

Tiina Rissanen

Suomen kaivostoiminnan toimialakatsaus 2010



Suomen kaivostoiminnan toimialakatsaus 2010

Tiina Rissanen

Suomen kaivostoiminnan toimialakatsaus 2010

Sarja B. Raportit ja selvitykset 8/2011

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu
Kemi 2011

© Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu ja tekijät

ISBN 978-952-5897-21-0 (nid.)

ISSN 1799-2834

ISBN 978-952-5897-22-7 (pdf)

ISSN 1799-831X (verkkajulkaisu)

ISSN-L 1799-2834

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun julkaisuja
Sarja B. Raportit ja selvitykset 8/2011

Rahoittajat: Euroopan Unioni Euroopan alue-
kehitysrahasto, Vipuvoimaa EU:lta 2007–2013,
Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Kirjoittaja: Tiina Rissanen

Kannen kuva: Kemin kaivos

Graafinen suunnittelu ja toteutus: VIM, Kemi-
Tornionlaakson koulutuskuntayhtymä Lappia

Uniprint, Oulu 2011

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu

PL 505

94101 Kemi

Puh. 010 353 50

www.tokem.fi/julkaisut

Lapin korkeakoulukonserni



Lapin korkeakoulukonserni LUC on
yliopiston ja kahden ammattikorkea-
koulun strateginen yhteenliittymä.
Konserniin kuuluvat Lapin yliopisto,
Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu ja
Rovaniemen ammattikorkeakoulu.

www.luc.fi

Sisällys

1 JOHDANTO	7
2 KAIVOKSET	9
2.1 Toiminnassa olevat kaivokset	10
2.1.1 Elijärvi	10
2.1.2 Pyhäsalmi	11
2.1.3 Talvivaara	13
2.1.4 Orivesi ja Jokisivu	15
2.1.5 Pahtavaara	16
2.1.6 Suurikuusikko	17
2.2 Suunnitteilla olevat kaivokset	17
2.2.1 Kevitsa	18
2.2.2 Pampalo	18
2.2.3 Laivakangas	19
2.2.4 Sokli	19
2.2.5 Kolari-Pajala	20
2.2.6 Taivaljärvi	20
3 LIIKETOIMINTA JA KAIVOSTEOLLISUUDEN VAIKUTUKSET	23
3.1 Suomessa toimivat kaivosyhtiöt.	23
3.1.1 Agnico-Eagle Mines Ltd	24
3.1.2 Dragon Mining Ltd	24
3.1.3 Inmet Mining Corporation	24
3.1.4 Lappland Goldminers Ab	25
3.1.5 First Quantum Minerals Ltd	26
3.1.6 Talvivaaran Kaivososakeyhtiö Oyj	26
3.1.7 Endomines Ab	26
3.1.8 Nordic Mines Ab	26
3.2 Kaivosteollisuuden vaikutukset Pohjois-Suomessa	27
3.3 Kaivosteollisuus ja alihankinta	27
4 KAIVOSALAN TUTKIMUSTOIMINTA	29
4.1 Organisaatiot	29
4.1.1 Geologian tutkimuskeskus	29
4.1.2 Korkeakoulut	30
4.1.3 Oulu Mining School	31

5 LAINSÄÄDÄNTÖ	33
5.1 Kaivoslaki ja -asetus	33
5.1.1 Varaus ja valtaus	33
5.1.2 Kaivospiiri	34
5.2 Ympäristölaki	35
5.2.1 Ympäristölupa	35
5.2.2 Ympäristövaikutusten arviointi YVA	36
5.3 Muuta lainsäädäntöä	36
5.4 Valmisteltavat lait	37
6 YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET	39
6.1 Tutkimustyön aikaiset vaikutukset	39
6.2 Tuotannon aikaiset vaikutukset	40
6.3 Tuotannon jälkeiset vaikutukset	40
6.4 Kaivosjätteet	41
7 KAIVOSPROSESSI	43
7.1 Avolouhinta	43
7.1.1 Pengerlouhinta.	44
7.1.2 Paikalleenräjäyttäminen	44
7.2 Maanalainen louhinta	46
7.2.1 Avoimet menetelmät	46
7.2.2 Täyttömenetelmät	47
7.2.3 Sorrosmenetelmät	48
7.3 Rikastaminen	49
7.3.1 Murskaus ja seulonta	49
7.3.2 Jauhatus	50
7.3.3 Painovoimaan perustuvia rikastusmenetelmiä.	51
7.3.4 Vaahdotus	53
7.3.5 Magneettisuuteen perustuvia rikastusmenetelmiä.	54
7.3.6 Liuotusmenetelmä	55
7.4 Varastointi ja kuljetus	56
8 TEKNIikka	59
8.1 sähkö	59
8.2 Automaatio	59
8.3 Rakenteet ja tiet	60
8.4 Kunnossapito	61
8.4.1 Esimerkkejä kaivoksen kunnossapitokohteista.	61
8.4.2 Esimerkkejä kylmän ilman aiheuttamista ongelmista	62
9 LOGISTIIKKA.	63
9.1 viestintä ja tiedonsiirto	63
9.2 Kalusto ja kiven siirto	64
9.2.1 Avolouhos	64
9.2.2 Maanalainen kaivos	67
10 TYÖTURVALLISUUS.	71
10.1 Kaivosturvallisuus	71
11 LÄHTEET	73

1 Johdanto

Erilaisten metallien valmistus perustuu kallioperästä löydettyjen metallipitoisten kivilajien hyödyntämiseen. Mikäli löydetty esiintymä on taloudellisesti hyödynnettävissä, voidaan siitä käyttää termiä malmi. Metalliesiintymien kannattavaan hyödyntämiseen vaikuttavat erilaiset seikat, kuten malmin määrä ja metallisisältö, metallin irrottamisen eli rikastamisen kustannukset, energian hinta, esiintymän sijainti, lupa-asiat sekä metallien maailmanmarkkinahinnat. /20/

Vuonna 2008 suomalaisista metallimalmikaivoksista louhittiin ja rikastettiin kromia, nikkeliä, kuparia, sinkkiä, kultaa ja hopeaa. Kromin osalta Suomi oli sen ainoa tuottajamaa Euroopan Unionin sisällä. Tällä hetkellä Suomessa on toimivia metallimalmikaivoksia 8 kpl. Lisäksi toimintaa suunnitellaan aloitettavan muutaman vuoden sisällä 3 kaivoksessa. Metallimalmikaivosten lisäksi Suomessa louhitaan mm. kiviainesta, kuten soraa, hiekkaa ja luonnon kiveä sekä erilaisia teollisuusmineraaleja, kuten kalkkia ja dolomiittia. /20/

Kaivosteollisuus luo perustan Suomen teollisuudelle, sillä kaivoksista louhittavat teollisuusmineraalit ovat välttämättömiä mm. metalli- ja kemianteollisuudelle sekä monille muille toimialoille. Lisäksi se on aluepoliittisesti merkittävä maan eri osien tasapuolisen kehityksen edistäjä, sillä kaivokset sijaitsevat useimmiten kasvukeskusten ulkopuolella. Näin luodaan työpaikkoja vaikeimmille työttömyysalueille, kuten Lapin seudulle. /35/

Suomessa kaivostoimintaa säädellään kaivoslailla sekä ympäristölainsäädännöllä. Oikeudet esiintymään valtaamiseen, tutkimiseen sekä varsinaisen kaivostoiminnan aloittamiseksi myöntää Kauppa- ja teollisuusministeriö, jonka lisäksi toimintaan tarvittavan ympäristöluvan myöntää alueellinen ympäristölupavirasto. Suurissa kaivos-hankkeissa on käytäntönä lisäksi ns. YVA-menettely eli ympäristövaikutusten arviointi. Tiukentuneen ympäristölainsäädännön vuoksi kaivosteollisuus on aktiivisesti pyrkinyt vähentämään metalli- ja jätevesipäästöjään ja kaivosteollisuuden sivutuotteiden käyttöä on lisääntynyt esim. ympäristörakentamisessa. /35/

Vuosikymmenien saatossa kaivostyön luonne on muuttunut radikaalisti, kun työturvallisuus sekä työolosuhteet ovat parantuneet merkittävästi työn mekanisoitumisen ja automaation ansiosta. Useimmista toiminnoista vastaavat nykyään koneet, jolloin työntekijöiden tehtäväksi jää ihanteellisessa tilanteessa ainoastaan valvoa prosessia suojatuissa tiloissa. Työolosuhteiden parantumisen vuoksi tyypillisimmät kaivostyö-

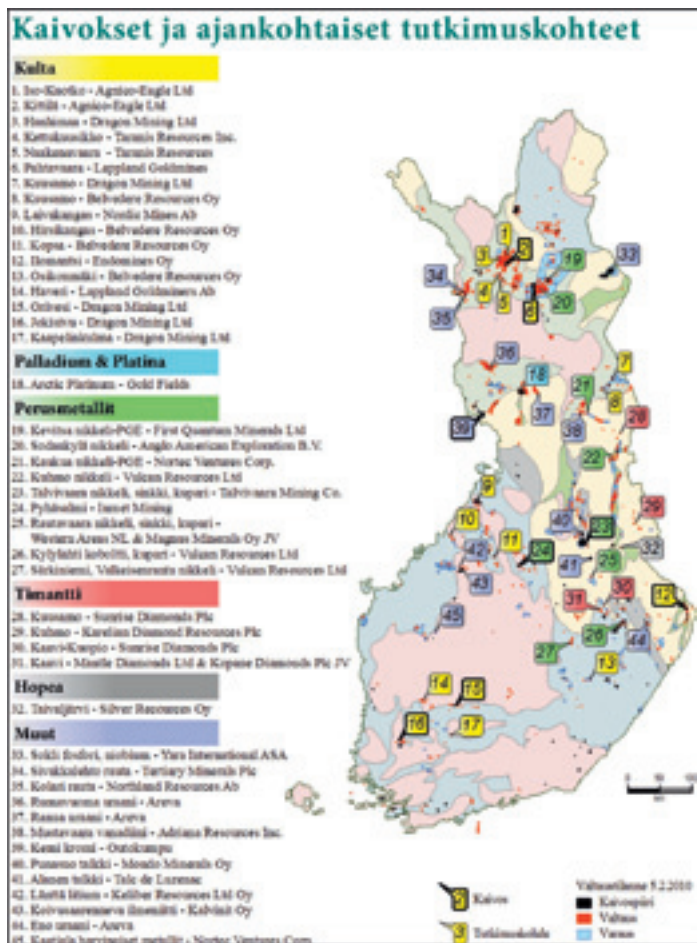
läisten ammattitaudit, jotka ovat olleet maailmalla hyvin yleisiä, on saatu täysin poistumaan Suomesta. /35/

Kaivosala tukitoimineen on laaja kokonaisuus. Tämän raportin tarkoituksena on antaa lukijalle perustietoa Suomen kaivoksista, kaivosprosessista sekä siellä tarvittavasta tekniikasta ja tukitoiminnoista, kuten kunnossapidosta. Lisäksi raportissa luodaan katsaus kaivosalan tutkimustoimintaan, liiketoimintaan sekä toimintaa ohjaavaan lainsäädäntöön. Raportti on laadittu NRT -hankkeen puitteissa. Se on kolmen pohjoisen tuotantostudion (ELME-studio Nivala, Steelpolis Raahelä ja Jaloterässtudio Tornio) yhteishanke metallialan yritysten palvelujen kehittämiseen.

2 Kaivokset

Tätä kirjoitettaessa Suomessa toimii 7 metallimalmikaivosta, joissa louhitaan kultaa, nikkeliä, kromia, kuparia, sinkkiä, hopeaa ja rikkiä. Lisäksi toimintaa suunnitellaan aloitettavaksi muutaman vuoden sisällä 6 suurehkoissa kaivoksessa. Maantieteellisesti kaivokset ovat sijoittuneet ympäri Suomen, mutta suurimmat keskittymät sijaitsevat pääasiassa Pohjois- ja Itä-Suomessa (kuva 1).

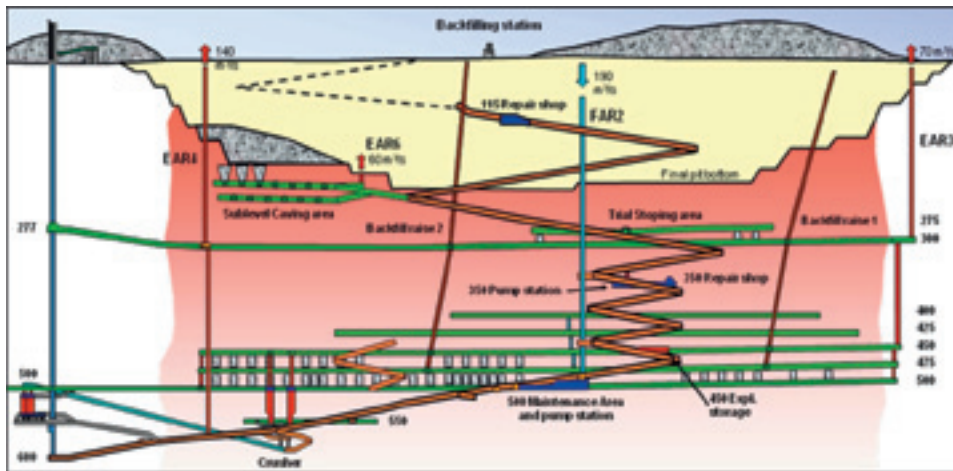
Kuva 1. Kaivokset ja tutkimuskohteet /40/



2.1 TOIMINNASSA OLEVAT KAIVOKSET

2.1.1 Elijärvi

Keminmaassa sijaitseva Elijärven kaivos, joka tunnetaan myös nimellä Kemin kaivos, on Outokumpu Oyj:n tytäryhtiön Outokumpu Chrome Oy:n omistama kaivos. Esiintymän löysi paikallinen harrastesukeltaja vuonna 1959 ja kaivos avattiin lähes kymmenen vuotta myöhemmin vuonna 1968. Kaivos on yksi Suomen suurimmista sekä ainoa kromin tuottaja Euroopan Unionissa. Sen ainoa hyödynnettävä arvomineraali on kromiitti, josta rikastetaan kromimalmia. Noin 160 omaa ja 80 alihankkijoiden työntekijää työllistävä kaivos aloitti toimintansa avolouhoksena, mutta vähitellen toimintaa on siirretty maan alle. Avolouhiminen lopetettiin kokonaan vuonna 2006 ja nykyinen louhintataso on +450m, koko kaivoksen ollessa noin 600m syvä. Kaivoksen johtajana toimii Antti Pihko. /94/

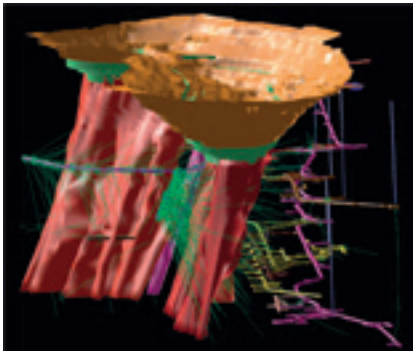


Kuva 2. Elijärven kaivoksen layout /94/

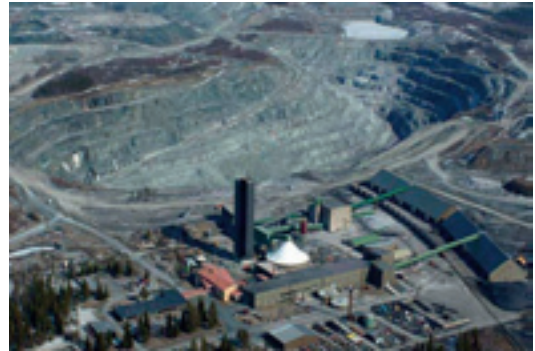
Kaivoksen vuotuinen louhintamäärä on noin 1,3 miljoonaa t. Hyödynnettävän arvomineraalin lisäksi malmi sisältää mm. talkkia, karbonaatteja ja tremoliittiä, joita ei hyödynnetä. Rikastamon vuosittaiset tuotantomäärät ovat 200 000 t pararikastetta sekä 400 000 t hienorikastetta. Rikastusprosessin aikana kromiittipitoisuudet saadaan nostettua 26 %:sta pararikasteesta 35,5 %:n ja hienorikasteesta 44,5 %:n. Kaikki rikasteet kuljetetaan maanteitä pitkin Tornioon Outokumpu Chrome Oy:n ferrokromitehtaalalle, jossa siitä valmistetaan ferrokromia ruostumattoman teräksen tuotantoa varten. Rikastusmenetelmänä käytetään ominaispainoerotusta, joka perustuu malmin ja sivukiven painoeroihin sekä niiden erilaisiin vajoamisnopeuksiin väliaineessa. /94/

Kaivoksen oletetut malmivarat ovat kirjoitushetkellä noin 38 miljoonaa tonnia, joiden lisäksi todettuja mineraalivarantoja on 85 miljoonaa tonnia. Mineraalit ovat kerrostuneet useisiin malmioihin ja esiintymän tiedetään olevan noin 40 m leveä ja 3 km pitkä, sijaiten noin 70° kulmassa. Alueella suoritettujen seismisten tutkimusten

mukaan esiintymän saattaa ulottua jopa 3-4km syvyyteen. Outokumpu julkaisikin kesäkuun alkupuolella 2010 tiedotteen, jonka mukaan he käynnistävät uudelleen projektin ferrokromituotannon kaksinkertaistamiseksi. Kaivoksen osalta tämä 440milj. euron investointi tarkoittaa, että tuotantomäärien noustessa näin paljon rakennetaan kaivosalueelle mm. uudet pala- ja hienorikastamot sekä varasto- ja sosiaalitaloja. Työllistämisaikutus hankkeella on noin 120 työpaikkaa sekä Kemian kaivokselle että Tornion ferrokromitehtaalte. /65, 94/



Kuva 3. Elijärven 3D-malli /94/



Kuva 4. Elijärven kaivosaluetta /94/

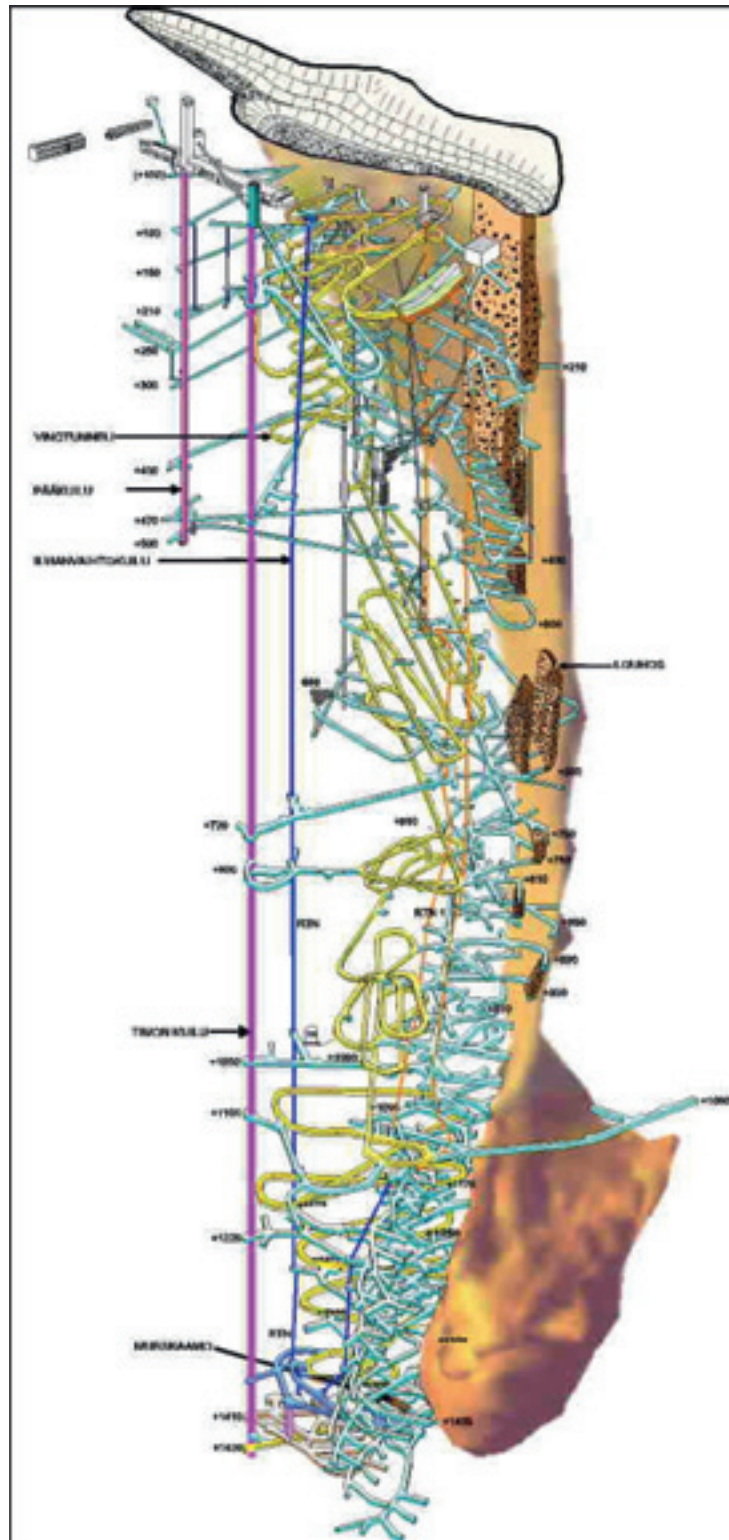
2.1.2 Pyhäsalmi

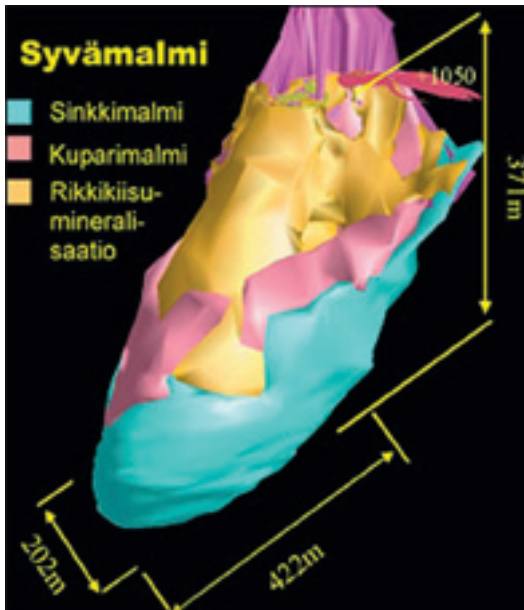
Pyhäsalmen kaivos on Keski-Suomessa Pyhäjärvellä sijaitseva kaivos, jonka omistaa kanadalainen Inmet Mining Corporation. Kaivoksen hyödyntämä malmiesiintymä löydettiin paikallisen asukkaankin tekemien kivilöydösten perusteella vuonna 1958 ja kaivos avattiin 1962, silloisen Outokumpu Oy:n toimesta. Sen pääasialliset tuotteet ovat kupari- ja sinkkirikasteet, joiden lisäksi tuotetaan myös pyriittiä eli rikkirikastetta. Noin 225 omaa henkilöstöä ja 65 alihankkijaa työllistävä kaivos aloitti toimintansa alun perin avolouhoksena, mutta maanalaiseen toimintaan on siirrytty kokonaisuudessaan jo vuonna 1975. Kaivosta on vaiheittain syvennetty sitä mukaa kun uusia malmivarantoja on löytynyt. Nykyään se on 1440m syvyyteen ulottuva sekä Suomen ainoa ja syvin sinkkikaivos. /69/



Kuva 5. Pyhäsalmen kaivosaluetta /55/

Kuva 6.
Kaivoksen
layout /55/





Kuva 7. Malmion 3D-malli /55/

jonka vuoksi louhittu kiviaines pyritään siiloissa homogenisoimaan mahdollisimman hyvin. Rikastusmenetelmänä käytetään vaahdotusmenetelmää, jossa erilaisten kemikaalien ja ilmakuplien avulla halutut mineraalit saadaan nousemaan vaahdon mukaan malmilietteestä pintaan. /55, 69/

Kaikki kaivoksen tuottamat kupari- ja sinkkirikasteet kuljetetaan suoraan jatkojalostukseen kotimaisille sulatoille. Kaivosyhtiöllä on niiden hyödyntämisestä pitkäaikaiset sopimukset Boliden Harjavalta Oy:n sekä Boliden Kokkola Oy:n kanssa. Pyriittirikaste myydään sekä ulko- että kotimaan markkinoille, jossa sitä käytetään pääosin rikkihapon valmistukseen. Kirjoitushetkellä kaivoksen todetut malmivarannot ovat noin 11,8 miljoonaa t, joiden on laskettu riittävän vuoteen 2018 asti. /55/

2.1.3 Talvivaara

Itä-Suomessa, Sotkamossa sijaitsevan Talvivaaran kaivoksen kaupallinen toiminta aloitettiin vuonna 2009. Noin 390 henkilöä työllistävän kaivoksen omistaa suomalainen Talvivaaran Kaivososakeyhtiö Oyj. Kaivos hyödyntää Kuusilammen ja Kolmisopen esiintymiä, jotka yhdessä muodostavat yhden Euroopan suurimmista sulfidisista nikkeliavarannoista. Esiintymät on löydetty 1977 Geologian tutkimuskeskuksen toimesta, joka myöhemmin möi ne silloiselle Outokumpu-konsernille. Vuonna 2004 Talvivaara osti kaivosoikeudet itselleen Outokummun luopuessa lähes kokonaan kaivos-toiminnasta. /70, 83/

Tällä hetkellä kaivoksen todettujen ja todennäköisten mineraalivarantojen määrä on 1121 milj. tonnia. Malmia louhitaan avolouhoksesta, sillä maanpeite on alueella hyvin ohut ja malmi-sivukivi suhde on alhainen. Metallien rikastustekniikkana käytetään yleisemmin kuparin ja kullan erottamiseen käytettävää biokasaliuotusta, jota

Kaivoksen vuotuinen louhintamäärä on noin 1,4 miljoonaa t. Malmi on tyypiltään sulfidimalmi, jonka päämalmimineraalit ovat rikkikiisu (66%), sinkkivälke (6%), kuparikiisu (3%) ja magneetikiisu (2%). Näiden lisäksi malmissa on myös harmemineraaleina mm. baryyttia ja karbonaatteja. Rikastamon vuosittaiset tuotantomäärät ovat 14 000 t kuparirikastetta, 30 000 t sinkkirikastetta sekä 600 000 t rikkirikastetta. Rikastusprosessin aikana rikasteiden pitoisuudet saadaan nostettua sinkin osalta 2,5% noin 53,5%:n ja kuparin osalta 1% noin 29%:n. Pitoisuuksiin vaikuttaa huomattavasti louhittavan malmin sijainti esiintymässä,

Talvivaara on onnistuneesti soveltanut myös nikkelin rikastukseen. Siinä metalli irrotetaan sivukivestä luonnollisia bakteereja sisältävän liuoksen avulla, jota valetaan alueelle kasattujen malmikasojen päälle jatkuvalla kierrolla. Suurien käsiteltävien volyymien vuoksi myös kaivosalue on valtava, noin 61 km². Alueella on mm. biokasaliuotuksessa tarvittavia kastelu- ja keräysputkistoja 6700 km, kaivoksen sisäisiä tieyhteyksiä 25km sekä alueellisia putkilinjoja 100km. /70, 86, 100/



Kuva 8. Talvivaaran kaivosaluetta /88/

Kaivoksen tuotannon ylösajo on parhaillaan käynnissä ja vuonna 2012, kun tuotannon oletetaan toimivan täydessä mittakaavassa, sen päätuotteen, nikkelin, vuosittainen louhintamäärä on noin 50 000 tonnia. Tämän lisäksi kaivos tuottaa myös noin 90 000 tonnia sinkkiä, 15 000 tonnia kuparia sekä 1800 tonnia kobolttia. Vuonna 2009 kaivoksesta louhittiin 10,8 milj. t malmia ja sen tuotantomäärät olivat 410t nikkeliä sekä 2300t sinkkiä. Kaivosyhtiöllä on pitkäaikaiset sopimukset Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n sekä belgialaisen Nyrstar NV:n kanssa nikkeli-, sinkki- ja kobolttituotannostaan. /84, 86/

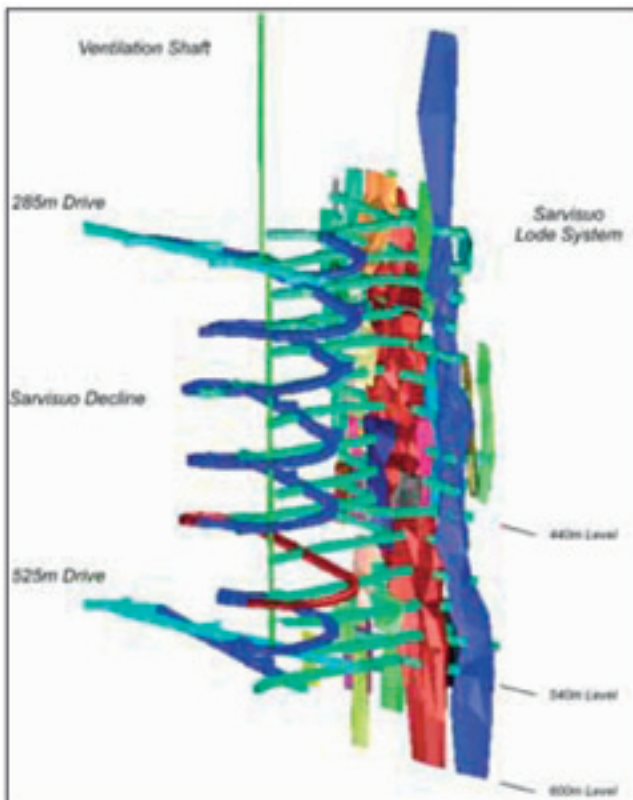
Talvivaaran hyödyntämä malmiesiintymä sisältää muiden metallien lisäksi n. 0,002% uraania, joka rikastusprosessin aikana liukenee päätuotteiden ohella prosessiliuokseen. Pitoisuus on liuoksessa alhainen 25mg/l, mutta riittävä kuitenkin erityisellä ja turvallisella uuttomenetelmällä hyödynnettäväksi. Arvioitu on, että vuosittainen tuotantomäärä voisi olla 350t ns. välituotetta, joka toimitettaisiin jatkojalostukseen muualle. Toteutuessaan uraanin talteenottolinjan rakentaminen olisi n. 30 miljoonan euron hanke, joka työllistäisi suoraan 20 ja välillisesti 50 henkilöä. Parhaillaan kaivosyhtiö jatkaa tutkimuksiaan uraanin hyödyntämisen mahdollisuuksista ja odottaa päätöstä huhtikuussa Työ- ja elinkeinoministeriölle jätettyyn lupahakemukseen sekä kesäkuussa Kainuun elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle jätettyyn ympäristövaikutusten arviointi-dokumenttiin. /82, 85, 89/

2.1.4 Orivesi ja Jokisivu

Oriveden kunnassa sijaitseva Oriveden kaivos aloitti toimintansa alun perin vuonna 1994 silloisen Outokumpu Oyj:n omistuksessa. Kaivos suljettiin vuonna 2003, kunnes se avattiin uudelleen vuonna 2007 australialaisen kaivosyhtiön Dragon Mining Ltd:n tytäryhtiön Polar Mining Oy:n toimesta. Kaivoksen päätuote on kulta, jota louhitaan Sarvisuon ja Kutemajärven esiintymistä ja kuljetetaan läheiselle Vammalan tuotantolaitokselle rikastettavaksi. Oriveden kaivoksen lähetyvillä Huittisissa sijaitsee Polar Mining Oy:n toinen kultakaivos Jokisivu, joka aloitti toimintansa vuonna 2009 hyödyntäen Kujankallion kultaesiintymää. Myös Jokisivun aiempiin omistajiin on kuulunut mm. Outokumpu Oyj. /7, 23, 24/

Vuonna 2010 Vammalan rikastamolla rikastettiin molemmista kaivoksista louhittua malmia 239500tonnia, josta saatiin tuotettua n. 892kg kultaa. Tällä hetkellä molempien kaivosten mitatut ja osoitetut mineraalivarannot ovat n. 1,38 milj. tonnia sekä todennäköisiä varantoja on n. 1,6 milj. tonnia. Näistä varannoista saataisiin louhittua yhteensä n. 15 800kg kultaa. /8, 101/

Molemmat kaivokset ovat aloittaneet toimintansa avolouhoksena, mutta Orivedellä louhintaa tehdään nykyään maan alla tasoilla +260m - +540m, koko kaivoksen ollessa 720m syvä. Vuonna 2010 tehtiin päätös syventää kaivosta 800m asti ja laajentaa nykyistä tutkimustunnelistoa. Samalla kaivosalueella investoidaan mm. uuteen



Kuva 9. Sarvisuon esiintymän mallinnus /7/



Kuva 10. Kutemajärven 3D-malli /7/

laitteistoon ja maanalaiseen infrastruktuuriin. Jokisivun kaivoksella avolouhinta saatettiin päätökseen vuoden 2010 aikana, jolloin siirryttiin maanalaiseen kaivostoimintaan. Saman vuonna yritys teki päätökseen aloittaa läheisen Arpolan avolouhoksen kultavarantojen hyödyntämisen vuoden 2011 aikana. /101/

2.1.5 Pahtavaara

Pahtavaaran kultakaivos sijaitsee Lapissa Sodankylän kunnassa. Esiintymän löysi Geologian tutkimuskeskus vuonna 1985 ja varsinainen kaivostoiminta aloitettiin alun perin jo vuonna 1996, silloisen Terra Mining Oy:n toimesta. Pahtavaaran kaivos on alun perin ollut avolouhos, mutta maan alle on siirrytty vaiheittain vuodesta 2004 alkaen. Vuonna 2008 kaivos siirtyi ruotsalaisen kaivosyhtiön Lappland Goldminers Ab:n omistukseen, joka jatkaa kullan louhimista maanalaisesta kaivoksesta 300 metrin syvyydessä. /52,59/



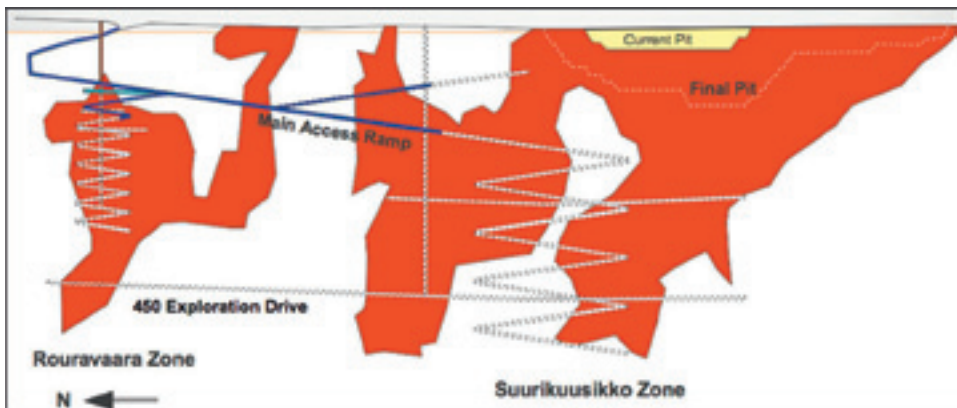
Kuva 11. Pahtavaaran kaivoksen 3D-malli /58/

Kaivoksen todetut mineraalivarannot ovat tällä hetkellä 374 000, jonka lisäksi todennäköisiä varantoja on kartoitettu viime aikoina runsaasti kaivosalueella. Todennäköisiä varantoja alueella on n. 200 000 edestä. Tästä määrästä saataisiin rikastettua yhteensä lähes 1900 kg kultaa. Vuonna 2010 malmia louhittiin noin 464 000, josta saatiin rikastettua 740 kg kultaa. Rikastusmenetelmänä käytetään sekä painovoimaerotusta että vaahdotusta. /50/

2.1.6 Suurikuusikko

Suurikuusikon kultakaivos sijaitsee Lapissa Kittilässä, Pohjois-Euroopan suurimman kultaesiintymän lähellä. Esiintymän on alun perin löytänyt Geologian tutkimuskeskus vuonna 1986, mutta vuodesta 2008 toiminnassa ollut kaivos on nykyään kanadalaisen kaivosyhtiön Agnico-Eagle Mines Ltd:n omistuksessa. Louhinta tapahtuu avolouhoksesta, mutta maanalaiseen louhimiseen siirtyminen on aloitettu vuonna 2010. Kokonaisuudessaan maan alle siirryttäneen vuoden 2013 aikana. /4,26/

Lähes 400 henkilöä työllistävä kaivos tuotti vuonna 2010 lähes 3600 kg kultaa. Rikastusprosessiin kaivoksella kuuluu vaahdotus, liuotus ja elektrolyyttinen talteenotto, sillä malmi on kohtalaisen vaikeasti rikastettavissa olevaa. Lopputuotteena kaivokselta saadaan kultaharkkoja. Vuonna 2010 kaivoksen todetut malmivarannot olivat 403 000, jonka lisäksi todennäköisiä varantoja oli 32,3 milj. t. Yhteensä näistä varannoista saataisiin noin 4,8 milj. unssia eli noin 138 500 kg kultaa. Nykyisten varantojen oletetaan riittävän vuoteen 2023 asti, mutta kairaustutkimuksia tehdään jatkuvasti ja lisäinvestointeja alueelle tullaan harkitsemaan lähivuosina. /2,4/



Kuva 12. Suurikuusikon kaivoksen layout /3/

2.2 SUUNNITTEILLA OLEVAT KAIVOKSET

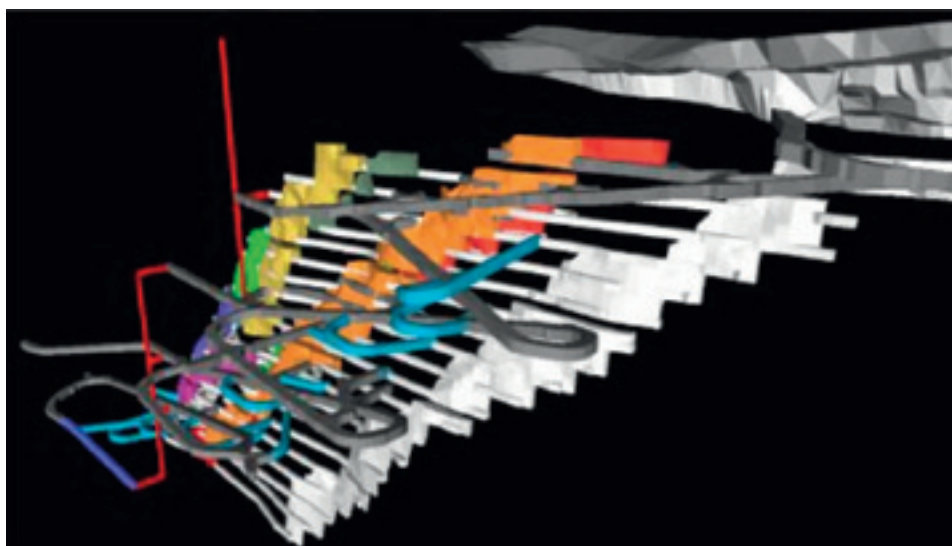
Lähivuosien suuria ja tällä hetkellä jo hieman edenneitä kaivoshankkeita on kaiken kaikkiaan 6 kappaletta, joista peräti 5 sijaitsee Lapin ja Oulun läänien alueella. Lisäksi malminetsintää harjoitetaan varsinkin Lapissa tiiviisti.

2.2.1 Kevitsa

Kevitsan esiintymä sijaitsee Lapissa, Sodankylän kunnassa. Esiintymän on alun perin löytänyt Geologian tutkimuskeskus vuonna 1987, mutta nykyään kaivoshanketta vetää kanadalainen kaivosyhtiö First Quantum Minerals Ltd. Kaivoksen rakentaminen on alkanut 2010 ja vuoden 2011 aikana alueella suoritetaan mineraalivarantojen uudelleen-kartoitusta. Lähes 400 milj. dollarin arvoinen hanke työllistää rakennusvaiheessa noin 500 henkeä ja tuotantovaiheessa vuoden 2012 jälkeen noin 200 henkeä. /47/

Kaivoksen päätuotteena on nikkeli- ja kuparirikasteet, joiden lisäksi sivutuotteena saadaan myös kultaa ja PGM eli platinaryhmän metalleja. Alueen todetut ja todennäköiset mineraalivarannot ovat vuonna 2009 suoritetun kartoituksen mukaan noin 107,5 milj. t, joita aletaan alkuvaiheessa louhia avolouhoksesta. Maanalaista louhintaa ei kuitenkaan ole suljettu pois, sillä varantojen kartoittaminen jatkuu yhä. /80/

Tuotantoarvioksi alkuvaiheessa kaivokselle on asetettu 5 milj. t malmia, josta saataisiin kahta päätuotetta: nikkeli-platina- sekä kulta-kuparirikastetta. Nikkelirikasteen tuotantomäärä olisi n. 89 000 t/v ja kuparirikasteen n. 59 000 t/v. Nykyisten tuotantosuunnitelmien mukaan kaivoksen toiminta-aika on noin 20 vuotta. Kevitsa on ensimmäinen kaivos Suomessa, joka tuottaa autojen katalyysattoreihin tarvittavia platinaa ja palladiumia. /80/



Kuva 13. Pampalon kaivoksen 3D-malli /11/

2.2.2 Pampalo

Pampalon esiintymä sijaitsee Itä-Suomessa Ilomantsissa lähellä Venäjän rajaa. Sen on alun perin löytänyt Geologian tutkimuskeskus vuonna 1990 ja sen edeltäviin omistajiin on kuulunut myös Outokumpu Oyj. Nykyään noin 19 milj. euron kaivoshanketta on vetämässä ruotsalaisen kaivosyhtiön Endomines AB:n tytäryhtiö Endomines Oy,

jonka tarkoituksena on aloittaa kullan kaupallinen louhinta alueella vuoden 2011 aikana. Tuotannon alkaessa kaivos työllistää noin 50 henkilöä. /10,25,102/

Pampalo sijaitsee niin kutsutulla Karjalan kultalinjalla, jossa sijaitsee useita hyödynnettävissä olevia kultaesiintymiä. Yhteensä alueiden todetut ja todennäköiset malmivarat ovat lähes 1,5 milj. t, joista saataisiin rikastettua noin 4600 kg kultaa. Koelouhintoja alueella on aikoinaan tehty avolouhoksesta, mutta varsinainen tuotantolouhinta tehdään tällä hetkellä 325m syvästä maanalaisesta kaivoksesta. /10/

Rikastusmenetelmänä kaivoksella käytetään ensisijaisesti vaahdotusta, eikä prosessissa käytetä syanidia tai happoja. Toissijaisena rikastusmenetelmänä on painovoimaan perustuva rikastus. Vuotuiseksi louhintamääräksi on suunniteltu 230 000t. Siitä saataisiin tuotettua vaahdotusrikastetta 4000t, sisältäen 200g kultaa/t sekä painovoimarikastetta 5t, sisältäen 5-10 % kultaa. Kaavaillulla 900-1000kg vuotuisella kullan tuotannolla kaivoksen elinikä on noin 7 vuotta. Kaikki vaahdotuksella tuotetut kultarikasteet myydään Bolidenin Harjavallan sulatolle ainakin seuraavien kahden vuoden ajan. /10, 12/

2.2.3 Laivakangas

Vuonna 1980 löydetty Laivakankaan kultaesiintymä sijaitsee Raahessa. Nykyään esiintymän omistaa ruotsalainen kaivosyhtiö Nordic Mines Ab, mutta sen aiempiin omistajiin on kuulunut mm. Outokumpu Oyj. Alueen nykyiset malmivarannot ovat 11,7 milj. tonnia, joka sisältää 1,9 kg kultaa per tonni. Esiintymän arvioidaan olevan Pohjoismaiden suurin kultaesiintymä. Louhittava malmi sijaitsee lähellä maan pintaa, jonka vuoksi louhintaa suunnitellaan toteutettavaksi pääosin avolouhoksena. /60/

Kaivoksen infran rakentaminen on aloitettu vuoden 2010 alkupuolella ja sen odotetaan aloittavan kullantuotantonsa loppukesästä 2011. Koko kaivoshanke on noin 70 milj. euron investointi. Kaivoksen vuosittaiseksi louhintamääräksi on alkuvaiheessa suunniteltu 2milj. tonnia, jolloin sen elinikä nykyisillä varannoilla olisi noin 6 vuotta. Lisäkairauksia kuitenkin tehdään jatkuvasti ja on hyvin todennäköistä, että varannot kasvavat. Vuosittaisesta louhintamäärästä saataisiin 78% saannilla 0,5g/t kultaa sekä 87% saannilla 3,0g/t kultaa. /60/

2.2.4 Sokli

Soklin kaivos sijaitsee Savukosken kunnan alueella lähellä Venäjän rajaa. Esiintymä on alun perin löytynyt Rautaruukin malmietsinnöissä vuonna 1967, josta lähtien sitä on tutkittu. Nykyään alueella olevan fosforimalmin hyödyntämistä suunnittelee Yara Suomi Oy, joka on maailman suurimpiin kivennäislannoitteiden valmistajan Yara International ASA:n tytäryhtiö. Kaivoshankkeen ympäristövaikutusten arviointi on valmistunut ja hakemus uudesta kaivospiiristä on jätetty teollisuus- ja elinkeinoministeriöön toukokuussa 2009. Parhaillaan selvitetään mm. hankkeen kokonaiskannattavuutta sekä tehdään rikastuskokeita. Tammikuussa 2011 Yara ilmoitti että uusimpien suunnitelmien mukaan mahdolliselta kaivokselta tulevat malmit kuljetaan rikastettavaksi Kovdorissa Venäjällä. Kaivoksen avaamisen suurimpina esteinä ovat olleet malmiesiintymän mineralogian asettamat haasteet rikastusprosessille sekä

Soklin sijainti muusta teollisuudesta ja kulkureiteistä. Suotuisassa tilanteessa kaivoksen toiminta käynnistyy vuoden 2015 tienoilla, noin 700milj. euron hankkeen päätyttyä. Päätöstä kaivostoiminnan aloittamisesta odotetaan vuoden 2012 aikana. /19, 78, 103/

Soklin päätuotteena on fosfori, jonka lisäksi esiintymä sisältää myös rautaa, mangaania, niobia, tantaalia ja harvinaisia maametalleja. Malmia on tarkoitus louhia noin 300ha alalta avolouhoksena alkuvaiheessa 4-6 milj. t/vuosi sekä tuotannon loppuvaiheessa 6-10 milj. t/vuosi. Alkuvaiheen tuotantotavoite on 1,5 milj. t fosforirikastetta vuodessa. Alueen arvioidut noin 115 milj. t malmivarat riittäisivät kyseisillä louhintamäärillä noin 20 vuotta. Hankkeen tuomat työpaikat ovat rakennusvaiheessa 500-700 sekä tuotantovaiheessa 120-140 työpaikkaa. /19, 78/

2.2.5 Kolari-Pajala

Kolarin kaivoshankkeen takana on kanadalainen kaivosyhtiö Northland Resources Ltd, Hankkeen tarkoituksena on aloittaa kaivostoiminta 3 kohteessa Ruotsissa sekä 1 kohteessa Suomessa, Hannukaisen kylässä Kolarissa. Koko kaivoshankkeen yhteensä investointimäärä on noin 700milj. €, josta Kolarin kaivoksen osuus on noin 300 milj. €. Kaivostoiminnan aloittaminen edellyttää merkittäviä parannuksia alueella olevaan infrastruktuuriin, joiden toteuttamista tukee osittain myös Ruotsin ja Suomen valtiot. Muun muassa Pajalan kaivokselle toteutetaan uusi ratayhteys rata- ja tiesiltoineen, Kemin meriväylää parannetaan ja parhaillaan käynnissä on Kemi-Kolari –rautatien parannustyöt, jotka tähtäävät malmin kuljettamiseen Kemin satamaan ja siitä edelleen maailmalle. /54, 61, 62/

Kesällä 2010 valmistunut kannattavuusarviointi osoitti projektin olevan teknisesti toteutettavissa sekä taloudellisesti kannattava. Lopullinen kannattavuusarviointi valmistuu vuoden 2011 aikana. Suotuisassa tilanteessa tuotanto aloitettaisiin Suomessa vuonna 2014. Kolarin alueella on todettuja ja todennäköisiä mineraalivarantoja yhteensä noin 110 milj. t, jotka riittävät 14 vuoden tuotantoon. Lisävarantojen löytyminen on kuitenkin hyvin todennäköistä. Kaivoksen päätuote on rautarikaste mutta sivutuotteena kaivoksesta voidaan saada myös jonkin verran kupari- ja kultarikastetta. Alkuvaiheessa tuotantotavoite rautarikasteelle on 2 milj. t ja kupari-kultarikasteelle 35 000 t vuodessa. /61,62, 104/

2.2.6 Taivaljärvi

Taivaljärven hopeakaivos hankkeen on aloittanut suomalainen kaivosyhtiö Silver Resources Oy. Sen tarkoituksena on tulevaisuudessa hyödyntää, aikaisemmin mm. Outokumpu Oyj:n ja UPM-Kymmene Oyj:n omistuksessa ollutta, Kainuussa sijaitsevaa Taivaljärven hopeaesintymää. Kaivoksen päätuotteena olisi hopea, mutta sivutuotteena voitaisiin hyödyntää myös alueelta saatavat kulta, sinkki ja lyijy. Kaivoshanke on parhaillaan lupavaiheessa, jonka lisäksi vuoden 2011 aikana tehdään vielä lopullisia kannattavuusselvityksiä kaivoksen avaamiselle. Suotuisassa tilanteessa kaivoksen tuotanto voitaisiin aloittaa viimeistään vuoden 2014 alkupuolella. /27,28, 105/

Kaivoksen mineraalivarantoja suunnitellaan hyödynnettävän sekä avolouhoksesta että maanalaisesta kaivoksesta. Tähän asti tunnettuja varantoja on noin 2 milj. t, joka

sisältää hopeaa 150g/t, sinkkiä 0,9%/t, lyijyä 0,5%/t sekä kultaa 1g/t. Varantojen määrää pyritään lisäämään aktiivisella kartoituskairauksella, jonka valmistuttua malminvarantojen oletetaan olevan luokkaa 3-4milj. tonnia. Kaivoksen vuotuisen louhintamäärän suunnitellaan olevan n. 300 000-450 000t, joista rikastettaisiin kaksivaiheiselle vaahdotusmenetelmällä 3000t hopea-lyijyrikastetta sekä 6000t sinkkirikastetta. Hopean tuotantomäärä olisi tällöin noin 60t ja sen osuus liikevaihdosta 60%. 25-28 miljoonaa euroa maksavan kaivosinvestoinnin elinikä olisi ko. tuotantomäärällä 7-10 vuotta ja se työllistäisi 100-130 henkilöä. /77/

3 Liiketoiminta ja kaivosteollisuuden vaikutukset

Suomi on mahdollisuuksien maa monien eri metallimalmien louhinnalle ja taloudelliselle hyödyntämiselle. Maan merkittävimmät metallivarannot muodostuvat kulta-, nikkeli-, kupari-, kromi- ja sinkkiesiintymistä, joista potentiaalisimmat esiintymät sijaitsevat Pohjois- ja Itä-Suomessa. Maassa toimivien suurten kaivosten takana on enimmäkseen suuret monikansalliset kaivosyhtiöt, jotka hyödyntävät Suomen kallioperän mineraalivarantoja. /22/

Sytä Suomen suurelle suosiolle ulkomaisten kaivosyhtiöiden investoinneissa on monia kuten maamme infrastruktuuri, lainsäädäntö, historia sekä ammattitaitoisen työvoiman saatavuus. Suomessa on hyvin kattava tie- ja rautatieverkosto, joita pitkin louhittavia malmeja voidaan kuljettaa mm. satamiin ja niistä eteenpäin ympäri maailmaa. Lisäksi hallitus ja lainsäädäntö tukevat uusien varantojen kartoittamista ja kaivostoimintaa, jonka vuoksi maata pidetään turvallisena toiminta- ja investointiympäristönä. Suomen pitkän kaivoshistorian aikana maahan on tullut paljon osaamista ja uusia kaivosalan asiantuntijoita koulutetaan jatkuvasti. Lisäksi Suomen maaperää on tutkittu vuosien saatossa paljon ja tietoaaineisto on ulkomaisten malminetsintäyhtiöiden käytettävissä Geologian tutkimuskeskuksen kautta. /45,62/

Suomi kuuluu geologisesti Fennoskandian kilpialueeseen, joka vastaa malmi-potentiaaliltaan muita kaivostoiminnan kannalta merkittäviä maita kuten Kanadaa ja Afrikkaa. Perinteisesti Suomen kaivostoiminta ja malmin etsintä on keskittynyt kotimaisen teollisuuden tarvitsemien raaka-aineiden, kuten nikkeli ja kupari, etsintään. Tämän vuoksi Suomesta voidaan yhä löytää merkittäviä esiintymiä erityisesti kullan, platinametallien, sinkin ja monien muiden teollisuusmineraalien osalta. /45/

3.1 SUOMESSA TOIMIVAT KAIVOSYHTIÖT

Nykyään Suomessa toimivat kaivosyhtiöt ovat pääasiallisesti kanadalaisten tai ruotsalaisten kaivosyhtiöiden tytäryhtiöitä. Suomalaisista yhtiöistä kaivosbisneksessä mukana ovat Talvivaaran Kaivososakeyhtiö Oyj sekä Outokumpu Oyj. Näistä jälkimmäinen on nykyään profiloitunut ensisijaisesti ruostumattoman teräksen tuottajaksi eikä sitä näin ollen ole otettu tähän katsaukseen mukaan.

3.1.1 Agnico-Eagle Mines Ltd

Vuonna 1972 perustettu Agnico-Eagle on kanadalainen kaivosyhtiö, jolla on kaivoksia ja tutkimushankkeita Kanadassa, Suomessa, Meksikossa ja Yhdysvalloissa. Yritys on keskittynyt kullan tuottamiseen, mutta lisäksi sen kaivokset tuottavat hopeaa, sinkkiä ja kuparia. Suomessa yritys omistaa Kittilän Suurikuusikon kultakaivoksen. Muita hankkeita on Meksikossa, Yhdysvalloissa ja Kanadassa, jossa sijaitseva LaRonden kaivos on Kanadan suurin kultakaivos varantojen suhteen. Agnico-Eagle omistaa 100% kolme tytäryhtiötä, jotka hoitavat kaivostoimintoja ulkomailla (kuva 14). Vuonna 2010 yrityksen liikevaihto oli lähes 1423 miljoonaa dollaria ja se tuotti lähes 28 000 kg kultaa. /4, 106/

Sean Boyd:n johtama yritys on listattu Toronton ja New Yorkin pörssiin. Yrityksen visiona on olla laadukas, kasvava ja vahvan taloudellisen aseman omaava yritys, joka suojelee ympäristöä ja on turvallinen työnantaja sen hieman vajaalle 5000 työntekijälle ja alihankkijalle. Lisäarvoa osakkeenomistajille luodaan mm. kasvattamalla kullantuotantoa alueilla, jotka ovat poliittisesti riskittömiä. Yrityksen strategiana onkin kasvattaa kullantuotantoa sekä malmivarantoja kaivosystävällisillä alueilla. Strategisesti tavoitteena on myös saavuttaa vakaa taloudellinen asema, jossa toiminta tapahtuu mahdollisimman pienin kustannuksin, kuitenkin turvallisuudesta tinkimättä. /1,4, 106/

3.1.2 Dragon Mining Ltd

Dragon Mining Ltd on australialainen kaivosyhtiö, jolla on kaksi tytäryhtiötä Dragon Mining Sweden Ab sekä Polar Mining Oy, jota hoitavat yrityksen toimintoja ulkomailla. Pääasiallisesti toiminnot ovat keskittyneet Suomeen ja Ruotsiin, joissa se omistaa kolme kaivosta: Orivesi, Jokisivu ja Svartliden. Lisäksi Dragon Mining Ltd on myös osakkaana muutamassa tutkimushankkeessa Eritreassa ja Australiassa. Vuonna 2010 yrityksen liikevaihto oli lähes 92 miljoonaa dollaria ja se tuotti hieman yli 2000 kg kultaa. /7, 101/

Peter George Cordinin johtama yhtiö on listattu Perth:n pörssissä Australiassa. Dragon Mining Ltd:n lyhyen tähtäimen strategiana on tuotannon kasvattaminen sekä niiden toiminnan turvaaminen mineraalivarantoja lisäämällä. Pidemmällä tähtäimellä kasvua haetaan tutkimustoiminnalla, jossa kartoitetaan uusia potentiaalisia kaivosalueita. /8/

3.1.3 Inmet Mining Corporation

Inmet Mining Corporation on kanadalainen kaivosyhtiö, joka tuottaa kuparia, sinkkiä ja kultaa. Yrityksellä on 3 toimivaa kaivosta Turkissa, Espanjassa ja Suomessa, joiden lisäksi uutta kaivosta kaavailaan Panamaan. Vuonna 2010 yrityksen liikevaihto oli lähes 1100 miljoonaa dollaria ja se tuotti 94300 t kuparia, 81400 t sinkkiä sekä noin 3560 kg kultaa. /34, 107/

Noin 1160 henkilöä ja 1200 alihankkijaa työllistävä yritys on listattu Toronton pörssissä ja sen toimitusjohtajana toimii Jochen Tilk. Yrityksen strategia perustuu kolmeen peruspilariin: perusmetallien kaivostoiminta, pitkän tähtäimen vastuullinen

kasvu sekä paras tuotto osakkaille. Tulevaisuuden tavoitteiksi yritys on asettanut toiminnan kasvattamisen sekä olemassa olevien resurssien maksimaalisen hyödyntämisen. /34/

3.1.4 Lapland Goldminers Ab

Lapland Goldminers AB on ruotsalainen kaivosyhtiö, joka omistaa useita kultaesiintymiä Ruotsissa ja Suomessa. Nykymuodossaan yritys on perustettu vuonna 1997. Yrityksen strategisesti tärkein toiminta-alue on ns. kultalinja, joka kulkee Ruotsin Västerbottenissa pitäen sisällään mm. yhden Euroopan suurimmista kultaesiintymistä Fäbolidenin. Kaivostoimintaa yrityksellä on Ruotsin Blaikenissa ja Suomen Pahtavaarassa. Lisäksi yritys omistaa toistaiseksi suljettuna olevan Haverin kaivoksen Suomessa. /51/

Lapland Goldminers Ab koostuu emoyhtiöstä ja kolmesta täysin omistetusta tytäryhtiöstä, jotka hoitavat kaivos- ja tutkimustoimintaa. Koko konsernia johtaa Kjell Larsson. Vuonna 2010 konsernin liikevaihto oli noin 20 miljoonaa euroa ja se tuotti 740 kg kultaa. Yrityksen tavoitteena on tulla Euroopan merkittävimmäksi kullantuottajaksi pätevän henkilöstön avulla, toimimalla vastuullisesti sekä ympäristöystävällisesti. /51, 108/

3.1.5 First Quantum Minerals Ltd

First Quantum Minerals Ltd on kanadalainen kaivos- ja metalliyhtiö, jonka keskeisimmät toimialat ovat mineraalien tutkimus, kehitys ja kaivaminen. Yhtiö tuottaa kuparia, kultaa ja rikkihappoa ja sillä on kaksi täysin omaa tuotantolaitosta, kupari-kultakaivos Mauritaniassa sekä rikkihappotehdas Zambiassa. Lisäksi se omistaa osittain kuparikaivoksen Kongossa sekä kupari-kultakaivoksen Zambiassa. Parhaillaan yhtiö suunnittelee kaivoshankkeita Afrikkaan, Australiaan ja Suomen Kevitsaan. /16/

Vuonna 2010 yhtiö tuotti 323 000 tonnia kuparia ja noin 5400kg kultaa. Sen liikevaihto oli lähes 2380 miljoonaa dollaria. Yhtiön tulevaisuuden tavoitteena on tulla globaaliksi kaivosyhtiöksi sekä merkittäväksi nikkeli tuottajaksi vuonna 2012, mikäli Kevitsa avataan tuolloin. Toronton ja Lontoon pörssiin listatun yhtiön toimitusjohtajana on toiminut vuodesta 1996 asti Philip K.R. Pascall. /15, 16, 109/

3.1.6 Talvivaaran Kaivososakeyhtiö Oyj

Vuonna 2003 perustettu suomalainen Talvivaaran Kaivososakeyhtiö on keskittynyt ensisijaisesti nikkelin ja sinkin tuotantoon. Yritys omistaa Suomessa Talvivaaran nikkeli-kaivoksen. Sen tavoitteena on tulla kansainvälisesti merkittäväksi perusmetallien tuottajaksi toimimalla kustannustehokkaasti sekä soveltamalla biokasaliuotusteknologiaansa myös muihin metalleihin. Yhtiö koostuu emoyhtiöstä ja tytäryhtiöstä Talvivaara Sotkamo Oy:stä, joka hoitaa kaivostoimintaa. Helsingin ja Lontoon pörssiin listatun konsernin toimitusjohtajana toimii Pekka Perä, joka on myös yrityksen suurin omistaja. Vuonna 2010 389 henkilöä työllistävän yrityksen liikevaihto oli 152,2 milj. euroa. Käynnistysvaiheessa oleva yritys tuotti vuonna 2010 104000 nikkeliä sekä 255000 sinkkiä. /86, 100/

3.1.7 Endominex Ab

Endominex Ab on ruotsalainen kaivosyhtiö, joka on perustettu vuonna 2006. Yhtiö on keskittynyt etsimään sekä hyödyntämään kulta- ja rauta-titaanioksidiesiintymiä Suomessa. Yritys koostuu emoyhtiöstä sekä kahdesta tytäryhtiöstä Endominex Oy:stä sekä Kalvinit Oy:stä, jotka hoitavat toimintoja Suomessa. Tukholman pörssiin listatun yrityksen toimitusjohtaja on Markus Ekberg. Yhtiön ensimmäinen kaivos avattiin Suomen Pampaloon vuoden 2010 lopulla, jolloin yritys työllisti 49 henkilöä. /9,13, 102/

3.1.8 Nordic Mines Ab

Vuonna 2005 perustettu Nordic Mines Ab on ruotsalainen kaivosyhtiö, jonka toiminta on keskittynyt kullan ja muiden metallien etsintään. Yhtiöllä on erilaisia tutkimus- ja kaivoshankkeita Suomessa ja Ruotsissa ja sen ensimmäinen kaivos avataan Suomen Raahen vuonna 2011. Yhtiön tavoitteena on tulla kaivoshankkeensa myötä Pohjoismaiden johtavaksi kullantuottajaksi mm. tekemällä yhteistyötä johtavien ja taloudellisesti vakaiden kumppanien kanssa. Tukholman pörssiin listatun yrityksen toimitusjohtajana toimii Michael Nilsson. /60/

3.2 KAIVOSTEOLLISUUDEN VAIKUTUKSET POHJOIS-SUOMESSA

Pohjois-Suomen sanotaan olevan yksi maailman viidestä rikkaimmista jalometallien esiintymäalueista, jonka vuoksi sen taloudellinen potentiaali on merkittävä. Lähes kaikki Pohjois-Suomen kaivokset sijaitsevat seuduilla, joilla on korkea työttömyysaste. Kaivosteollisuus on aluepoliittisesti merkittävä eri alueiden tasapuolisen kehityksen edistäjä, sillä yhden kaivostyöpaikan sanotaan tuovan mukanaan 2-3 seurannaistyöpaikkaa. Lisäksi kaivosteollisuus edistää syrjäseutujen asuttamista ja kehittymistä sekä nostaa alueen kansantuotteen muun Suomen tasolle. /32,48/

Yhteen kaivosinvestointiin kohdistuvien kustannuksien sanotaan olevan noin 200 miljoonaa euroa. Tämän lisäksi investointeja tehdään usein myös kansallisella tasolla tarvittavaan infrastruktuuriin eli parannetaan mm. liikenneväyliä itse kaivosalueelle sekä sille logistisesti tärkeille alueille. Kaivoshanke on suuri työllistäjä rakennusaikana, jolloin Lapissa tulee olemaan seuraavien vuosien aikana tarvetta rakennusalan ammattilaisille, mikäli suunnitellut rakennushankkeet toteutuvat. Rakennusaikaisten tulojen lisäksi kaivoksesta saadaan merkittävät verotulot niin yhteisöverotuksen kuin uusien asukkaiden aiheuttaman kulutuksen kautta. /48/

Kaivoshankkeet tuovat alueille tuloja myös niiden valmistumisen jälkeenkin. Vuosina 2010-2012 Pohjois-Suomen kaivoshankkeisiin, Talvivaaraan, Kevitsaan, Laivakangas ja Kemiin, ennustetaan investoitavan erilaisissa rakennushankkeissa yhteensä 620milj. euroa. Näiden lisäksi Pohjois-Suomen kaivosten yhteenlaskettujen käyttökulujen on arvioitu olevan noin 425milj. euroa vuodessa. Ottaen huomioon kuvassa 14 esitettyjen kaivosten arvioitujen elinkaarien pituus, voidaan siis todeta, että kaivostoiminta tuo tuloja alueelle paitsi toimiessaan mutta myös sulkemisvaiheessa, jopa vuosikymmenien ajan. /110/



Kuva 14. Pohjois-Suomen kaivosten arvioidut elinkaaret. /110/

3.3 KAIVOSTEOLLISUUS JA ALIHANKINTA

Kaivosteollisuus tarvitsee erilaisia palveluita alihankkijoilta myös ennen rakennusvaihetta sekä sen jälkeen kun kaivos on toiminnassa. Suomessa toimii noin 40-50 malminetsintää harjoittavaa organisaatiota, jotka tarvitsevat erilaisia materiaalin kä-

sittelyyn ja varastointiin liittyviä palveluita. Koska malminetsintä on projektiluontoista, tarvitaan myös erilaisia tilapäistoimistoja ja -asuntoja työntekijöille. Pohjois-Suomesta löytyy yrityksiä, jotka pystyvät tuottamaan kaivosyhtiöille erilaisia palveluita lupa-asioista näytteenottoon ja niiden analysointiin. Siitä huolimatta varsinkin suurin osa näytteiden analysoinnista suoritetaan ulkomailla. /111/

Rakennusvaiheessa kaivosten investointihyödykkeistä noin 70-80% hankitaan kotimaisilta toimittajilta. Pohjois-Suomen uusien kaivosten, Kittilän, Talvivaaran, Kevitsan ja Laivan, yhteenlasketut käyttökulut ovat noin 356 milj. euroa vuodessa, josta myös saadaan suuri taloudellinen lisäys paikallisten alihankkijoiden tilauskantoihin. Kotimaisten toimittajien käyttöä edesauttaa Suomen korkea teknologinen osaaminen. Kuitenkin, koska suurin osa kaivosyhtiöistä on ulkomaisia toimijoita, ei heillä ole tarpeeksi tietoa mistä ja mitä palveluja on saatavilla. Kaivosyhtiöiden mielestä toimittajat pitäisi koota tietopakettiin, joka olisi helposti saatavilla. /111/

Alihankkijoiden verkostoitumisella saavutettaisiin monia etuja, sillä Pohjois-Suomessa yritysten toimituskyky on rajallinen - resursseja suuriin toimituksiin ei välttämättä ole. Kaivosyhtiöt ovat halukkaita käyttämään paikallisia yrityksiä toimittajina, sillä se tukee kansainvälisten finanssilaitosten linjaamaa politiikkaa, jossa korostuu paikallisen yhteisön tuki kaivoshankkeelle. Muodostamalla useamman pienen yrityksen verkostoja, ei yritysten tarvitse olla kokoluokaltaan suuria pystyäkseen kilpailemaan suurempia toimittajia vastaan. /111/

4 Kaivosalan tutkimustoiminta

Kaivosalan tutkimustoimintaa Suomessa harjoittaa laajimmin työ- ja elinkeinoministeriön alainen asiantuntijaorganisaatio Geologian tutkimuskeskus (GTK), jonka toiminta on hyvin laajaa ja pitkälle organisoitua. Lisäksi pienemmässä mitta-kaavassa tutkimustoimintaa harjoittavat geologian alan korkeakoulutasoista koulutusta antavat oppilaitokset, jotka toimivat hyvin paljon yhteistyössä sekä kotimaisen GTK:n että kansainvälisten korkeakoulututkimusryhmien kanssa. Yksi hyvä esimerkki eri tutkimustahojen ja yritysten yhteistyöstä on Oulun yliopiston Oulu Mining School, joka muodostaa vuorialan johtavan koulutus- ja tutkimusverkoston. Näiden organisaatioiden lisäksi kaivosalan tutkimustoimintaa harjoitetaan uusia esiintymiä kartoittavissa ns. junior-yhtiöissä sekä jo toiminnassa olevissa kaivosyhtiöissä. /22,63/

4.1 ORGANISAATIOT

4.1.1 Geologian tutkimuskeskus

Suomessa tutkimustoimintaa harjoittaa laajimmin Geologian tutkimuskeskus (GTK), joka on vuonna 1885 perustettu työ- ja elinkeinoministeriön alainen asiantuntijaorganisaatio. GTK:n tehtävänä on tuottaa ja levittää geologista tietoa ja se mm. tutkii maankamaraa sekä sen luonnonvaroja, vastaa alansa kansallisesta tietopalvelusta sekä toimii aktiivisesti kansainvälisissä projekteissa. GTK:n tietokannat ovat myös ulkomaisten tutkimusorganisaatioiden käytettävissä, mikä on yksi syy Suomen suosioon kansainvälisten kaivosyhtiöiden keskuudessa. Toiminta-aikansa varrella GTK on löytänyt mittavan määrän esiintymiä, jotka ovat julkisen huutokaupan jälkeen päätyneet mm. ulkomaisille kaivosyhtiöille. Moni nykyään Suomessa toimiva kaivos on saanut alkunsa GTK:n löytämästä esiintymästä. /22/

GTK:n rooli tutkimuslaitoksena on tuottaa elinkeinoelämän ja yhteiskunnan päätäjille heidän tarvitsemaansa tietoa tukemaan päätöksentekoa sekä kehittää ratkaisuja ajankohtaisiin ongelmiin. GTK tekee paljon yhteistyötä muiden sektoritutkimuslaitosten, yliopistojen ja muiden tutkimusorganisaatioiden kanssa. Varsinainen tutkimustoiminta on jaettu 10 määräaikaiseksi tutkimusohjelmaksi, joiden sisältö vaihtelee vuorialan eri osa-alueilla. /22/



Kuva 15. Geologian tutkimuskeskuksen rooli tutkimuskentässä /21/

Tutkimustoiminnan lisäksi GTK suorittaa sekä kallio- että maaperän kartoitusta. 1:100 000-mittakaavaista kallioperäkartoitusta on tehty vuodesta 1948 lähtien ja nykyään yhteensä lähes puolet Suomen pinta-alasta on taltioitu 200 kallioperäkartaan. Maaperäkartoituksen tarkoituksena on tuottaa havaintoaineistoa niin tutkimuksen, rakentamisen kuin muun yhteiskuntaelämän tarpeisiin. Edellä mainittujen kartoitusten lisäksi GTK harjoittaa geofysikaalista kartoitusta matalalento- ja painovoimamittausten kautta. Matalalentomittaukset on aloitettu vuonna 1972, josta lähtien koko Suomi on systemaattisesti kartoitettu. Painovoimamittausta on käytetty pääasiassa raaka-ainevarojen kartoitukseen. /22/

4.1.2 Korkeakoulut

Suomessa kaivosalan tutkimustoimintaa suoritetaan myös korkeakouluissa, joissa annetaan geologian alan opetusta. Helsingin yliopiston geologian laitoksella tutkitaan useita geologian osa-alueita sekä tehdään monipuolista tutkimustyötä yhteistyössä mm. kansainvälisten tutkimuslaitosten sekä korkeakoulujen ja GTK:n kanssa. Turun yliopiston geologian laitoksella tutkimus on viime vuosina puolestaan painotunut taloudellisen geologian osa-alueelle, jossa mielenkiinnon kohteena ovat olleet erityisesti nikkelimalmi ja kultaesiintymät. Myös Åbo Akademi tekee geologian tutkimusta osana omaa opetustyötään. /31, 92, 99/

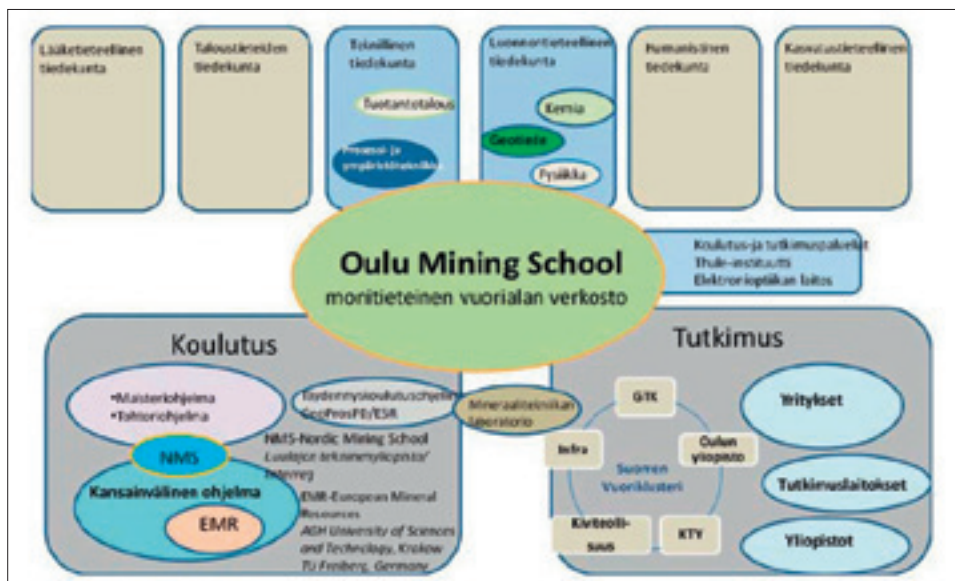
Myös Oulun yliopiston geotieteiden laitoksella tehdään tutkimustyötä maaperä-geologian sekä mineralogian parissa. Mineralisten luonnonvarojen tutkimuksessa keskeisessä asemassa ovat olleet kromi-, nikkeli- sekä PGE-esiintymät mutta viime

aikoina tutkimusta on kohdennettu myös kulta-, sinkki-, lyijy- ja wolframiesiintymiin. Maaperägeologian osalta soveltava tutkimus liittyy mm. malminetsintämenetelmien käytännön sovelluksiin. Soveltavaa tutkimusta tehdäänkin yhteistyössä mm. alueellisten ympäristökeskusten sekä yksityisten yritysten kanssa. Lisäksi Oulun yliopiston alaisuudessa toimii Oulu Mining school -verkosto, josta kerrotaan enemmän luvussa 4.1.3. /64/

Edellä mainittujen tahojen lisäksi kaivosalan opetus- ja tutkimustoimintaa on nykyään Aalto-yliopistoon kuuluvalla Teknisellä korkeakoululla sekä Saimaan ammattikorkeakouluun kuuluvalla entisellä Lappeenrannan ammattikorkeakoululla. Molemmat korkeakoulut toimivat louhinta- ja kaivostekniikan parissa, jonka lisäksi Aalto-yliopisto tutkii rikastusteknisiä asioita. /96/

4.1.3 Oulu Mining School

Oulu Mining School (OMS) on vuonna 2007 toimintansa aloittanut vuorialan koulutus- ja tutkimusverkosto. Sen ydintoimijoita ovat Oulun yliopiston geotieteiden laitos, prosessi- ja ympäristötekniikan osasto sekä koulutus- ja tutkimuspalvelut yhdessä muiden tiedekuntien ja tutkimuslaitosten kanssa. OMS on osa Suomen vuoriklusteria ja näin ollen rakentamassa alan tutkimuskoordinaatiota. Peruskoulutus on julkisrahoitteista ja se pohjautuu verkottumiseen alan eri toimijoiden kanssa. Tärkeimmät kansalliset ja kansainväliset yhteistyökumppanit ovat GTK, Aalto-yliopisto, Työterveyslaitos sekä kaivosyhtiöt yhdessä mm. Luulajan teknillisen yliopiston kanssa (kuva 16). Vuonna 2010 Mining Schoolissa opiskelee noin 40 perusopiskelijaa ja 15 jatkokoulututtavaa. /71/



Kuva 16. Oulu Mining School verkosto /95/

OMS:n puitteissa tehdään myös tutkimusta vuoden 2008 alussa käynnistyneessä Tekes-rahoitteisessa ”Platinaryhmän mineraalien kestävä hyödyntäminen” -hankkeessa. Hankkeen tavoitteena on hiilidioksidin, ultraäänen ja mikroaaltojen vaikutusta platinaryhmän mineraalien rikastamisessa. Opetustoiminnan lisäksi OMS:lla on käytössään mineraalitekniikan laboratorio, jota voidaan hyödyntää myös em. tutkimuskäyttöön. /95/

5 Lainsäädäntö

Suomessa kaivostoimintaa säädelään kaivoslailla ja -asetuksella. Kaivoslainsäädännön lupa- ja valvontaviranomaisena toimii Työ- ja elinkeinoministeriö, joka myös vastaa kaivoslainsäädännön valmistelusta ja kehittamisestä. Kaivoksen toiminta edellyttää ympäristölupaa, jonka myöntää alueellinen ympäristölupavirasto. Edellä mainittujen viranomaisten lisäksi muita valvontaviranomaisia ovat muun muassa Turvatekniikan keskus TUKES, ympäristökeskukset sekä työsuojelupiirit, jotka valvovat muun voimassa olevan lainsäädännön noudattamista. Työ- ja elinkeinoministeriö pitää valtauksista ja kaivospiireistä kaivosrekisteriä, josta jokaisella on oikeus saada otteita maksua vastaan. /84/

5.1 KAIVOSLAKI JA -ASETUS

Kaivostoimintaa Suomessa säätelevät kaivoslaki ja sitä täydentävä kaivosasetus. Nykyinen voimassaoleva kaivoslaki (KaivosL 503/1965) ja kaivosasetus (KaivosA 663/1965) ovat laadittu vuonna 1965, jonka jälkeen niitä on uudistettu aika ajoin pääosin 1990-luvulla. Kaivoslain mukaan lähes kuka tahansa voi etsiä, vallata ja käyttää hyväksi esiintymää joka sisältää kaivoskivennäisiksi luokiteltuja mineraaleja. Havaintoja ja mittauksia sekä vähäistä näytteenottoa voidaan suorittaa myös toisen alueella, kunhan asiasta ilmoittaa maanomistajalle. Etsintätyöstä johtuvat vahingot on kuitenkin korvattava. /41, 43/

Varsinaisten kaivoksen perustamista edeltäviä toimia ohjaavien lakisäännösten lisäksi kaivoslaista löytyy säännöksiä koskien kaivosten turvallisuutta. Niiden lisäksi toiminnassa on myös otettava huomioon työturvallisuuslainsäädäntö. Kaivoslain mukaisten säännösten ja määräysten noudattamista valvoo työ- ja elinkeinoministeriö, kun taas kaivosten turvallisuuden valvonta on Turvatekniikan keskuksen (Tukes) vastuulla. Turvatekniikan keskuksen antamia määräyksiä tulee noudattaa, sillä niiden noudattamatta jättäminen voi johtaa jopa kaivoksen sulkemiseen osittain tai kokonaan. /43/

5.1.1 Varaus ja valtaus

Kaivoslaissa määrätyn toimintajärjestyksen mukaan, esiintymälle tehtäviä tutkimuksia varten haetaan ensin varaus- tai valtauslupa. Mikäli tutkimukset osoittavat, että

esiintymä on todennäköisesti hyödyntämiskelpoinen, sille haetaan kaivospiirin määräämistä. Valtaus- ja kaivospiirihakemukset voidaan myös tehdä yhtä aikaa. Vallattava alue saa olla enintään yhden neliökilometrin suuruinen ja sen pitää olla vähintään 30m tiestä tai 50m rakennuksesta kaukana. Alue ei myöskään saa sijaita yhtä kilometriä lähempänä toisen valtaamaa aluetta tai kaivospiiriä. Valtauspäätös ja kaivospiirin määräämistä haetaan kirjallisesti työ- ja elinkeinoministeriöltä. /43/

Vallatulla alueella on valtaajalla oikeus tehdä tutkimustyötä esiintymän laajuuden ja laadun selvittämiseksi. Maanomistajalle korvataan työstä aiheutuvat vahingot ja haitat, joiden lisäksi valtaaja on velvollinen maksamaan hänelle vuosittaisen valtauskorvauksen, jonka suuruus on 10 euroa hehtaarilta. Alueelle ei saa rakentaa muuta kuin tutkimuksen kannalta tärkeitä rakennuksia ja joissain tapauksissa niillekin on haettava etukäteen lupaa työ- ja elinkeinoministeriöltä. Valtauskorvauksen lisäksi valtaaja on velvollinen suorittamaan valtiolle valtausalueestaan vuosittaista valtausmaksua, jonka suuruus on 6,75 euroa hehtaarilta. Mikäli valtaaja luopuu tai menettää valtauksensa, hän on vuoden kuluessa velvollinen toimittamaan työ- ja elinkeinoministeriölle selostuksen tutkimustöistä ja niiden tuloksista sekä edustavan osan kairasydämistä geologian tutkimuskeskukseen arkistoitavaksi. /41, 43/

5.1.2 Kaivospiiri

Valtauksen jälkeen seuraava toimenpide on kaivospiirin hakeminen, mikäli tutkimukset ovat osoittaneet mineraalesiintymän hyödyntämiskelpoiseksi. Kaivospiirin on oltava yhtenäinen alue, johon on sisällytettävä ainakin osa valtausalueesta. Lisäksi kaivospiiriin saa ottaa toiminnan kannalta välttämättömiä maa-alueita, kuten varasto-, jäte- ja täytemaa-alueet sekä teille ja voimalinjoille tarkoitetut alueet. Kaivoslaissa on lueteltu kaivospiirihakemukseen tarvittavat liitteet, kuten kaivospiirin ja sen apualueen käyttösuunnitelma, joiden lisäksi joissain hankkeissa pitää myös suorittaa ympäristövaikutusten arviointi YVA. Ympäristövaikutusten arviointimenettelystä on kerrottu tarkemmin luvussa 5.2.2. Kaivospiirin käyttöoikeudesta on sen haltijan suoritettava maanomistajalle asianmukainen korvaus, jonka suuruus on 20 euroa hehtaarilta. /41, 43/

Kaivospiirin määräämisen jälkeen sen käyttöoikeuden haltijalla on kaivosoikeus ottaa työn alaiseksi ja käyttää hyväkseen kaikki kaivospiirissä olevat mineraalit sekä muita tarvitsemiaan alueen kallio- tai maaperään kuuluvia aineita. Haltijalla ei kuitenkaan ole lupa suorittaa alueella muita kuin kaivostyöksi laskettavia töitä. Kaivosoikeuden haltija, joka siis on myös kaivospiirin omistaja, on velvollinen maksamaan maanomistajalle vuosittaisen louhintamaksun louhituista ja maanpinnalle nostetuista kaivoskivennäisistä, jonka suuruuden määrää työ- ja elinkeinoministeriö. Mikäli alueella ei aloiteta kaivostyön luonteisia töitä 5-10 vuoden kuluttua kaivospiirin määräämisestä, kaivospiiri hylätään ja maan käyttöoikeus palautuu sen omistajalle korvauksetta. Kaivosoikeudesta luopuessaan tai sen menettäessään oikeuden haltijan on viipymättä palautettava alue turvallisesti ja poistettava irtaimistonsa sieltä kahden vuoden kuluessa. /43/

5.2 YMPÄRISTÖLAKI

Ympäristösuojelulakia (YSL 713/2006) ja sitä täydentävää ympäristönsuojeluasetusta (YSA 169/2000) sovelletaan toiminnoille, jotka aiheuttavat vaaraa ympäristön pilaantumiseen. Lisäksi sitä sovelletaan toimintoihin, jossa syntyy jätettä sekä jätteen hyödyntämiseen tai käsittelyyn. Tällaisia toimintoja ovat esimerkiksi metsä-, metalli- ja kemianteollisuus, energian tuotanto sekä malmien tai mineraalien kaivaminen ja maaperän aineiden otto. Ympäristölain tavoitteena on mm. ehkäistä ympäristön pilaantumista, turvata terveellinen ympäristö ja ehkäistä jätteiden syntyä sekä edistää luonnonvarojen kestävästä käytöstä. Näitä tavoitteita pyritään toteuttamaan asettamalla erilaisia määräyksiä ja raja-arvoja mm. toiminnan laajuudelle ja siitä syntyville päästöille. /97, 98/

5.2.1 Ympäristölupa

Ympäristönsuojelulaissa mainittuun toimintaan, kuten kaivostoiminta, tarvitaan ympäristölupa, jota haetaan viranomaiselta. Kun kyseessä on kaivostoiminta ja malmin tai mineraalien rikastamo, viranomaisena toimii aluehallintovirasto. Jos malmin tai mineraalien kaivamiseen tai maaperän aineiden ottoon liittyy vähintään 50 päivää kestävä kivenlouhinta tai kiinteä murskaamo, toimii lupaviranomaisena sen kunnan ympäristönsuojeluviranomainen, jonka alueelle toimintaa kaavaillaan. /97/

Lupahakemus liitteineen tehdään kolmin kappalein ja siitä on käytävä ilmi, mihin aineistoon ja laskenta-, tutkimus tai arviointimenetelmään siinä annetut tiedot perustuvat. Lupahakemuksen tarkemmasta sisällöstä ja siihen liitettävistä tiedoista sekä suunnitelmista on kerrottu ympäristönsuojeluasetuksessa. Lupahakemuksen toimitamisen jälkeen, kun asia on riittävän yksityiskohtaisesti selvitetty, lupaviranomainen tekee siitä julkisen kuulutuksen. Kuulutuksen tarkoituksena on saattaa lupa-asia tiedoksi muille ja tarjota asianosaisille mahdollisuus ilmaista mielipiteensä muistutuksen muodossa. Tämän lisäksi aluehallintoviraston on pyydettävä lausunto kunnilta sekä niiltä elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksilta, joiden alueita toiminta koskee. /98/

Ympäristölupa myönnetään lupaharkinnan jälkeen, mikäli toiminta täyttää ympäristönsuojelulain sekä muita sitä koskevien lakien, kuten jätelain (1072/1993) ja luonnonsuojelulain (1096/1996) sekä vesilain (264/1961) asettamat vaatimukset. Lupaa harkitessa viranomaisen tulee ottaa huomioon asiassa annetut lausunnot ja tehdyt muistutukset. Kaivostoimintaa koskevassa ympäristöluvassa on huomioitava lisäksi toiminnasta syntyvät kaivannaisjätteet ja niiden jätehuoltosuunnitelma sekä mahdolliset vesistöihin kohdistuvat muutokset. Myönnettävässä luvassa on annettava määräykset toiminnan käyttötarkkailusta, päästöjen, jätteiden ja jätehuollon, toiminnan vaikutusten sekä toiminnan lopettamisen jälkeisen ympäristön tilan tarkkailusta. /98/

Valvontaviranomaisen tulee tarkastaa luvan saaneen toimintaa tietyin väliajoin. Näin varmistetaan, että luvan saaja varmasti toimii säännösten mukaisesti ja noudattaa annettuja vaatimuksia. Valvonnassa voidaan hyödyntää asiantuntijaviranomaisia ja -laitoksia, kuten Turvatekniikan keskus (TUKES) sekä Valtion teknillinen tutki-

muskeskus (VTT). Ympäristönsuojelulaki velvoittaa ympäristöluvan mukaista toimintaa harjoittaneen pitämään huolta, ettei ympäristö pilaannu toiminnan loputtuaan. /97, 98/

5.2.2 Ympäristövaikutusten arviointi YVA

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyä (YVA) sovelletaan hankkeisiin, joista saattaa aiheutua merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia. Tällaisia hankkeita ovat mm. kanalat ja sikalat, ydinvoimalaitokset sekä metallimalmien tai muiden kaivoskivennäisten louhinta, rikastaminen ja käsittely yli 55000 tuodessa. Arviointimenettelyssä selvitetään ja arvioidaan tiettyjen hankkeiden ympäristövaikutukset, etsitään haitallisten vaikutusten ehkäisykeinoja sekä suunnitellaan hankkeen ympäristövaikutusten seuranta. Samalla myös kuullaan viranomaisia sekä niitä joihin hanke saattaa vaikuttaa, tarjoten mahdollisuus osallistua hankkeen valmisteluun. /49, 79/

YVA-menettelystä säädetään laissa YVAL 468/1994 sekä valtioneuvoston asetuksessa YVAA 713/2006. Lainsäädännön tarkoituksena on edistää ympäristövaikutusten arvioinnin huomioonottamista suunnittelussa ja päätöksenteossa sekä lisätä yleisön tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia hankkeen aikana. Menettelyn osapuolina toimivat hankkeen valmistelusta ja toteuttamisesta vastuussa oleva toiminnanharjoittaja eli hankkeesta vastaava, alueellinen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus eli yhteysviranomaisena sekä muut osallistujat eli muut viranomaiset, yksityishenkilöt ja yhteisöt. Mikäli kyseessä on ydinenergialaissa määritelty ydinlaitos, yhteysviranomaisena toimii työ- ja elinkeinoministeriö. /79/

Ympäristövaikutusten arviointimenettely alkaa, kun hankkeesta vastaava toimittaa yhteysviranomaiselle laatimansa arviointiohjelman. Ohjelmassa selostetaan millaisia hankkeen toteuttamisvaihtoehtoja ja seurauksia arvioinnissa tullaan selvittämään. Tämän jälkeen hankkeesta vastaava selvittää hankkeen eri vaihtoehtojen vaikutukset arviointiohjelman ja yhteysviranomaisen lausunnon perusteella sekä laatii arviointiselostuksen. Yhteysviranomaisen velvollisuus on tiedottaa arviointiohjelmasta ja -selostuksesta kuuluttamalla niistä hankkeen todennäköisellä vaikutusalueella sekä kerätä niistä annetut mielipiteet ja lausunnot. Näiden ja oman asiantuntumuksensa perusteella yhteysviranomaisena antaa oman lausuntonsa, jonka jälkeen YVA-menettely päättyy. /30, 49/

5.3 MUUTA LAINSÄÄDÄNTÖÄ

Kaivostoimintaan oleellisesti liittyvää lainsäädäntöä ovat myös luonnonsuojelulaki, jätelaki sekä vesilaki. Niiden lisäksi on olemassa vielä Euroopan Unionin direktiivi kaivannaisteollisuuden jätehuollosta. Luonnonsuojelulaki tavoittelee luonnonvarojen kestävästä käyttästä sekä luonnon monimuotoisuuden säilyttämistä. Sitä toteutetaan nimensä mukaan luonnon suojelemiseen ja sen hoitamiseen. Lain korkein valvoja on ympäristöministeriö ja toimeksipanimina toimivat alueelliset elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset sekä kunnat. Lailla kielletään mm. kaivostoiminta kansallis- ja luonnonpuistoissa, mutta kuitenkin kaivospiirin osana voi kyseinen alue olla. Poik-

keuksen kaivostoiminnan osalta muodostavat luvanvaraiset geologiset tutkimukset sekä malminetsintä. /91/

Jätelain tarkoituksena on minimoida jätteen aiheuttamat haitat ympäristölle ja terveydelle. Laki antaa mm. puitteet jätehuollon järjestämiselle eri alueilla. Kaivostoimintaa jätelaki sivuaa siten, että jätteiksi sen mukaan luokitellaan myös kaivostoiminnan jäännöstuotteet kuten rikastus- ja saostushiekka. Vesilaki puolestaan rajoittaa vesirakentamista ja vesistön järjestelyä sekä pohjaveden käyttöä ja ottoa. Kaivostoiminnassa tarvittavat vedet usein otetaan läheisestä vesistöstä, johon ne johdetaan takaisin perusteellisen puhdistuksen jälkeen. Kaivosten vedenottolupa onkin yhdistetty ympäristölupaan ja se voidaan ottaa olosuhteiden muuttuessa pois tai muuttaa yleensä tiukempaan suuntaan. Vedenottoluvassa annetaan mm. erilaisia määräyksiä ja rajoituksia vedessä esiintyvien mineraalien ja käytettävien vesimäärien suhteen, joita on ehdottomasti noudatettava. /91/

EU:n direktiivi koskee malmin etsinnässä, rikastuksessa, louhinnassa ja varastoinnissa syntyviä jätteitä. Se painottaa kaivosteollisuutta laatimaan jätelaissakin veloitettua jätehuoltosuunnitelman, jonka tarkoituksena on estää ja vähentää jätteiden muodostumista. Direktiivi rajoittaa louhostäyttöön käytettävän kaivosjätteen sijoittamista, sillä se ei saa pilata pohja- ja pintavesiä tai saastuttaa maaperää. Omia rajoituksia annetaan myös rikastehiekka-altaille, joiden sijainnissa mm. on huomioitava kaikki maaperään liittyvät tekijät. Lisäksi altaiden rakenteiden on oltava vakaat ja kestävä sekä on varmistettava, ettei ympäröivän veden laatu huonone altaista tihkuvasta suotovedestä. Kaivostoiminnan aikana ja sen loputtua altaiden kuntoa on seurattava, sillä ne jäävät paikoilleen kaivostoiminnan loputtuakin ja näin ollen muodostavat tietyn riskin maaperän pilaantumiselle vielä vuosienkin päästä. /91/

5.4 VALMISTELTAVAT LAIT

Parhailaan on käynnissä mittava kaivoslainsäädännön uudistamisprosessi, jossa työ- ja elinkeinoministeriön asettama työryhmä on laatinut esityksen uudesta kaivoslaista. Uudistus on esitelty valtioneuvoston toimesta eduskunnalle joulukuussa 2009 ja sen odotetaan tulevan voimaan vuoden 2011 alussa, mikäli eduskunta hyväksyy ehdotuksen. Uudistuksen tavoitteena on korvata vanhentunut kaivoslainsäädäntö ajanmukaisella lainsäädännöllä, jossa on otettu huomioon ympäristönäkökohdat, kansalaisten perusoikeudet, maanomistajien oikeudet ja kuntien vaikuttamismahdollisuudet sekä varmistettu malminetsinnän ja kaivostoiminnan edellytykset. /14, 42/

Nykyinen voimassaoleva kaivoslaki on säädetty vuonna 1965, jolloin kaivostoimintaa harjoittivat lähinnä valtionyhtiöt ja ulkomaankauppa oli säädeltyä eikä ulkomaisten kaivosyritysten toiminta Suomessa ollut sallittua. Vuonna 1994 annetun ETA-ratkaisun myötä tilanne on kuitenkin muuttunut ja myös ulkomaiset yritykset voivat nykyään harjoittaa malminetsintää ja kaivostoimintaa Suomessa. Nykyään suurin osa alan yrityksistä onkin ulkomaisia. Oleellisia muutoksia on tehty myös muuhun kaivostoimintaa koskevaan lainsäädäntöön sekä perusoikeusjärjestelmään ja siihen liittyviin

tulkintaan. Kaivoslakia on muutettu useita kertoja, pääsääntöisesti 1990-luvulla, mutta muutokset ovat lähinnä koskeneet ainoastaan yksittäisiä lain kohtia. /42/

Uudessa kaivoslakiehdotuksessa malminetsintää saisi harjoittaa yleisen näytteenotto-oikeuden nojalla, etsintätyönä tai valtausluvalla nykyistä lakia laajemmin, mutta uutuutena tulisi kiinteistön omistajan kielto-oikeus. Lisäksi suojaetäisyys rakennuksista pitenisi nykyisen 50m sijasta 150m ja etsintäalueen kiinteistön omistajille maksettaisiin porrastettua malminetsintäkorvausta. Valtausluvassa oikeuksista ja velvollisuuksista säädettäisiin tarkemmin. Valtauksen voimassa oloaika olisi enintään 15 ja jälkihoitovelvoitteita laajennettaisiin. Lakiesityksen mukaan valtiolle maksettava valtauskorvaus poistettaisiin ja maanomistajille maksettava korvaus porrastettaisiin. /67/

Kaivoslaki perustuisi uuden lain mukaan edelleen niin sanottuun valtausjärjestelmään, jossa alueen hyödyntämisoikeus perustuisi kaivoslupaan. Luvanhaltijan oikeuksista ja velvollisuuksista säädettäisiin tarkemmin. Erityistä merkitystä asetettaisiin hankkeen paikallis- ja aluetaloudellisvaikutuksiin, jolloin kaivoslupa voitaisiin myöntää myös valtauksen esteistä huolimatta. Kaivospiiritoimitus nimettäisiin kaivostoimitukseksi ja maksettavista korvauksista säädettäisiin nykyistä tarkemmin. /67/

Lakiesityksen mukaan kaivostoiminnan lopetus- ja jälkivelvoitteet laajentuisivat ja toiminnanharjoittajan olisi asetettava vakuus, joka takaisi velvoitteiden hoidon. Työturvallisuuden valvonta perustuisi työturvallisuuslakiin, jonka lisäksi toiminnanharjoittajan johtamisjärjestelmälle asetettaisiin vaatimuksia ja suoritettaisiin ennakkovalvontaa. Lupa-, valvonta- ja viranomaistehtävät siirtyisivät nykyiseltä työ- ja elinkeinoministeriöltä Turvatekniikakeskukselle. Samalla viranomaisten edellytyksiä valvoa kaivosyhtiöiden toimintaa tehostettaisiin antamalla heille tarvittavat valtuudet ja pakkokeino-oikeudet. Edellä mainittujen osien lisäksi esitys sisältää myös niin sanottuja teknisiä muutoksia mm. maastoliikenne-, säteily-, erämaa- ja luonnon-suojelulakeihin. /67/

6 Ympäristövaikutukset

Ympäristövaikutuksella tarkoitetaan yleisesti muutosta luontoon, rakennuksiin ja yhdyskuntarakenteeseen sekä ihmisten elinoloihin ja terveyteen. Muutokset voivat vaikuttaa edellä mainittuihin kohteisiin suorasti tai epäsuorasti. Kaivostoiminta tuottaa aina muutoksia ympäristöön oli toiminnan volyyymi minkä kokoinen tahansa. Vaikutukset ovat erilaiset hankkeen eri vaiheissa ja ne voivat jatkua myös toiminnan päätyttyä. Eri vaiheissa vaikutukset myös kohdistuvat eri tavoin riippuen mm. toiminnan laajuudesta ja käytetystä tekniikasta. /91/

Hyvällä suunnittelulla, haitallisiin muutoksiin osataan varautua ja parhaimmillaan ne voidaan osittain jopa poistaa kokonaan. Ympäristövaikutuksiin pyritään varautumaan ennalta ympäristövaikutustenarviointimenettelyllä (YVA-menettely). Nykyään kaivostoiminnan edellytyksenä onkin suunnitella etukäteen alueen jälkihoito, sillä hoitamattomilla alueilla voi olla vaikutuksia ympäristöönsä jopa kymmeniä vuosia. Vaikutukset voidaan jakaa kolmeen osaan: tutkimustyön aikaisiin, tuotannon aikaisiin ja toiminnan jälkeisiin. /91/

6.1 TUTKIMUSTYÖN AIKAiset VAIKUTUKSET

Tutkimustyön aikaiset vaikutukset ovat hyvin pieniä verrattuna itse toimintaan. Yleisesti tutkimustöistä syntyy alueellisia meluhaittoja kairaustöistä sekä mahdollisista lentomittauksista. Kaikki syntyvät aineelliset vahingot on kaivoslainsäädännön mukaan korvattava ja tutkitut alueet tulee palauttaa mahdollisimman alkuperäiseen muotoonsa. Maaperään kohdistuvia vaikutuksia aiheuttavat maastotutkimukset sekä syväkairaukset, jotka vahingoittavat maata ja kasvustoa. Tutkimustyöt voivat rumentaa maisemaa, sillä jopa kilometrien pituisten tutkimuslinjojen edestä joudutaan hyvin usein poistamaan puita, oksia ja muuta kasvillisuutta. Lisäksi syväkairaus suoritetaan raskasta kalustoa käyttäen, joka sekin osaltaan vahingoittaa maata ja sen kasvustoa. /91/

Vaikutuksia kohdistuu maaperän lisäksi usein myös veteen. Tutkimuskaivannot voivat olla jopa satojen metrien pituisia, jolloin ne saattavat helposti vaikuttaa pohjaveden luonnolliseen virtaukseen. Kaivettavat maa-ainekset voivat myös kulkeutua pintavesiin heikentäen niiden laatua. Kairaukseen tarvittava vesi otetaan useimmiten joko alueella olevista puroista, aiemmista kairareijistä tai tuodaan paikalle. Ongelmia koituu, mikäli paineellinen pohjavesi purkautuu kairareijistä maan pinnalle ja näin

ollen vesittää ympäristöä. Kairausreikien kautta kulkeutuvien ainesten vuoksi veden laatu voi myös huonontua, jonka vuoksi reiät useimmiten tukitaan tutkimusten loputtua. /91/

6.2 TUOTANNON AIKAISET VAIKUTUKSET

Tuotannon aikaiset vaikutukset ovat huomattavasti suuremmat kuin tutkimustyön aikaiset. Näkyvimvät vaikutukset syntyvät jo heti toiminnan alkuvaiheissa, kun maisema muuttuu rakennusten, teiden ja sähköverkoston rakentamisen vuoksi. Eräitä näkyvimpiä muutoksia ovat avolouhos sekä rikastehiekka-altaat, jotka voivat olla kooltaan jopa useita kymmeniä hehtaareja. Maisemamuutosten ohella yleistä viihtyvyyttä saattaa haitata louhinnan, murskauksen, rikastuksen, kuljetuksen ja räjäytyksen synnyttämät melu, tärinä ja pöly. Pöly, joka yleensä syntyy louhinnasta ja rikasteen varastoinnista likaa paikallisesti ympäröivää maaperää sekä voi myös vaikuttaa ihmisten terveydentilaan kulkeutuessaan keuhkoihin. Kaivosalueella käytettävien kemikaalien johdosta maaperä voi myös pilaantua, jolloin öljyn ja muun käsiteltävän ongelmajätteen varastointiin ja jälkikäsitteilyyn tulee kiinnittää erityistä huomiota. /91/

Veteen kohdistuvia vaikutuksia syntyy tuotannon aikana paljon. Erityisesti veden laatu saattaa paikallisesti huonontua, sillä louhoksista poistettava vesi sisältää usein myös louhinnassa käytettyä vettä, jonka seassa on porausvettä sekä kemikaali- ja räjähdettäviä. Edellä mainittujen seikkojen lisäksi vedet voivat myös happamoitua mikäli rikastehiekan varastointialueiden maapohjan ainekset ovat otollisia hapettuneiden mineraalijäämien liukenemiselle. Veden käyttö ja vesialueiden tukkiminen kaivoksilla muuttaa pohjaveden luonnollista kiertoa, jolloin pohjaveden pinta laskee vaikuttaen samalla alueen talousvesikaivojen pintoihin. /91/

Edellä mainittujen melko negatiivisten vaikutusten lisäksi kaivostoiminnalla on myös positiivisia sosiaalisia vaikutuksia. Kaivostoiminta työllistää alueellisesti useita ihmisiä joko suoraan itse kaivokselle tai välillisesti esimerkiksi alihankintayritysten kautta. Työllisyystilanteen parantuessa niin yksityishenkilöiden, elinkeinoharjoittajien kuin kunnankin taloudellinen tilanne usein kohenee. Kaivosalueet sijaitsevat usein syrjäisillä seuduilla, joilla asutusta ei ole paljoa ja ikärakenne on iäkäs. Kaivoksen vaikutuksesta asukasmäärä alueella hyvin usein lisääntyy, jolloin muuttotappiota saadaan hidastettua ja väestörakennetta muutettua nuoremmaksi. /91/

6.3 TUOTANNON JÄLKEISET VAIKUTUKSET

Tuotannon jälkeiset mahdolliset ympäristövaikutukset syntyvät pääasiallisesti sivukivien läjitysalueilta sekä rikastehiekka-altaista. Sivukivien läjitys vaikuttaa kasvillisuuteen, eliöstöön ja viihtyvyyteen, sillä kasat voivat olla kooltaan jopa yli 100 hehtaaria. Kaivostoiminnan loputtua kasat tulee kunnostaa siihen kuntoon, ettei niistä aiheudu turvallisuutta uhkaavia riskejä. Useimmiten ne pyritään myös maisemoimaan maisemallisten vaikutusten vähentämiseksi. Rikastehiekka-aldaiden kuntoa tulee valvoa myös toiminnan loputtua, sillä hiekan sisältämät kemikaalit voivat va-

hingoittaa ekosysteemiä huomattavasti. Altaissa oleva hiekka saattaa kuivua hyvin helposti, jonka vuoksi ne usein täytetään soralla ja maisemoidaan lähiympäristöön sopiviksi. /91/

6.4 KAIVOSJÄTTEET

Suurin osa kaivosten jätemäärästä syntyy mineraaleista poistetuista epäpuhtauksista. Jättemäärät eivät ole suoraan verrannollisia louhintamäärään, sillä se riippuu rikastettavan mineraalin pitoisuudesta louhittavassa malmissa. Tekemällä kartoituskairauksia, voidaan louhinta kohdistaa suoraan malmipitoisiin alueisiin ja näin ollen välttää turhan sivukiven louhiminen. Sivukivi, irtomaa ja rikastehiekka voidaan määritellä joko jätteeksi tai sivutuotteeksi kaivoksen ympäristöluvassa. Jätteeksi luokiteltaessa, niiden loppusijoituspaikkoja pidetään kaatopaikkoina, jolloin niihin pätee myöskin jätelainsäädäntö. Myöhemmin hyödynnettävissä olevia kutsutaan sivutuotteeksi, jota voidaan käyttää esimerkiksi kaivostäytteenä. Vuonna 2003 kaivosteollisuudessa syntyi jätettä 23,8 miljoonaa tonnia, josta hyötykäyttöön saatiin 3,4, miljoonaa tonnia. /91/

Konkreettisesti kaivoksella syntyviä jätteitä, jotka vaativat jatkokäsittelyä ovat poistomaa, sivukivi, rikastehiekka sekä kaivosvesi. Poistomaa on malmiesiintymän tieltä poistettua multa-, hiekka- tai sora-ainesta, joka useimmiten varastoidaan kaivosalueelle. Toiminnan loputtua läjä maisemoidaan sellaisenaan, mikäli sitä ei käytetä peittona rikastehiekka-altaille tai sivukivikasaille. Soveltuvien osin maa-ainesta voidaan hyödyntää myös maanrakentamisessa ja maisemoinnissa kaivosalueen ulkopuolella. Sivukiveksi kutsutaan kiviainesta, jonka metallipitoisuus on riittämätön rikastukseen. Kivet varastoidaan kaivosalueella ympäristöluvassa määritellylle läjitysalueelle, josta sitä tarvittaessa voidaan käyttää louhostäyttöön tukemaan kaivoksen seiniä ja kattoja. Kaivostoiminnan loputtua läjitysalueiden jälkihoidosta tulee huolehtia tekemällä alueesta vakaa ja turvallinen. Useimmiten läjät myös maisemoidaan. /91/

Louhittuja maa-aineksia, erotettavaa malmia sekä kemikaalijäämiä sisältävä rikastushiekka syntyy malmin erotusprosessissa. Hiekka on hienojakoista tai niin kuin useimmiten hyvin lietemäistä ja se varastoidaan rikastehiekka- ja saostusaltaisiin. Mikäli hiekka ei ole kovin nestemäistä, sitä voidaan hyödyntää kaivostäytössä, lisäämällä sen sekaan kovettuvaa ainesta. Käyttämättä jääneet hiekat jätetään altaisiin, jotka täytetään ja maisemoidaan. Kaivosvedeksi kutsutaan louhoksiin luontaisesti kulkeutunutta pohjavettä, joka poistetaan louhinnan tieltä. Vettä voidaan hyötykäyttää kaivoksen rikastuksessa, jolloin vesistöistä otettavan raakaveden määrää saadaan vähennettyä. Kaivoksessa ja rikastamossa veteen voi liueta erilaisia raskasmetalleja, kuten lyijyä, sinkkiä ja rautaa, jotka hapettuessaan aiheuttavat vesistöjen happamointumista. Tämän vuoksi vedet käsitellään ennen vesistöön takaisinlaskua saostusaltaissa. Yleisin käsittelytapa on neutralointi, jossa veden pH-arvoa nostetaan kalkin ja natriumkarbonaatin avulla. Tällöin haitalliset metallit saostuvat altaan pohjalle ja pinnalla oleva puhdistettu vesi voidaan laskea takaisin vesistöön. /91/

7 Kaivosprosessi

Kaivosprosessi alkaa louhinnasta, jonka aikana kalliota porataan, räjäytetään ja lastataan kuljetettavaksi. Louhittu kallio murskataan sopivan kokoisiksi kappaleiksi, jonka jälkeen se rikastetaan erilaisia menetelmiä käyttäen, riippuen siitä minkälainen malmi on kyseessä. Louhinta- ja erityisesti maanalaisia menetelmiä on monia erilaisia. Se, mitä menetelmää käytetään, riippuu mm. louhittavan kallion laadusta. Seuraavassa eri louhintamenetelmät on esitelty yleisellä tasolla.

7.1 AVOLOUHINTA

Avolouhintaa pidetään periaatteessa edullisempänä kuin maanalaista louhintaa, sillä nimensä mukaisestikin toimintaa suoritetaan taivasalla, eikä sitä varten tarvitse rakentaa erillisiä kaivostunneleita ja muita tarvittavia tiloja maan alle. Edullista se onkin, varsinkin silloin kun malmiesiintymä sijaitsee lähellä pehmeää maan pintaa, kuten Talvivaarassa, mutta avolouhinnan haittana on sivukiven määrän lisääntyminen sitä mukaa mitä syvemmälle louhinta etenee. Esimerkiksi Outokummun Kemin kaivoksella päädyttiin siirtymään maanalaiseen louhintaan mm. juuri runsaan sivukivimäärän vuoksi, jota pahimmillaan louhittiin jopa 6-kertainen määrä malmiin nähden. Avolouhinnan lisääntyessä myös läjitysalueiden riittävyys sekä niiden aiheuttamat ympäristövaikutukset tulee huomioida, joka osaltaan vaikuttaa kustannuksiin. Läjitysalueiden hoito kun jatkuu vielä kaivoksen sulkemisen jälkeenkin. /29, 94/

Yleensä kaivoksen toiminta alkaa avolouhoksena, josta vähitellen siirrytään maanalaiseen louhintaan. Tällä tavalla tuotantoa saadaan tehtyä yhtä aikaa niinä vuosina, kun maanalaista kaivosta rakennetaan. Avolouhoksen suunnittelussa huomioidaan mm. tasot ja niitä yhdistävät rampit sekä louhoksen seinämien kaltevuuskulmat, jotka ovat hyvin oleellisia louhoksen turvallisuuden ja taloudellisuuden kannalta. Ennen varsinaisen louhinnan aloittamista kallion pinta paljastetaan poistamalla maa-aines riittävältä etäisyydeltä myös louhittavan alueen ympäriltä. Varsinaisia louhintamenetelmiä on yleisesti käytössä kahta tyyppiä: pengerialouhinta ja paikalleenräjäyttäminen, jotka esitellään tarkemmin kohdissa 7.1.1 ja 7.1.2. /29/

7.1.1 Pengerlouhinta

Pohjoismaissa yleisin avolouhinnan menetelmä on pengerlouhinta, joka suoritetaan räjäyttämällä. Sen työvaiheita ovat irrotus eli poraus ja räjäytys, rikotus sekä louheen lastaus ja kuljetus. Louhinta aloitetaan kallionpaljastamisen jälkeen louhimalla kallioon luiska, jota laajennetaan pohjatason saavuttamisen jälkeen varsinaisen louhinnan aloittamiseksi. Pengerlouhinta etenee yleensä ylhäältä alaspäin tasapaksuina tasoin, jotka yhdistetään toisiinsa ajoteilla. Teitä pitkin, irrotettu kiviaines kuljetetaan kaivosajoneuvoilla pois joko murskaamoon tai läjitysalueelle sitä mukaa kun kiveä irrotetaan. /29/



Kuva 17. Pengerlouhittu maailman suurin avolouhos /68/

7.1.2 Paikalleenräjäyttäminen

Paikalleenräjäyttämisessä nimensä mukaisesti räjäytetään malmi paikoilleen. Hyvin paljon pengerlouhinnan kaltainen menetelmä erottuu siitä, että irrotuksen ja lastauksen ei tarvitse seurata toisiaan, jolloin irrotettua kiveä ei useinkaan lastata ennen seuraavaa räjäytystä. Pengerlouhinnasta poiketen louhintareivät ovat pystysuoria, jolloin kentän horisontaalinen liike saadaan pidettyä mahdollisimman vähäisenä. Paikalleenräjäyttäminen sopii erinomaisesti loivakaateisille eli maan alla loivassa kulkussa esiintyville malmeille, jossa malmikerrosten välissä on raakku- eli sivukivikerros sekä kapeiden malmijuonteiden louhintaan. Myös massiivisten malmien suuri-mittakaavaiseen louhintaan se sopii tuotantotehonsa ja taloudellisuutensa vuoksi.

Kyseistä menetelmää käytetään Ruotsissa Aitikissa, Pohjoismaiden suurimmalla avolouhoksella sekä Suomessa Suurikuusikon kultakaivoksella Kittilässä. Menetelmä on ollut myös aikoinaan käytössä Pahtavaaran kaivoksella Sodankylässä. /29/



Kuva 18. Paikalleenräjäyttämistä hyödyntävä Aitik:n kaivos Ruotsissa /6/

Menetelmän etuna on lastausvaiheessa tapahtuva selektiivinen erottelu, jolloin malmi ja sivukivi sekoittuvat mahdollisimman vähän keskenään. Teknisesti lastaus on tosin vaikeampaa, sillä se vaatii lastauskuljetusvälineen kuljettajalta huolellista seuranta ja ohjausta, kun pitää seurata esim. geologin ennalta merkitsemää rajaa. Myöskään lastauskalustoa ei tarvitse siirtää niin useasti suojaan räjäytyksiltä, kun voidaan irrottaa suuri määrä kiveä kerralla. Paikalleenräjäytyksen haittapuolena tai oikeastaan vaikeutena on normaalia suurempi ominaispanostus sekä hieman alentunut lastausteho. Jotta menetelmän käyttö onnistuisi, tulee irrotettavan kiven olla helposti räjäytettävää. Suomessa yleisesti esiintyvää sitkeää kiveä ei pidetä tällaisena, jonka vuoksi perusteelliset koelouhinnat ovat paikallaan ennen varsinaisen louhinnan aloittamista. /29/

7.2 MAANALAINEN LOUHINTA

Avolouhinnan sijaan kaivoksella voidaan tehdä maanalaista louhintaa, joka tiettyyn syvyyteen mentäessä voi tulla jopa avolouhintaa edullisemmaksi. Esimerkiksi kapeilla malmiesiintymillä maanalainen louhinta voi olla edullisempaa jo 10m syvyydessä kun taas leveissä ja pitkissä esiintymissä pitää mennä reilusti yli 200m syvyyteen edullisuuden saavuttamiseksi. Yksi maanalaisen louhinnan eduista on, että sivukiven määrää saadaan pienennettyä huomattavasti, jolloin myös ympäristövaikutukset vähenevät. Maan alle siirryttäessä turvallisuusnäkökulmat korostuvat entuudestaan, sillä kivimassat voivat olla hyvin arvaamattomia ilman asiantuntevaa suunnittelua. Louhintamenetelmänä käytetään yleensä sellaista, jossa ei työskennellä varsinaisen louhoksen sisällä vaan tunneleista käsin. Louhintamenetelmän valinnassa huomioidaan yleensä malmigeometria, kuten malmin asento ja muoto, kalliolaatu ja jännitystilä sekä malmin arvo ja kustannukset, unohtamatta ympäristövaikutuksia ja tarvittavaa kalustoa. /29/

Maanalaiset louhintamenetelmät voidaan luokitella monella eri tavalla. Yleisin poraus-räjätysmenetelmien jaottelu tehdään tukemistarpeen mukaan. Tällöin puhutaan avoimista, täyttö- ja sorrosmenetelmistä. Näistä Suomessa suosituimpia ovat avoimet menetelmät, joihin kuuluu mm. välitaso- ja pengelouhinta. Käytännössä kaivoksilla kuitenkin käytetään useita menetelmiä tai niiden yhdistelmiä, riippuen louhitavasta malmista ja siitä miten se voitaisiin hyödyntää kustannustehokkaimmin. /29/

7.2.1 Avoimet menetelmät

Avoimiin menetelmiin kuuluvat pilari-, välitaso- ja pengelouhinta. Niille on tyyppilistä, että louhos pidetään avoimena suunnitellusti jätettyjen malmitukipilareiden ja holvimuotoisen louhoskaton avulla. Näiden menetelmien edellytys on, että louhoksen katto ja seinät pysyvät koossa louhinnan ajan ilman merkittäviä toimenpiteitä, jonka vuoksi ne soveltuvat parhaiten vakaisiin kalliomekaanisiin olosuhteisiin. Useimmiten suuret jännevälit kuitenkin varmistetaan katto- tai vaijeripultituksella ja louhinnan jälkeen tyhjät louhokset täytetään kovettumattomalla tai kovetetulla täyteaineksella. Tyyppillisesti täyteaines on esim. louhittua sivukiveä, johon on sekoitettu kovettuvaa ainesta. /29/

PILARILOUHINTA

Pilarilouhintaa sovelletaan laattamaisiin esiintymiin, jotka ovat sijoittuneet loivaan, alle 30° kulmaan. Siinä työskentely tapahtuu louhosten sisällä etenemällä ylhäältä alaspäin vastaten tavallista peränajoa. Louhinta suoritetaan siten, että kattoa tukemaan jätetään pilariverkosto. Ennen työstöä, louhosten katot pultitetaan, verkotetaan sekä ruiskubetonoidaan malmipilaritappioiden minimoimiseksi sekä työturvallisuuden parantamiseksi. Pilarilouhinta on tehokkainta 5-15m tasapaksuissa malmeissa, sillä näin varmistetaan mahdollisimman suuri talteenotto. Yksi menetelmän suurista ongelmista Suomessa onkin malmioiden repaleisuus ja paksuusvaihtelut, jolloin sivukivilaimennus saattaa paikoitellen olla varsin merkittävä. /29/

VÄLITASOLOUHINTA

Välitasolouhinta, joka perustuu pitkäreikäporaukseen, on ylivoimaisesti Suomessa eniten käytetty louhintamenetelmä, sillä sen käyttökustannukset ovat alhaiset ja vuosikapasiteetti korkea. Menetelmä ei ole riippuvainen malmiesiintymän paksuudesta, sillä louhinnassa voidaan käyttää joko pitkittäistä tai poikittaista louhintatapaa. Tällöin louhokset, joiden koko tyypillisesti vaihtelee 10 000- 300 000 välillä, louhitaan tietyssä järjestyksessä, jossa ensimmäisessä vaiheessa tyhjennetyt louhokset täytetään kovettuvalla täytteellä, jonka jälkeen toisessa vaiheessa louhitaan niiden väliin jääneet louhokset. /29/

Yleensä louhinta tapahtuu edeten alhaalta ylöspäin, 15-40m tasovälein, joita voi olla päällekkäin useita samanaikaisesti. Räjätystä varten, louhos jaetaan viuhkoihin, joihin porataan 30-40m pitkiä reikiä. Räjätys tapahtuu yleensä 1-2 viuhkaa kerrallaan, jonka jälkeen malmi lastataan lastaustasolla olevista suppilomaisista lastausaukoista siihen tarkoitettulla kalustolla. Tarvittaessa lastaus voidaan kokonaan automatisoida, jolloin ohjaus tapahtuu etävalvomosta käsin videokameroita ja langatonta WLAN-tekniikkaa hyväksikäyttäen. /29/

PENGERLOUHINTA

Pengerlouhinta on välitasolouhinnan sovellus, jossa louhinta etenee yksi pengeriä tasoväli kerrallaan. Eteneminen voi tapahtua joko ylhäältä alaspäin tai päinvastoin ja siinä voidaan käyttää apuna louhostäyttöä tai pilareita. Parhaiten pengerialouhinta soveltuu massiivisille tai jyrkkäkaateisille ohuille juonimalmeille ja se voidaan jakaa poikittaiseen sekä pitkittäiseen pengerialouhintaan. Poikittaista pengerialouhinta kutsutaan myös jälkitäyttölouhinnaksi. Siinä eteneminen tapahtuu samalla tavalla kuin välitasolouhinnassakin, ensimmäisen ja toiseen vaiheen louhosten välillä. Työturvallisuuden vuoksi ja etenkin epävakaisissa kallio-olosuhteissa, louhokset lujitetaan pultituksilla, ruiskubetonoinnilla sekä verkotuksella. Ylhäältä alaspäin irrotetun malmin lastaus tapahtuu louhoksen alaosaan, joko käsin- tai kauko-ohjatulla laitteistolla, jolloin erillisiä malmisuppiloita ei tarvita. /29/

Ohuille juonimalmeille sovelletaan erityisesti pitkittäistä pengerialouhinta, joka on tehokas menetelmä silloin kun malmirajat ovat suoraviivaiset. Menetelmässä esiintymä jaetaan tasoihin 12-25m välein ja etenemä tapahtuu ylhäältä alaspäin. Irrotettu malmi kuljetetaan malmiperä eli louhokselle kulkevaa käytävää pitkin kaatonsuihin tai dumppeihin. Menetelmä on tehokas, hyvin mekanisoitavissa sekä muunneltavissa mutta se voi vaatia runsaita etukäteiskairauksia tarkkojen malmirajojen selvittämiseksi. /29/

7.2.2 Täyttömenetelmät

Tähän menetelmäryhmään kuuluvat makasiini-, lyhytreikätyttö- sekä pengertäyttö-louhinta. Täyttömenetelmille on tyypillistä, että louhostila tuetaan keinoitekoisesti louhostäytön avulla jo louhinnan yhteydessä, seinien ja katon paikallaan pysymisen varmistamiseksi. Käytettävä täyteaine voi olla sivukivilouhe, rikastehiekka tai kovettuva pasta. Täyttömenetelmä soveltuu parhaiten rikkaisiin malmiesiintymiin sekä vaikeisiin kallio-olosuhteisiin, sillä se mahdollistaa malmin korkean talteensaannin. /29/

MAKASIINILOUHINTA

Makasiinilouhinta on avoimien ja täyttömenetelmien välimuoto, jossa väliaikaisesti käytetään täytteenä malmilouhetta tukemaan louhoksen seiniä. Täytön tavoitteena on estää seinämien lohkeilu eli raakkulaimennuksen syntyminen. Menetelmää soveltuukin näin ollen erinomaisesti jyrkkäkaateisille malmeille, jotka itsessään ovat lujia mutta niiden sivukivet ovat heikkoja. Lastausjärjestelyt ovat samankaltaiset kuin välitasolouhinnassa, mutta varsinainen louhinta tapahtuu vaakasuorina kerroksina edeten vaiheittain ylöspäin. Louhinnan aikana louhoksesta lastataan vain noin 40% malmista pois, ja loput kun koko louhos on irrotettu. Makasiinilouhinnan etuina on menetelmän tehokkuus sekä mekanisoitavuus. Haittapuolena ovat menetelmän herkkyyys porausvirheille sekä tarkkuutta ja valvontaa vaativa lastaus siten, että malmia jätetään tarpeeksi sivutuiksi. /29/

LYHYTREIKÄTÄYTTÖLOUHINTA

Lyhytreikästäyttömenetelmä soveltuu parhaiten ohuisiin, rikkaisiin esiintymiin, joissa kallio-olosuhteet ovat hyvin heikot. Siinä malmi louhitaan vaakasuorina kerroksina, alhaalta ylöspäin edeten. Louhitut tunnelit täytetään sivukivellä tai rikastamon jätiehiekalla, jolloin täytettyä tunnelia voidaan käyttää seuraavan yläpuolen kerroksen työskentelyalustana. Yleensä lyhytreikästäyttölouhinta yhdistetään pengerialouhintaan, sillä se on yksistään melko tehoton menetelmä. Etuina ovat kuitenkin vähäiset malmi-tappiot sekä malmirajojen vähäinen etukäteistuntemuksen tarve. /29/

PENGERTÄYTTÖLOUHINTA

Pengertäyttölouhinta on menetelmänä tehokkaampi kuin lyhytreikästäyttömenetelmä ja soveltuu hyvin kapeisiin jyrkkäkaateisiin malmeihin, joiden lujuus on alhainen. Louhinta etenee välitasomaisesti alhaalta ylöspäin, vetäytyen malmin pituisesti sen pituussuunnassa. Tyhjat louhokset täytetään välittömästi etenemän mukaan. Työturvallisuus on hyvä, sillä työskentely voidaan tehdä etävalvomosta käsin ja tarvittaessa louhosten väliin voidaan jättää kalliopilareita. /29/

7.2.3 Sorrosmenetelmät

Sorrosmenetelmiin kuuluvat levy- ja lohkosorroslouhinta, joissa louhosten katto sorrutetaan tarkoituksellisesti sen tyhjennyttyä. Ne soveltuvat parhaiten hyvin kookkaille malmeille, sillä menetelmien haittana on suhteellisen alhainen malmin talteen-saanti ja suuri sivukivilaimennus, joka syntyy kun sivukiveä ajautuu suunnittele-matomiin rikastukseen menevän malmilouheen joukkoon. Etuna menetelmällä puo-les-taan ovat työskentelyvaiheiden systemaattisuus, korkea vuosikapasiteetti sekä alhainen tonnikustannus. Vaikka menetelmä kuulostaa vaaralliselta ja sortuma etenee usein maan pinnalle saakka, työturvallisuus voidaan säilyttää työskentelemällä pelkästään tunneleista käsin. Levysorroslouhinta on käytössä Pohjoismaiden suurimmassa maan-alaisessa kaivoksessa, LKAB:n Kiirunan rautakaivoksella Ruotsissa. /29/

LEVYSORROSLOUHINTA

Levysorroslohuinta soveltuu parhaiten syvälle ulottuvien ja kookkaiden esiintymien louhintaan. Menetelmässä malmi rikotaan räjäyttämällä, jolloin katon sivukivet sortuvat malmin päälle estäen tyhjän tilan syntymisen. Louhinta etenee järjestelmällisesti ylhäältä alaspäin sorruttaen malmi mahdollisimman tasaisena patjana. Louhinnan onnistumisen yksi edellytys on perien ajon tarkkuus, sillä ne sijoitetaan päällekkäisillä tasoilla toisiinsa nähden limittäin. Lastaus suoritetaan koko louhoksen leveydeltä vuorottelemalla lastauskohteiden välillä, jolloin estetään alaspäin etenevien sivukivihiikkien syntyminen. /29/

LOHKOSORROSLOUHINTA

Lohkosorroslohuinta soveltuu parhaiten massiivisille, hyvän lohkaroitumiskyvyn ja sopivan rakoilun omaaville esiintymille. Siinä malmi lohkaroituu itsestään painovoiman ja kalliojännitysten avulla avausräjäytyksen jälkeen. Menetelmän etuna ovat alhaiset käyttökustannukset mutta toisaalta investointikustannukset ovat suuret. Menetelmää varten aluksi rakennetaan useita vuosia kaivosinfraa ja tehdään louhinnan valmistavia töitä, jolloin varsinaiseen tuotantoon pääsy voi kestää hyvinkin kauan. /29/

7.3 RIKASTAMINEN

Louhittu malmi sisältää sekä arvokkaita metallimineraaleja että hyödyttömiä harmemineraaleja. Jotta malmi saataisiin metallipitoisuudeltaan lähelle puhtaiden mineraalien pitoisuuksia, on se rikastettava ennen käyttöä. Rikastusprosessi koostuu monista eri osa-alueista, joita yleensä ovat murskaus, seulonta, palarikastus, jauhatus, hienorikastus ja varastointi. Prosessin eri vaiheissa on monia erilaisia laitteita ja laitekokoisuuksia kuten siiloja, kuljettimia, syöttimiä sekä seuloja. Ne ovat tärkeässä roolissa malmin matkalla maan alta lopputuotteeksi eli rikasteeksi. /29/

7.3.1 Murskaus ja seulonta

Murskauksen tarkoituksena on saattaa louhitun malmin kappalekoko mahdollisimman sopivaksi seuraavaa prosessia varten. Murskaus tapahtuu tavallisesti 2-3 vaiheessa, esimurskaus, välimurskaus sekä hienomurskaus, joiden aikana kappaleiden halkaisija voi pienentyä jopa 1m noin 1cm kokoisiin kappaleisiin. Eri vaiheet muodostavat murskauspiirin, johon kuuluu erilaisia murskia, siiloja ja seuloja, jotka erottelevat erikokoiset kappaleet toisistaan. Murskaus tapahtuu joko puristamalla tai iskemällä. Puristuksessa kivi murskautuu kahden, sitä puristavan, metallipinnan välissä, kun taas iskumurskauksessa nopeasti pyörivä vasara hajottaa kiven iskullaan. /29/

Murskaimet voidaan jakaa toimintaperiaatteensa mukaan kahteen ryhmään: puristumurskaimiin ja iskumurskaimiin. Puristumurskaimia ovat leukamurskain (kuva 19), kartiomurskain (kuva 20), karamurskain sekä valssimurskain. Iskumurskaimia puolestaan ovat iskupalkkimurskain sekä vasaramylly. Yleisimmin käytössä olevat murskaimet ovat leuka- ja kartiomurskaimet. Esimerkiksi Outokummun Kemmin kaivoksessa käytössä on Metso Oyj:n valmistama kartiomurskain, jonka kapasiteetti on 400 t/h.



Kuva 19. Leukamurskain /53/



Kuva 20. Kartiomurskain /44/

teetti on 1000t/h. Kartiomurskaimissa epäkeskossa oleva liikkuva murskauskartio pyörii pysty akselinsa ympäri, jolloin malmi murskautuu kiinteän ja liikkuvan murskauskartion välissä. Pyhäsalmen kaivoksella puolestaan käytetään puolestaan niin ikään Metso Oyj:n toimittamaa leukamurskainta, jonka kapasiteetti on 500t/h. Leukamurskaimessa epäkesko akseliin kiinnitetty liikkuva leuka puristaa kiven kiinteää leukaa vasten, jolloin kivi hajoaa paineen vaikutuksesta. /29, 55, 94/

Seulonnan tarkoituksena on erottaa aines kappalekoon mukaan. Esimerkiksi ennen murskausta seuloilla voidaan erottaa liian hieno kiviaines pois kapasiteetin parantamiseksi. Seulojen verkkomateriaali on yleensä metallia, kumia tai polyuretaania riippuen seulottavasta materiaalista. Seulat voidaan jakaa kahteen ryhmään: staattisiin (kuva 21) ja dynaamisiin (kuva 22). Yksinkertaisimmillaan staattiset seulat ovat säleikköjä, joiden reikäkoko on halutun aineksen kokoinen. Yleisimmin käytössä ovat dynaamiset seulat, jotka värähtelevät tai tärisevät joko vaak- tai pystyasennossa. Niiden liike tuotetaan joko mekaanisesti tai sähkömagneettisesti. Täryseuloja käytetään kappaleiden erotteluun koon perusteella sekä myös romun poistamiseen ennen murskainta. Sekä staattiset että täryseulat voivat olla yksi- tai monitasoisia, jolloin esimerkiksi päällekkäin kasataan eri reikäkokoilla varusteltuja seuloja. Esimerkiksi Pyhäsalmen kaivoksella käytössä on Sandvikin valmistama 2-tasoinen suuntaisvärähtelyseula. /29, 55/

7.3.2 Jauhatus

Murskauksen jälkeen malmi jauhetaan edelleen hienommaksi ainekeksi rikastamista varten. Jauhatusessa käytetään yleensä tanko- ja kuulamylyjä, jotka ovat pyöriviä lieriöitä. Malmi jauhautuu niissä lisättävien terästankojen tai -kuulien avulla hieno-ainekeksi. Jauhatus voidaan tehdä kuivana tai märkänä, jolloin puhutaan myös liettämisestä. Myllyjä voi olla peräkkäin useampia, jolloin puhutaan jauhatuspiiristä. /29/



Kuva 21. Staattinen seula /75/



Kuva 22. Dynaaminen seula /75/

Esimerkiksi Pyhäsalmen kaivoksella jauhatuspiiriin kuuluu kolme vaihetta: primaarijauhatus, sekundaarijauhatus ja tertiaarijauhatus. Myllyinä käytetään Wärtsilän kumivuorattuja lohkar-, pala- ja kuulamyllyjä, jotka jauhavat malmin 250mm kokoisesta syöttestä jopa 74 μ m kokoiseksi tuotteeksi. /55/



Kuva 23. Jauhinmylly /56/

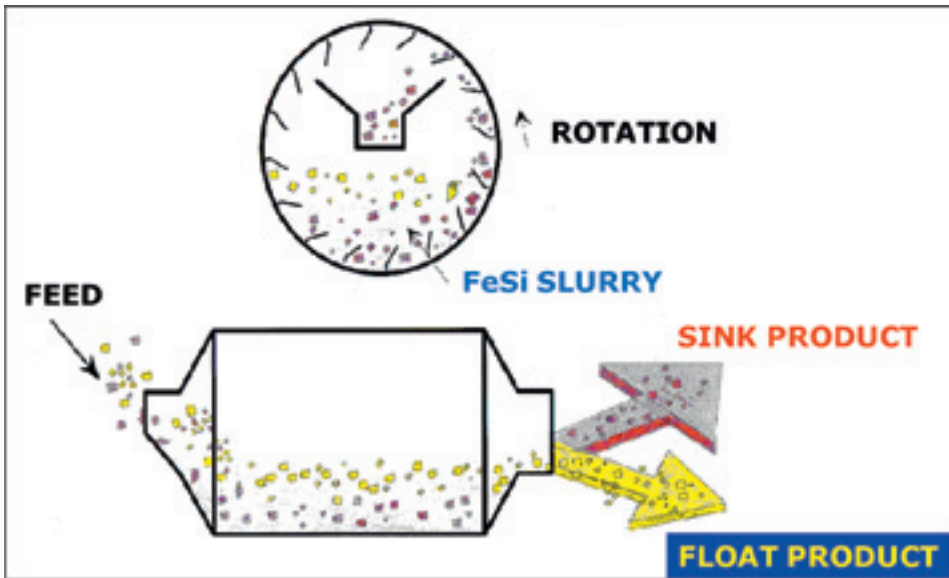


Kuva 24. Jauhinmyllypiiri /57/

7.3.3 Painovoimaan perustuvia rikastusmenetelmiä

Painovoimaan perustuvat rikastusmenetelmät hyödyntävät mineraalien välisiä tiheuseroja. Perinteinen esimerkki painovoimarikastuksesta on käsikäyttöinen vaskooli, jota käytetään kullanhuuhdonnassa. Painovoimarikastuksessa malmi joko vajoaa väliaineessa, kuten vedessä, piirauta- vesilietteessä tai kvartsihiekkavesilietteessä, pohjaan tai se keskipakovoiman avulla erotetaan lietteestä. Yleisimpiä painovoimaan perustuvia rikastusmenetelmiä ovat erotusrumpumenetelmä, spiraalierotin sekä kartioerotin. /90/

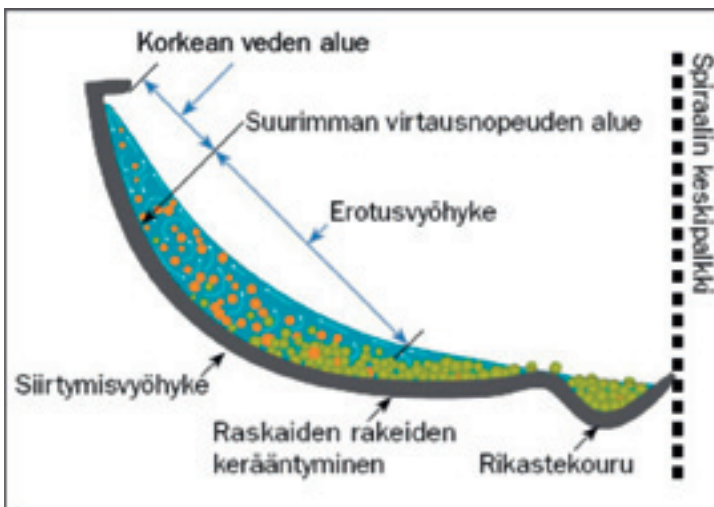
Erotusrummussa malmi sekoitetaan raskaan väliaineen kanssa, jolloin painavammat malmikappaleet painuvat rumpun pohjalle ja kevyemmät sivukivet nousevat



Kuva 25. Painovoimaerotuksen periaatekaavio /94/

kellumaan väliaineen pinnalle. Rummun erotuskykyä säädetään väliaineen litrapainoa muuttamalla, jolloin malmi saadaan mahdollisimman hyvin talteen. Uponnut rikaste ohjataan rummusta eteenpäin rikastusprosessissa, kun taas kelluvat sivukivet ohjataan jätekasaan (kuva 26). /90/

Spiraalierotin on kierteelle taivutettu, tyypillisesti muovista valmistettu, kouru, jota pitkin rikastettava vesi-malmiliete virtaa alaspäin (kuvat 26-27). Painovoiman vaikutuksesta raskaat, malmiä sisältävät, partikkelit jäävät kierteen sisäreunalle ja kevyet partikkelit kulkeutuvat spiraalin ulkoreunalle. Spiraalien erottelukykyyn vai-



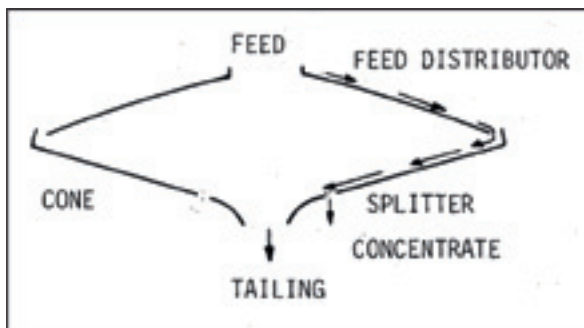
Kuva 26. Spiraali-erotuksen periaate /90/



Kuva 27. Spiraalierotin /94/

kuttavat rikasteen raekoko ja ominaispaino sekä lietteen litrapaino. Säädettävien ohjureiden avulla sisäkaarteissa kulkeva malmirikaste saadaan otettua talteen. /90/

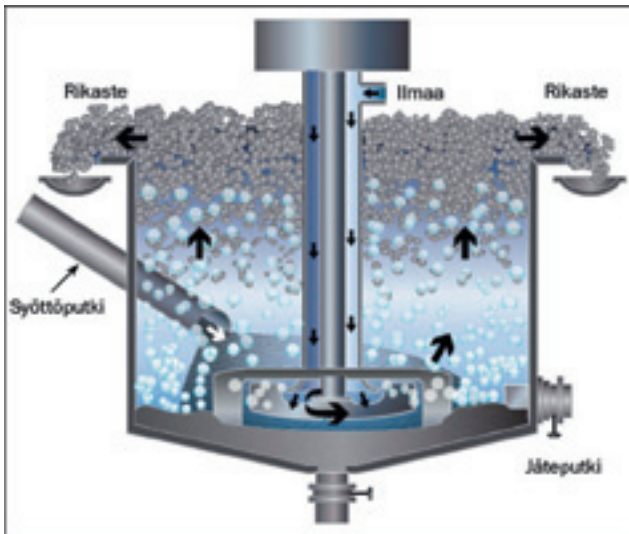
Spiraalierotinta toimintaperiaatteeltaan hyvin paljon muistuttava kartioerotin muodostuu useista päällekkäin asennetuista kartioista (kuva 28). Kartioerotimessa rikastettava liete virtaa kartioiden pinnalla alaspäin, jolloin raskaat partikkelit kulkevat lähempänä kartion pintaa kuin kevyet. Rikasteen talteenotto toimii samalla tavalla kuin spiraalierottimissakin ohjureiden avulla. Sekä spiraali- että kartioerottimia on käytössä Outokummun Kemian kaivoksella, jossa rikastaminen perustuu puhtaasti painovoimaan hyödyntämiseen. /90/



Kuva 28. Kartioerotin toimintaperiaate /94/

7.3.4 Vaahdotus

Vaahdotusta käytetään pienten mineraalirakeiden rikastamiseen lietteestä. Se perustuu mineraalien fysikaalisiin ominaisuuksiin sekä pinta-aktiivisuuteen. Vaahdotuksessa käytetään apuna erilaisia kemikaaleja, kuten ksantaattia, kalkkia ja syanidia, riippuen rikastettavasta mineraalista. Rikastaminen tapahtuu vaahdotuskennoissa, jotka täytetään malmi-kemikaalilietteellä. Kennon keskelle johdetaan ilmaa, jolloin lietteeseen syntyy ilmakuplia (kuva 29). /90/

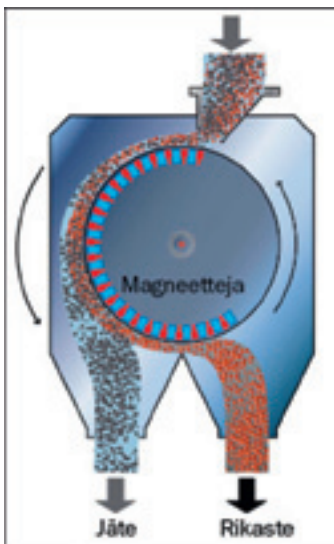


Kuva 29. Vaahdotuksen toimintaperiaate /90/

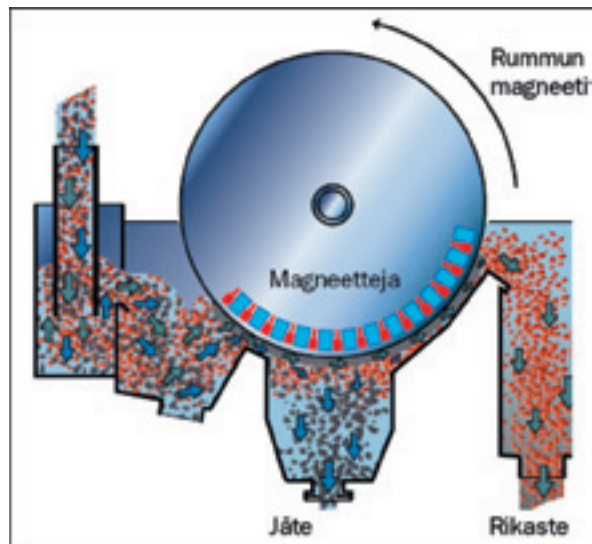
Kemikaalien avulla halutut malmihiukkaset saadaan tarttumaan ilmakupliin jolloin ne kohoavat vaahdon pinnalle ja ovat näin ollen helposti talteenotettavissa. Ilmakupliin kiinnittymättömät rakeet vajoavat kennon pohjalle ja jatkavat matkaansa joko jätteen tai uuteen vaahdotusvaiheeseen, josta rakeista erotetaan toista mineraalia. Vaahdotusmenetelmä on käytössä mm. Pyhäsalmen kaivoksella, jossa yhdestä malmista saadaan erotettua monivaiheisen vaahdotusprosessin aikana kolmea metallia. /55,90/

7.3.5 Magneettisuuteen perustuvia rikastusmenetelmiä

Magneettisuuteen perustuvat rikastusmenetelmät voidaan jakaa kahteen ryhmään: heikkomagneettisiin ja vahvamagneettisiin menetelmiin, joista jälkimmäinen on ke-



Kuva 30. Kuivaerotuksen periaate /90/



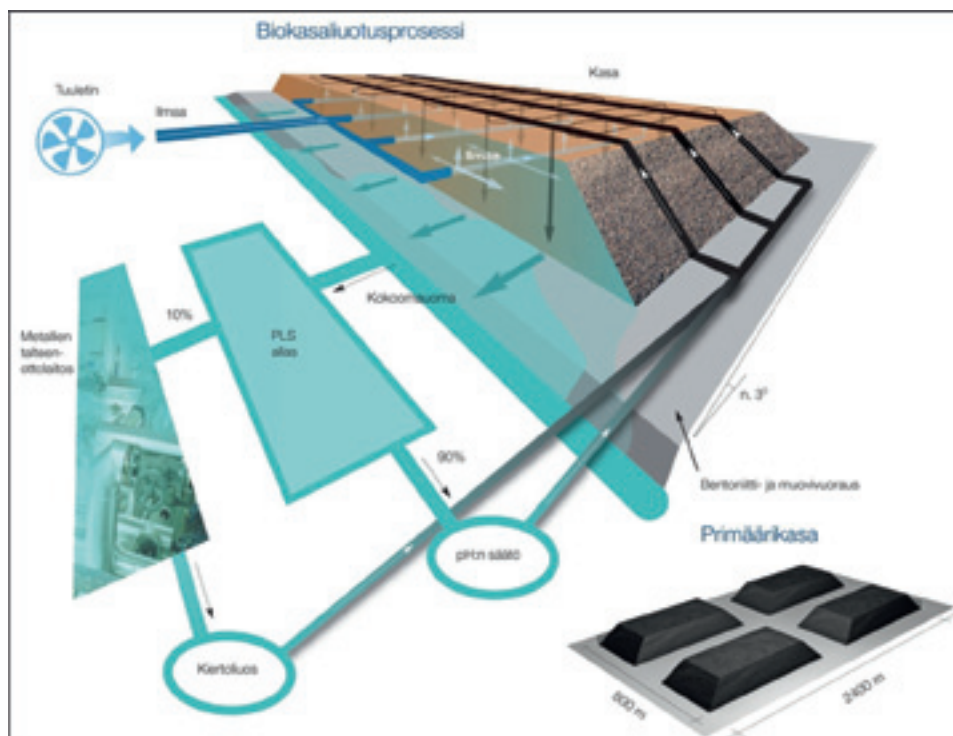
Kuva 31. Märkäerotuksen periaate /90/

hitetty erityisesti hematiittia sisältävien malmien rikastukseen. Riippumatta siitä, kummanlaista menetelmää käytetään, erottimia on kahta tyyppiä: kuivaerottimia (kuva 30) ja märkäerottimia (kuva 31). Kuivaerottimia käytetään palamalmien rikastukseen sekä malmimurskeen esirikastukseen ennen jauhatusvaihetta ja märkäerottimia puolestaan veteen lietetyn sekä jauhetun malmin erotukseen. /90/

Kuivaerotus tapahtuu pyörivässä rummussa, jonka sisällä on kiinteät kesto- ja sähkömagneetit. Murske syötetään rumpuun ylhäältä päin, jolloin sivukivi tippuu suoraan alas ja magneettinen rikaste seuraa rumpun magneetteja ja ohjautuu eri paikkaan. Märkäerottimissa rumpu magneetteineen pyörii erotusaltaassa, josta magneettiset rikasteet nousevat sivukivirakeista eroon. Yleensä rikastus tapahtuu märkäerottimilla monivaiheisesti, jolloin jokaisen jauhatuskerran välillä suoritetaan märkäerotus 2-4 peräkkäisellä erottimella. /90/

7.3.6 Liuotusmenetelmä

Rikastamiseen voidaan käyttää myös liuotusmenetelmää, joka perustuu malmin ja liuottimen välisiin kemiallisiin reaktioihin. Perinteisin liuotusmenetelmä on kulta-kaivoksilla tapahtuva kullan rikastaminen natriumsyanidiliuoksen avulla. Innovatiivisempaa liuotusmenetelmää puolestaan edustaa esimerkiksi Talvivaaran kaivoksella suoritettava bakteeriliuotus, jossa metalli irrotetaan malmista kallioperässä luontaisesti esiintyvien bakteerien avulla. /87/



Kuva 32. Biokasaliuotusprosessi /81/

Bakteerien johdosta tapahtuvaa liukenemista esiintyy luonnossa itsestään, mutta teollisesti prosessia voidaan nopeuttaa säätämällä olosuhteet bakteereille otollisiksi sekä kasvattamalla malmin pinta-alaa murskaamalla. Talvivaaran kaivoksella käytetävässä biokasaliuotuksessa malmi murskataan alkuun noin 8mm kokoisiksi paloiksi, jonka jälkeen se agglomeroidaan eli sitoutetaan isompiin partikkeleihin kiinni. Tämän jälkeen kivimurska kasataan noin 8m korkeiksi kasoiksi, joiden alle on asennettu salaoja- ja ilmastusputkisto. Kasan päältä sijaitsevasta kasteluputkistosta liuotuskasaan suihkutetaan pH-säädettyä vettä, johon on lisätty tiettyjä liukenemista edistäviä bakteereja. Liuos valuu kasan päältä liuosaltaaseen, josta sitä pumpataan takaisin kasan päälle niin kauan kunnes haluttu metallipitoisuus saavutetaan. Varsinaiseen metallien erotus tapahtuu saostamalla noin 10% suuruinen sivuvirta liuosaltaasta. /86, 87/

Kun primäärikasaa on liuotettu 18kk ajan, se puretaan ja malmi kasataan uudelleen sekundäärialustalle. Siellä liuotusta jatketaan, pyrkien saamaan talteen ensimmäisessä vaiheessa liukenemattomat mineraalit. Primäärikasa on dynaaminen kasa, jolla tarkoitetaan sitä, että koneiden purkaessa kasaa sekundäärialustalle, kuljetin kasaa uutta malmia tilalle liuotukseen. Toisen liuotusvaiheen jälkeen kasoja ei enää pureta, vaan hyödynnetyt malmikaset jäävät paikoilleen ja ne maisemoidaan. /87/

7.4 VARASTOINTI JA KULJETUS

Rikastamisen jälkeen valmiit tuotteet eli rikasteet usein varastoidaan odottamaan kuljetusta jatkokäsittelylaitoksiin, kuten tehtaille ja valimoihin. Useimmiten rikasteille on rakennettu oma varastorakennuksensa tehdasalueelle, jotka täytetään rikastamolta suoraan tulevilla kuljettimilla tai pyöräkuormaajaa käyttäen. Esimerkiksi Outokumpu Oyj:n Kemin kaivoksella pala- ja hienorikastetta varten on kaksi 36 000 varastoa, joiden katossa kulkee rikastekuljetin (kuva 33). Kuljettimen avulla rikaste saadaan homogeenisoitua eli sen koosta pyritään tekemään mahdollisimman samankaltaista, kasaamalla rikastetta vaakasuorasti edestakaisella liikkeellä. /94/

Kuljetus eteenpäin tapahtuu yleisimmin rekalla tai junalla sekä mahdollisesti myös laivalla, riippuen missä rikasteiden jatkokäyttöpaikka sijaitsee. Rekoilla siirtäminen on yleensä kannattavaa lyhyillä välimatkoilla, kuten Kemin kaivoksella. Siellä siirtoon käytetään sivukipeillä varustettuja erikoisautoja, jotka ajavat kaivoksen ja Tornion tehtaiden väliä taukoamatta (kuva 34) /94/. Useimmiten rekkaliikenteen hoitaa kaivosyhtiön alihankkija. Junaliikenne kannattaa kun kyseessä on pidemmät välimatkat tai jos on tiedossa toiminnan jatkuminen useiden vuosien ajan. Alkuinvestoinnit ovat junakuljetuksessa kalliit, sillä yleensä kaivosalueille ei ole olemassa valmiita ratayhteyksiä, mutta käyttökustannukset ovat puolestaan alhaiset. Laivausta varten kaivoksen on oltava suotuisan välimatkan päässä satamasta, johon rikasteet yleensä kuljetetaan edellä mainituin keinoin. Laivakuljetusta on kannattavin käyttää, mikäli jatkokäsittelypaikka sijaitsee hyvin kaukana esimerkiksi Suomen kannalta muualla Euroopassa.



Kuva 33.
Varastorakennuksia /94/



Kuva 34. Kuorman
lastausta /94/

8 Tekniikka

8.1 SÄHKÖ

Sähkö on kaivoksissa nykyisin eniten käytetty energiamuoto, sillä valvonta- ja ohjauslaitteistot sekä niiden käyttö on lisääntynyt huomattavasti. Kaivoksissa käytettäviin sähkölaitteisiin kuuluvat sähkön siirtoon ja jakeluun liittyvät laitteet, sähköenergialla toimivat laitteet sekä mm. erilaiset automaatiolaitteet. Sähkölaitteiston kestävyydeltä vaaditaan paljon, sillä kaivosolosuhteet ovat erittäin raskaat ja kulutus on noin 12–25 kWh/malmitonni. Kaivoksen sähköverkon suunnitteluvaiheessa erityistä huomiota kiinnitetään johtojen ja laitteiden mekaaniseen lujuuteen tai sijoitteluun, jotta ne kestäisivät pölyn, kosteuden ja räjähdyspaineen aiheuttamat olosuhteet. Yleisesti kaivoksissa on käytössä 400V kolmivaihejärjestelmä, mutta myös 690V käyttöjännite, joka mahdollistaa pidemmät kaapelietäisyydet, on standardisoitu. Jakeluverkossa suurin sallittu jännite on 20kV. /29/

Maanalaisessa kaivoksessa sähkösuunnittelu poikkeaa hieman avolouhoksesta, sillä ensisijaisesti käytetään mm. kuivaeristettyä muuntajaa, joka on tulipalon sattuessa turvallisempi vaihtoehto kuin tavallinen öljyeristeinen. Muutenkin, kosteiden ja pölyisten olosuhteiden vuoksi johdot on oltava vain märkään tilaan sallittuja ja varustettuja ylikuormitus- ja oikosulkusuojilla. Avolouhoksessa olosuhteisiin tuovat vielä oman lisänsä ilmaston aiheuttamat muutokset, kuten pakkanen ja sen myötä jää. Mitään varsinaisia erityissäädöksiä kaivosten, niin maanalaisen kuin avolouhoksen, sähköverkosta ei ole laadittu vaan suunnittelun pohjana ovat pitkälti olosuhteet, joiden asettamat vaatimukset sähkölaitteistoille tulee huomioida. /29/

8.2 AUTOMAATIO

Automaatiolla on nykypäivänä suuri merkitys kaivostoiminnassa. Sen avulla malmivirta saadaan jatkuvaksi erilaisten siilojen, välivarastojen ja eri osaprosessien välillä ilman, että jokainen vaihe tarvitsee fyysisesti työntekijän suorittamaan toimintoja. Automatisoinnin optimoiminen on vaativa tehtävä, joka vaatii eri osatoimintojen kokonaishallintaa. Hankalaksi sen tekee se, että työpisteet muuttuvat kaivosalueella jatkuvasti, geologisia olosuhteita on hanakala ennakoida ja eri vaiheet ovat toisistaan hyvin riippuvaisia. Nykyään automaation avulla tuotantotilanteiden muutoksiin voidaan reagoida nopeasti sekä kerätä suuri määrä tietoa, joista tuotetaan vaivattomasti erilaisia raportteja päätöksenteon tueksi. /29/

Kemin ja Pyhäsalmen kaivoksilla on pitkät perinteet automaation kehittämisessä. Molemmat kaivokset osallistuivat 1990-luvulla läpivietyyn, 10 miljoonan euron teknologiahankkeeseen ”Älykäs Kaivos”, jossa kehitettiin uutta teknologiaa eri laitevalmistajien kanssa asiakasvoitajina olleille kaivosyhtiöille. Kemin ja Pyhäsalmen kaivoksilla on yhteistä historiaa saman omistajan alaisuudessa, jonka vuoksi kaivosten toimintojen ja tuotannon ohjaus on pitkälti samankaltaista. Ohjaus perustuu KaTTi-tietojärjestelmään ja alati päivitetävään tietokantaan sekä koko kaivoksen kattavaan reaaliaikaiseen tietoverkkoon ja kommunikaatiojärjestelmään. Pyhäsalmen kaivoksella on lisäksi mm. Outotec:n toimittama Courier 6SL- analysaattori, joka analysoi rikastamolla tärkeimpien lietevirtojen metallipitoisuuksia ja niiden tietojen perusteella optimoi prosessia. /29, 55/

8.3 RAKENTEET JA TIET

Rakenteissa kaivoksella käytetään joko puu-, betoni- tai teräsrakenteita kohteesta riippuen. Näiden lisäksi kaivosverkko koostuu ajoteistä, lattioista ja suurimmissa kaivoksissa myös ratateistä. Puurakenteiden käyttö on vähentynyt huomattavasti, sillä kallio-pultit, teräsbetoni ja teräs ovat syrjäyttäneet sen kestävämpinä ja paremmin nykyiseen kaivostekniikkaan soveltuvina rakennusaineina. Nykyään puuta käytetään enimmäkseen erilaisten betonirakenteiden muoteissa sekä lisäksi jonkin verran mm. kuilun pohjarakenteissa, tilapäistukina ja räjäytyssuojina. /29/

Betonirakenteita syntyy kaivoksessa lähes päivittäin, louhoksessa tehtävien ruisku-betonointitöiden vuoksi. Enimmillään betonin käyttö on kaivoksen avaamis-, laajennus- ja uudistamisvaiheissa. Lisäksi betonista voidaan valmistaa mm. tukiseiniä, nostotorneja, kuiluja, teitä ja erilaisia perustuksia. Kaivosolosuhteet ovat betonirakenteille haasteelliset, sillä niihin kohdistuu suuria paine-, hankaus- ja iskukuormituksia, joita voi olla hankala määritellä etukäteen. Lisäksi kaivoksen ilmassa ja vesissä saattaa olla betonia vahingoittavia aineita, jotka aiheuttavat kemiallista rasiutusta rakenteille. Teräsrakenteissa käytetään yleensä joko haponkestävää terästä tai sinkityksessä suojattua tavallista rakenneterästä. Teräksestä valmistettuja rakenteita voidaan käyttää mm. kuiluissa, kaiteissa, porteissa sekä huoltopaikkojen ja nostureiden rakenteissa. /29/

Kaivoksissa käytettävä ajoneuvokalusto asettaa suuret vaatimukset kaivosten kulku-reiteille ja niiden kunnolle. Kaivosolosuhteet ovat aina märät, sillä vettä tihkuu mm. pohjavedestä ja sadevedestä maanalaisen kaivoksen lattioille, joten on tärkeää että vedet poistetaan hallitusti pumppaamalla. Yleisin teiden rakennusmateriaali kaivoksessa on sepeli, joka vilkkaimmin liikennöidyillä väylillä voi saada vielä betoni- tai asfalttipinnan. Sepeli on edullinen rakennusmateriaali, jonka suhteen kaivos voi olla omavarainen. Sitä voidaan nimittäin murskata kaivoksen sivukivestä omiin tarpeisiin sopivan kokoiseksi. Kaivoksissa, joissa liikutellaan suuria tonnimääriä kiveä, on käytössä myös varmatoimisen raidekuljetuksen mahdollisuus. Suomessa ei maanalaisilla kaivoksilla tällä hetkellä malmia siirretä raiteita pitkin vaan enimmäkseen käytetään automatisoitua nostokappaa. Pohjoismaiden merkittävin kaivosraideverkosto löytyy LKAB:n kaivokselta Ruotsin Kiirunasta. /29/

8.4 KUNNOSSAPITO

Kunnossapidon tehtävänä on ensisijaisesti pitää laitteet käyntikunnossa sekä korjata rikkoutuneita laitteita ja komponentteja. Nykyään kunnossapitoa ei pidetä enää kustannuseränä vaan se mielletään tärkeäksi tuotantotekijäksi, jolla on vaikutusta laitoksen kilpailukykyyn. Kunnossapidon kustannusten osuus maanalaisella kaivoksella on noin 30% käyttökustannuksista. Tästä 41% kuluu kaivoksen kunnossapitoon, 51% rikastamolle ja loput 8% muuhun toimintaan, kuten tutkimus ja kehitys, geologia, osto ja suojele. Kunnossapidon toimintakyvyn edellytyksenä on, että toiminnalle varataan riittävästi niin tila-, henkilö- kuin laiteresursseja, koulutetaan käyttö- ja kunnossapitohenkilöstä sekä toimitaan saumattomasti yhteistyössä käyttöhenkilöstön kanssa. /29, 76/



Kuva 35. Maanalainen korjaamohalli /55/

Kunnossapito-ongelmat syntyvät useimmiten jo kaluston hankintavaiheissa. Tyyppisimpiä ongelmia ovat konekannan kirjavuus, koneet ovat alimitoitettuja, tarvittavia piirustuksia ei ole toimitettu tai varaosia ei ole tilattu koneen mukana saati turvattu niiden saantia. Joissain tapauksissa kunnossapidollisia näkökulmia laitteiden asennuksesta ja huollosta ei ole huomioitu, jolloin laittein luokse on hankala päästä tai erityisesti sähkölaitteet eivät ole sopivia kaivosolosuhteisiin. Ongelmien välttämiseksi olisi jo toimitusvaiheessa hyvä hankkia tarvittavat piirustukset, ohjeet, kaaviot ja todistukset laitteista. /76/

8.4.1 Esimerkkejä kaivoksen kunnossapitokohteista

Voiteluhuolto kuuluu ehkäisevään kunnossapitoon. Sen tehtävänä on erottaa koneenosat tai pinnat toisistaan ja näin ollen pienentää kitkaa. Kaivosteollisuudessa voiteluaineen oleellinen tehtävä on poistaa epäpuhtaudet ja estää niiden pääsy kohteisiin, luonnollisesti itse voitelun lisäksi. Kaivoksissa on runsaasti laakerointeja erilaisissa kohteissa, joita täytyy voidella. Laakerityypeistä melko yleisesti käytössä on yhä liuku-laakerointi, jota käytetään pääasiassa niveltapeissa, jauhatusmyllyjen kannatus-

laakereina, kartiomurskainten pallolaakereina sekä epäkeskon ja karan holkkeina. Maanalaisilla kaivoksilla on lisäksi myös paljon erilaisia tuulettimia, jotka poistavat haitallisia räjähdekaasuja sekä tuovat tiloihin raitista ilmaa. Tuuletuslaitteiden sähkömoottorit ja sulkulaitteistot tarvitsevat säännöllistä voiteluhoitoa. /29, 76/

Kaivosteollisuudessa käytetään eri kohteissa paljon kulutusta kestäviä materiaaleja. Tyypillisimpiä käyttökohteita ovat mm. lastauskoneiden kauhat, dumperien lavat sekä kuljettimien, syöttimien, seulojen ja murskainten kulutusosat. Käytetyt materiaalit ovat yleensä kulutuskumit ja -teräkset, kuten mangaaniteräs sekä karkaistut mikroaeteräkset, mutta jonkin verran käytetään myös keraameja ja erikoismassoja. Kumit soveltuvat käytettäväksi lähes kaikissa kohteissa ja ovat oikein valittuina hyvinkin pitkäikäisiä materiaaleja. Verrattuna kulutusteräkseen ne ovat helpommin asennettavissa ja niiden ylläpitokustannukset ovat melko pienet. Pinnoitukset eivät kuitenkaan ole korjattavissa, vaan ne tulee korvata uudella materiaalilla. /29/

Kaivoksen kunnossapidon piiriin kuuluu paljon erilaisia vaihtotoimenpiteitä, jotka johtuvat sekä lakisääteisistä velvoitteista että kulumisesta syntyvistä turvallisuusriskeistä. Nostokuilun laitteisto kuuluu kaivoksen kriittisimpiin laitteisiin, sillä sitä pitkin malmi nostetaan rikastamolle. Säännöllisin väliajoin tehtävä köysien vaihto, jopa tuhansia metrejä syvään kuiluun on kunnossapidollisesti vaativa työ. Muita kriittisiä laitekokonaisuuksia ovat erilaiset kuljettimet, joita kaivoksissa voi olla useiden kilometrien pituudelta. Yleisimmin automatisoitujen kuljettimien häiriöt johtuvat ylikuormittumisesta tai ne kuluvat epänormaalisti tavalla sinne kuulumattomien partikkeleiden hankaavasta vaikutuksesta. Jo suunnitteluvaiheessa tulisi huomioida laitteiden huollettavuus siten, että niiden ympärille jätettäisiin tarpeeksi tilaa ja rakennettaisiin asianmukaisia huoltotasoja. /29, 76/

8.4.2 Esimerkkejä kylmän ilman aiheuttamista ongelmista

Kylmä ilma aiheuttaa ongelmia paitsi työntekijöille myös kaivoksella oleville lukuisille laitteille. Erityisesti ongelmat korostuvat avolouhoksissa, jossa työskennellään jatkuvasti vallitsevien olosuhteiden keskellä toisin kuin maanalaisissa kaivoksissa, jossa olosuhteet pysyvät kutakuinkin samanlaisina kesät talvet. Jää ja jäätyminen ylipäättänsä muodostavat suurimmat kylmän ilman aiheuttamat ongelmat. Varsinkin sähkölaitteet ovat kylmälle ilmalle hyvin herkkiä. /76/

Talvella kosteus tiivistyy rakennuksiin, kuten nostotorniin, aiheuttaen raja-antureiden jäätymistä ja näin ollen myös ongelmia mekaanisessa toiminnassa. Kuljettimet kuljettavat materiaalia välillä sisä- ja ulkotilojen välillä, jolloin vaarana on että lämmin ja kostea materiaali jäätyy hihnaan kiinni. Kosteaa materiaalin jäätyminen on ongelmana myös varastoinnin ja kuljetuksen aikana, jonka vuoksi rikasteet pyritään saamaan mahdollisimman kuiviksi. Jäätymistä vastaan on myös kehitetty erilaisia menetelmiä, kuten Kemian kaivoksella, jossa rikaste voidaan pakokaasun avulla lämmittää kuljetuksen ajaksi. /76, 94/

9 Logistiikka

9.1 VIESTINTÄ JA TIEDONSIIRTO

Kaivosten viestintä- ja tiedonsiirtoverkosto koostuu analogisista ja digitaalisista puhejärjestelmistä sekä tietoverkoista. Analogiset puhejärjestelmät lankapuhelimineen voivat kuulostaa hyvin vanhanaikaisilta mutta kaivosolosuhteissa ne ovat vertaansa vailla. Lankapuhelimista kun ei akku lopu, ne ovat helppokäyttöisiä ja löytyvät aina omalta kiinteältä paikaltaan. Etua niiden käytöstä on varsinkin rakennusvaiheessa, sillä lankapuhelinlinjan vetäminen työmaalle on helppoa ja nopeaa eikä sen tekemiseen vaadita erityisosaamista. Valmiissa kaivoksessa lankapuhelimia käytetään mm. turvapaikoissa, sähkökeskuksissa ja erilaisten kriittisten koneiden ja laitteiden luona. Lankapuhelinten lisäksi analogisiin puhejärjestelmiin kuuluvat radiopuhelimet. Luvanvaraisten radiopuhelimien ja radiopuhelinjärjestelmien käyttöä valvoo Suomessa lakisääteisesti Viestintävirasto. Radiopuhelinten käyttöä varten maanalaiseen kaivokseen tulee rakentaa antenniverkosto, jota pitkin yhteys toisiin puhelimiin muodostetaan. /29/

Nykyaikaisessa kaivoksessa tiedonsiirtoa voidaan hoitaa myös digitaalisten puhejärjestelmien avulla. Niihin oleellisesti liittyvät nykyään hyvin yleinen 3G-verkosto sekä langaton verkko. Suomessa 3G-verkosto sekä laajakaistayhteydet ovat nykyään saatavilla lähes joka kolkkaan maassamme, jolloin ne palvelevat hyvin avolouhosten tarpeita. Maanalaisilla kaivoksilla tilanne on kuitenkin toinen, sillä luja kallio eristää hyvin kaikki ilmassa lähetetyt signaalit, jolloin esimerkiksi maanpäällisestä 3G-verkosta ei ole siellä hyötyä. Verkon rakentaminen kaivokseen tukiasemien avulla ei ole kuitenkaan taloudellisesti kannattava ratkaisu vaan puhejärjestelmänä käytetään VoIP-järjestelmää. /29/

VoIP eli Voice over IP- järjestelmässä hyödynnetään langatonta verkkoa, jonka kautta puhelinliikenne voidaan hoitaa. Itse laite muistuttaa hyvin paljon tavallista matkapuhelinta. VoIP-laitteen tarvitseman langattoman verkon ulottaminen maanalaiseen kaivokseen onnistuu kohtalaisen helposti sekä kustannustehokkaasti antennien ja tukiasemien välityksellä. VoIP-tekniikan etuna on monikäyttöisyys sillä puhelinominaisuuden lisäksi laitteeseen voidaan ladata esimerkiksi työmääräimiä ja tiedotteita. Lisäksi laitetta käytetään paikannukseen, sillä sen avulla liikereitit voidaan taltioida ja reaaliaikaiset sijaintitiedot niin ihmisille kuin koneillekin ovat kätevästi kaikkien saatavilla. Paikannusominaisuudella on myös erityistä merkitystä kaivosten työturvallisuuden kannalta. /29/

9.2 KALUSTO JA KIVEN SIIRTO

Kaivoksen louhintavaiheet voidaan jakaa karkeasti neljään osaan: poraus, räjäytys, kiven siirto ja kalliolujitus. Riippumatta siitä onko kyseessä avolouhos vai maanalainen kaivos, on jokaiselle vaiheelle oma siihen tarkoitettu erikoiskalustonsa. Maan alle ja päälle samoihin vaiheisiin tarkoitettu kalusto eroaa toisistaan käsiteltävän materiaalikoona ja vallitsevien olosuhteidenkin pakosta. /29/

Kiveä käsitellään niin yhden miehen työnnettävistä kuution kokoisista vaunuista aina 400tonnin maansiirtoautoihin. Nykyään kaivoksissa ollaan enenevässä määrin siirtymässä jatkuvaan prosessiin, jossa kiven pitää virrata koko ajan eteenpäin. Käytännössä tämä ei suomalaisessa mittakaavassa täysin onnistu, vaan erilaisia väli-varastoja on yhä edelleen matkan varrella, jonka aikana malmilohkare muuttuu rikasteeksi. /29/

9.2.1 Avolouhos

Avolouhoksessa käytössä oleva porauskalusto vaihtelee suuresti työkohteen ja sen luonteen mukaan. Useimmiten käytetään mekanisoituja porauslaitteita, joiden halkaisija on jopa 300-450mm, kun kaivoksen volyymit ovat suuret. Porauskalusto voidaan jakaa neljään ryhmään: päältälyövä jatkotankokalusto, päältälyövä putkitankokalusto, uppoporauskalusto sekä kiertoporauskalusto. Se, mitä kalustoa käytetään, riippuu irrotettavasta kivimäärästä, kallion laadusta, rintauksen korkeudesta ja halutusta reikäkoosta. Porauslaitteet voivat olla hytillisiä tai hytittömiä, jolloin laitteen ohjaus tapahtuu radio-ohjauksella. Ympäristöön syntyvän melun vuoksi on kehitetty myös sellaisia porauslaitteita, jotka ovat äänivaimennettuja. /29/

Reikien porauksen jälkeen seuraava vaihe on panostaminen ja kallion räjäyttämisen. Panostusta helpottamaan on kehitetty erilaisia apulaitteita, joista suosituimmat ovat bulk-räjähdysaineiden panostamiseen tarkoitettuja. ANFO:n eli ammoniumnitraatin ja polttoöljyn seoksesta valmistetun räjähdysaineen panostamiseen käytetään ensimmäiseen paineastiaperiaatteella toimivia laitteita, joissa räjähdysaine pakotetaan pai-



Kuva 36. Anfon panostuslaite /5/



Kuva 37. Talvivaaran kaivoksella käytössä oleva pyöräkuormaaja /39/

neen avulla panostusreikään (kuva 36). Joillain kaivoksilla on ANFO- laitteita, jotka ovat kauko-ohjattavia tai sellaisia, joissa räjähdettä sekoitetaan paikan päällä raaka-aineista. Panostusvälineiden suurimmat kehitysaskelot on otettu kuitenkin bulk-emulsioräjähteiden parissa, jotka -toisin kuin ANFO- soveltuvat myös kosteisiin olosuhteisiin. Kemiitti 510 -bulk-emulsiopanostuslaite muistuttaa ulkoisesti lähinnä ajoneuvoa. Sen avulla räjähdettä määrää voidaan säätää kesken panostuksen ja



Kuva 38. Esimerkki kaivoksella käytettävästä kaivinkoneesta /38/

siten optimoida panos juuri tietyille kivilajille. Panostusletkun käsittely voidaan lisäksi suorittaa automatiikan avulla, joka helpottaa työtä huomattavasti. /17, 29/

Kun malmi on irrotettu kalliosta alkaa kiven lastausvaihe, jonka aikana malmi kuljetetaan eri tavoin rikastamolle rikastettavaksi. Lastauskalustona käytetään pääasiassa pyöräkuormaajaa ja hydraulista kaivinkonetta, riippuen lastattavasta materiaalista sekä operaation koosta. Mikäli kaivoksen tuotanto on jatkuvaa ja materiaali kuljetetaan eteenpäin erillisillä kuljetuslaitteilla, valitaan lastaukseen yleensä kaivinkone. Pyöräkuormaajia tosin tarvitaan louhoksella aina mm. tasojen siivoamiseen ja louhekasojen valmisteluun. Pyöräkuormaajien koko vaihtelee 40-200t välillä, riippuen tarvittavasta tuotantotehosta (kuva 37). Yleensä pyritään siihen, että kuljetusväline saadaan kuormattua 4-8 kauhallisella. Pyöräkuormaajat sopivat parhaiten löyhäksi räjäytetyn kiven lastaamiseen. Kaivinkoneiden koko puolestaan vaihtelee 30-1200t välillä, mutta yleisesti kaivostoiminnassa käytetään koneita jotka ovat kooltaan yli 80t (kuva 38). Käytössä olevat hydrauliset kaivinkoneet voidaan jakaa kahteen ryhmään; pistokauhalla varustettuihin tai kuokkakauhalla varustettuihin. Se, kumpaa käytetään, riippuu kaivossuunnittelusta, mutta tyypillisesti 80-100t koneet ovat kuokkakauhallisia ja yli 700t koneet pistokauhallisia. /29/

Avolouhoksella louhitun materiaalin kuljetukseen käytetään kolmea ajoneuvoa: kuorma-autoja, dumppereita tai louhosautoja. Kuljetusvälineen valintaan vaikuttavat kapasiteetti, kuljetusmatka, olosuhteet ja kokonaistaloudellisuus. Näistä kolmesta vaihtoehdosta, kuorma-autoja ei juurikaan varsinaisessa jatkuvassa tuotantokäytössä käytetä, vaan ne soveltuvat parhaiten tilapäiseen kuljetukseen. Niiden käyttö edellyttää myös, että kuljetettava materiaali on kappalekooltaan suhteellisen pientä. Enimmillään 50t kooltaan olevia dumppereita (kuva 39) käytetään kuljetukseen silloin, kun olosuhteet ovat vaikeakulkuiset. Dumpperien rakenne on monimutkainen, jonka vuoksi niiden huoltokustannukset ovat melko suuret ja elinikä voi olla paljon lyhyempi kuin muulla kalustolla. Taloudellisin kuljetusmatka dumpperilla on noin 1,2km. Ylivoimaisesti yleisin kuljetusväline louhoksella on louhosauto (kuva 40), joiden kuormamäärä vaihtelee 40-350t välillä. Niiden käyttömatka vaihtelee 200m -9km välillä ja ne soveltuvat käytettäväksi lähes kaikenlaisissa olosuhteissa. Louhosautot voidaan jakaa voimansiirron perusteella kahteen ryhmään: dieselmekaanisiin ja dieselsähköisiin, joista dieselmekaaniset ovat yleisempiä. /29/



Kuva 39. Esimerkki dumpperista /36/



Kuva 40. Esimerkki louhosautosta /37/

9.2.2 Maanalainen kaivos

Maanalaisen kaivoksen louhintatyöt aloitetaan peränajolla, jossa käytetään peränporauslaitteita, joilla voidaan porata sekä räjäytysreikiä että jatkotankoporausta. Porauslaitteet jaotellaan puomien lukumäärän perusteella neljään ryhmään: yksi-, kaksi-, kolmi- ja nelipuomisiin laitteisiin. Laitteet ovat tyypillisesti sähköhydraulisia ja ne voidaan varustaa erilaisia ohjausjärjestelmillä, kuten suoraohjaus- ja väyläohjausjärjestelmillä. Peränporauslaitteet voidaan myös automatisoida manuaalikäytön, yhden reiän automatiikan ja täysautomatiikan välillä. Täysautomatiikkaa hyödyntäen reiät voidaan porata valmiin porakaavion avulla, ilman että käyttäjän tarvitsee tehdä muuta kuin seurata laitteen toimintoja. /29/

Peränajon jälkeen suoritettavia tuotantoporausksia varten on oma porauskalustonsa, joilla voidaan porata 360 asteen viuhkoja ja enintään 50m pituisia reikiä. Tuotantoporauslaitteet voidaan jaotella kahdella tavalla: päättälyöviin ja uppoporauslaitteisiin tai puomiston mukaan kehikkolaitteisiin ja puomilaitteisiin. Suomessa käytetään yleisesti päättälyöviä laitteita, joiden reikäkoko vaihtelee 52-89mm välillä. Myös tuotantoporauslaitteet voidaan jakaa samanlaisella automatiikalla kuin peränajolaitteet, kuitenkin sillä erotuksella, että tuotantoporauslaitteet voidaan varustaa täysin etäkäytettäviksi. /29/

Maanalaisissa tuotantoräjäytyksissä käytetään räjähdeaineena pääasiallisesti Kemiitti 810-räjähdettä sen hyvän vedensietokyvyn vuoksi. Kemiitti 810 koostuu ammoniumnitraatin, veden ja öljyn muodostamasta emulsiosta, joka sekoitetaan ja pumpataan paikan päällä porattuihin räjähdereikiin erityisen kaluston avulla (kuva 41). Nitraattien ja öljyn johdosta räjähdeaine palaa melko puhtaasti, jolloin ympäristökuormituksetkin jäävät melko vähäisiksi. Räjähdyksessä kuitenkin syntyy haitallista häkää sekä typen oksideja, joiden vuoksi kaivostunneli on huolellisesti tuuletettava ennen räjäytetyn kiven poisajoa. /18, 29/



Kuva 41. Kemiitti 810 -panostusajoneuvo /46/

Maanalaisissa kaivoksissa lastausjärjestelmään valintaan vaikuttavat käytetty louhintamenetelmä, kaivoksen yleinen rakenne sekä käytettävän tekniikan taso. Nykypäivän kaivoksissa käytetään eniten kumipyöräkalustoa, joista tavallisimmat lastauskoneet ovat pyöräkuormaajat ja LHD:t eli load hand dump -koneet (kuva 42). LHD:t on suunniteltu erityisesti maanalaisiin olosuhteisiin ja ne soveltuvat suuren kauhan- ja tehokkuutensa vuoksi sekä lastaukseen että kuljetukseen. Niiden pisin taloudellinen kantomatka tosin on vain 400m, mutta maanalaiseen toimintaan se soveltuu hyvin. LHD:n suunnittelussa on kiinnitetty erityistä huomiota koneiden mataluuteen, pakokaasupäästöihin, paloturvallisuuteen sekä lujaan rakenteeseen. Yleisesti ne ovat dieselkäyttöisiä, mutta sähkökäyttöisten koneiden käyttö on koko ajan lisääntymässä. Sähkökäyttöisten koneiden perässä kulkee kaapelikela, jota pitkin kone on liitetty virtalähteeseen sitä käytettäessä. /29/

Malmin kuljetuksessa kiviaines siirretään kaatonoususta tai lastauskoneelta maanalaiseen esimurskaimeen tyypillisesti käyttäen kuorma-autoja, hihnakuuljettimia tai junia. Lyhyillä kuljetusmatkoilla kuljetusvälineenä voidaan käyttää myös LHD:tä, jota käytetään myös lastauksessa. Kuorma-autojen käytön etuna on niiden joustavuus, sillä kuljetusreitit voivat vaihdella ja kapasiteetti on helppo muuttaa. Kuorma-autoilla voidaan myös kuljettaa lohkeista ainesta, eikä materiaalia tarvitse



Kuva 42. LHD- lastauskone /73/



Kuva 43. Maanalainen dumperi /74/



Kuva 44. Hihnakuuljetin /66/

tällöin esimurskata. Maanalaisiin olosuhteisiin on suunniteltu erityisiä dumpereita (kuva 43), joiden koko on pieni suhteessa kantokapasiteettiin. /29/

Hihnakuuljettimet (kuva 44) soveltuvat puolestaan kohteisiin, joissa kuljetusmatkat ovat pitkiä ja materiaalivirrat suuria ja jatkuvia. Kuljettimilla reitti pysyy koko ajan samana ja ne asettavat kuljetettavalle materiaalille kokorajoituksia, jonka vuoksi malmi pitää usein esimurskata. Alkuinvestoinnit kuljettimille ovat suuret, mutta käyttökustannukset ovat pienet verrattuna muihin kuljetusmenetelmiin. Suomessa malminkuljetuksessa vähemmän tunnettu raidekuljetus on ensisijaisesti pitkien ja vaakasuorien kuljetusten menetelmä. Kuten hihnakuuljetuksessakin menetelmän alkuinvestoinnit ovat suuret mutta käyttökustannukset alhaiset. Erona kuitenkin on, että järjestelmällä voidaan helposti kuljettaa lohkarista materiaalia ilman esimurskaustarvetta. /29/

10 Työturvallisuus

Kaivostyötä on kautta aikojen pidetty vaarallisena työnä, jota se olikin silloin kun työmenetelmät olivat käsityövaltaisia. Työtä tehtiin ahtaissa, pimeissä ja märissä olosuhteissa, joissa ei raitista ilmaa saanut. Nykyään kaikki on kuitenkin toisin ja useimmiten maanalaiseen kaivokseen mentäessä ei huomaa olevansa useita satoja metrejä kallion sisällä, sillä ympäristö näyttää sosiaalituloissa lähes samalta kuin maan pinnalla. Koneellistaminen ja automaation lisääminen kaivoksissa, ovat vähentäneet tapaturmariskiä sekä altistumista erilaisille työperäisille sairauksille, kuten pölykeuhkolle. /29/

Turvallisuustyötä tehdään Suomen kaivoksilla järjestelmällisesti jo sen lakisääntönsyidenkin vuoksi. Verratessa alan tapaturmatilastoja muihin toimialoihin, näyttää nykytilanne selvästi paremmalta kuin esimerkiksi rakennusalalla. Alan yleisilmettä kuitenkin synkentävät eri puolilla maailmaa tapahtuvat kaivossortumiset, joihin Suomessa varaudutaan perusteellisella kalliorakentamissuunnittelulla sekä tukemistoimenpiteillä. /29/

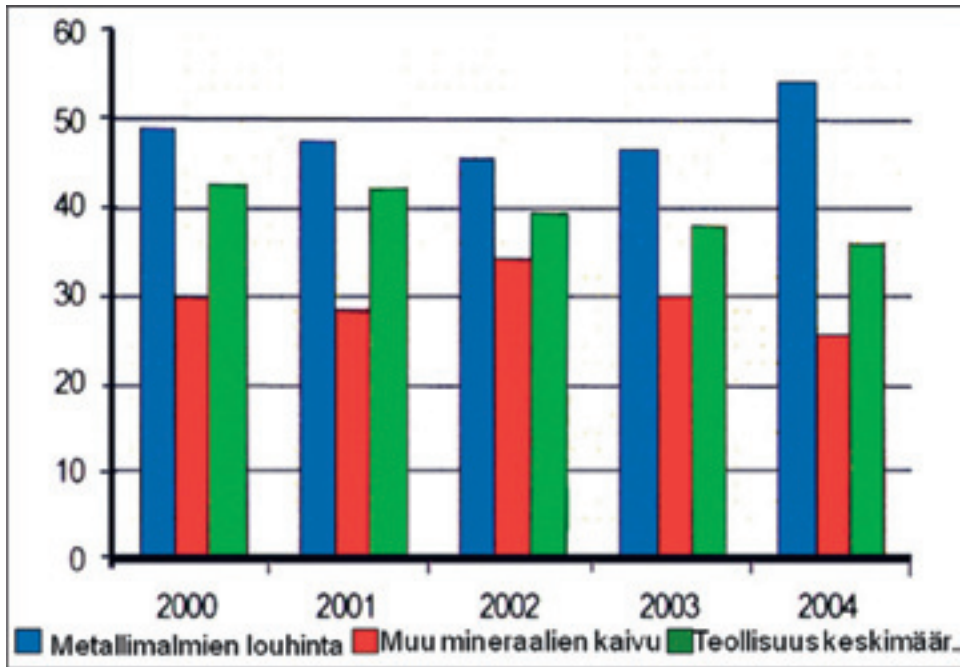
10.1 KAIVOSTURVALLISUUS

Kaivoksilla vaaroja ja työterveyteen vaikuttavia tekijöitä on runsaasti:

- tietyssä määrin arvaamaton materiaali ja työympäristö eli kallio
- työskentely isoilla koneilla
- räjähteiden eli vaarallisten aineiden käsittely
- työskentely jyrkkien ja korkeiden luiskien sekä syvien kuilujen läheisyydessä
- melu, pöly sekä joskus myös huono näkyvyys
- yksin tapahtuva työskentely monissa työvaiheissa. /29/

Tyypillisimmät, kaivoksilla sattuvat työtapaturmat, johtuvat kompastumisesta tai liukastumisesta. Suomessa koko kaivosalalla vuonna 2006 loukkaantui onnettomuuksissa 37 henkilöä. Verrattuna kuitenkin muiden mineraalien kaivamiseen ja teollisuuteen yleensä, metallimalmien louhinnassa työtapaturmatiheys on hieman korkeampi (kuva 45). Nykyään kaivosyhtiöt panostavat työturvallisuuteen erittäin paljon ja sitä hoitamaan on joissain jopa perustettu oma organisaationsa. Pitkäjänteinen

työ tuottaa myös tulosta, sillä esimerkiksi Outokummun Kemin kaivoksella omien työntekijöiden työtapaturmat ovat jo pitkään olleet tasolla 0-4 tapaturmaa/vuosi. Kanadalaisomisteisella Pyhäsalmen kaivoksella tapaturmatiheys miljoonaa työtuntia kohden on puolestaan viimeisen viiden vuoden aikana pysytellyt välillä 2,8–12,3. /55, 72, 94/



Kuva 45. Kaivosalalla vuonna 2006 sattuneet tapaturmat (kpl) /72/

11 Lähteet

- /1/ Agnico-Eagle Mines Ltd, Annual report 2009, [PDF-dokumentti], http://www.agnico-eagle.com/Theme/Agnico2/files/pdf/AEM_2009AR_2oF.pdf
- /2/ Agnico-Eagle Mines Ltd, First Quarter 2010 Report, [PDF-dokumentti], http://www.agnico-eagle.com/Theme/Agnico2/files/pdf/Q1_2010_Report.pdf
- /3/ Agnico-Eagle Mines Ltd, Suurikuusikon kaivoksen layout, [www-dokumentti], http://agnico-eagle.com/Theme/Agnico2/files/images/kittila_longitudinal_view_b.jpg
- /4/ Agnico-Eagle Mines Ltd, [www-dokumentti], <http://www.agnico-eagle.com/>
- /5/ Anfo-panostuslaite, [www-dokumentti], http://www.normetusa.com/Normet%20-%20Charmec%20-%20Explosive%20Chargers_files/chamec161ob.gif
- /6/ Boliden Ab, Aitik, [www-dokumentti], [http://www.boliden.se/www/en/bolidenen.nsf/\(WebPagesByID\)/58837oD9733A73D2C1256DDC0o511AC6/\\$file/Aitik%20flyg%201.jpg](http://www.boliden.se/www/en/bolidenen.nsf/(WebPagesByID)/58837oD9733A73D2C1256DDC0o511AC6/$file/Aitik%20flyg%201.jpg)
- /7/ Dragon Mining Ltd, Annual report 2009, [PDF-dokumentti], http://www.dragon-mining.com.au/IMG/pdf/Dragon_Mining_Annual_Report_2009_-_WEB_VERSION_-_FINAL.pdf
- /8/ Dragon Mining Ltd, [www-dokumentti], <http://www.dragon-mining.com.au/>
- /9/ Endomines Ab, Annual report 2009, [PDF-dokumentti], http://www.endomines.com/pdf/endominesab_q4_2009_summary_en.pdf
- /10/ Endomines Ab, Pampalo - Next Gold Mine in Nordic Countries, Kaivosseminaari, Kokkola 3.6.2010, [PDF-dokumentti], http://viestinta2.kpakk.fi/mine/uploads/pdf/kaivosseminaari_esitykset/torstai/ekberg/endomines_3_6_2010.pdf
- /11/ Endomines Ab, Pampalon kaivoksen 3D-malli, [www-dokumentti], http://www.endomines.com/images/pampalogruva_3d.jpg
- /12/ Endomines Ab, Press release 11.3.2010, [www-dokumentti], <http://www.endomines.com/newsreader.php?news=http://cws.huginonline.com/E/138o43/PR/2o1o03/1392858.xml>
- /13/ Endomines Ab, [www-dokumentti], <http://www.endomines.com/>
- /14/ Esitys uudeksi kaivoslaiksi eduskunnalle, Tiedote 367/2009, Työ- ja elinkeinoministeriö, [PDF-dokumentti], http://www.tem.fi/files/25613/367_VN_KaivosHE_2212o9.pdf

- /15/ First Quantum Minerals Ltd, Annual report 2009, [PDF-dokumentti], <http://www.first-quantum.com/i/pdf/2009AnnualReport.pdf>
- /16/ First Quantum Minerals Ltd, [www-dokumentti], <http://www.first-quantum.com/s/Home.asp>
- /17/ Forcit Oy, Anfot -tuotetietoesite, [PDF-dokumentti], <http://www.forcit.fi/wp-content/uploads/2009/05/TT-Anfot-08072008.pdf>
- /18/ Forcit Oy, Kemiitti 810 -tuotetietoesite, [PDF-dokumentti], <http://www.forcit.fi/wp-content/uploads/2009/05/TT-Kemiitti-810-22032007.pdf>
- /19/ Gehör Seppo, Yara Suomi Oy, Kaivosseminaari, Kokkola 2010, [PDF-dokumentti], http://viestintaz.kpakk.fi/mine/uploads/pdf/kaivosseminaari_esitykset/torstai/gehor/sokli_hanke.pdf
- /20/ Geologian tutkimuskeskus, Geologisten luonnonvarojen hyödyntäminen Suomessa 2008, Tutkimusraportti 179, 2009, [PDF-dokumentti], <http://arkisto.gtk.fi/tr/tr179.pdf>
- /21/ Geologian tutkimuskeskus, GTK:n rooli tutkimuskentässä, [www-dokumentti], <http://www.gtk.fi/export/sites/fi/tutkimus2/images/tutkimusrooli2010.jpg>
- /22/ Geologian Tutkimuskeskus, [www-dokumentti], <http://www.gtk.fi>
- /23/ Geological Survey of Finland, Jokisivu, Gold database, [www-dokumentti], <http://en.gtk.fi/ExplorationFinland/Commodities/Gold/jokisivu.html>
- /24/ Geological Survey of Finland, Kutemajärvi, Gold database, [www-dokumentti], <http://en.gtk.fi/ExplorationFinland/Commodities/Gold/kutemajarvi.html>
- /25/ Geological Survey of Finland, Pampalo, Gold database, [www-dokumentti], <http://en.gtk.fi/ExplorationFinland/Commodities/Gold/pampalo.html>
- /26/ Geological Survey of Finland, Suurikuusikko, Gold database, [www-dokumentti], <http://en.gtk.fi/ExplorationFinland/Commodities/Gold/suurikuusikko.html>
- /27/ Geological Survey of Finland, Taivaljärvi, Zinc database, [www-dokumentti], <http://en.gtk.fi/ExplorationFinland/Commodities/Zinc/taivaljarvi.html>
- /28/ Gexco Ab, [www-dokumentti], <http://www.gexco.se/>
- /29/ Hakapää Antero, Lappalainen Pekka, Kaivos- ja louhintatekniikka, Kaivannaisteollisuus ry, Opetushallitus, 2009
- /30/ Suomen ympäristökeskus, Hankkeiden YVA-menettely, [www-dokumentti], <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=1499&lan=fi>
- /31/ Helsingin yliopisto, [www-dokumentti], <http://www.helsinki.fi/yliopisto/>
- /32/ Hiltunen Anja, Kujala Veikko, Työterveyslaitos Oulun aluetoimipiste, Toimintaympäristön analyysi, 2006
- /33/ Inmet Mining Corporation, Annual report 2009, [PDF-dokumentti], <http://www.inmetmining.com/Theme/Inmet/files/pdf/2009%20Annual%20Report.pdf>
- /34/ Inmet Mining Corporation, [www-dokumentti], <http://www.inmetmining.com/>
- /35/ Kaivannaisteollisuusyhdistys ry, Kiviteollisuusliitto ry, Suomen Maanrakentajien Keskusliitto ry, Kaivannaisteollisuus - yhdyskunnan kivijalka, 2004,

- [PDF-dokumentti], <http://www.finstone.fi/kiviteollisuusliitto/Kaivannaisite.pdf>
- /36/ Kaivoksella käytettävä dumpperi, [www-dokumentti], <http://xml.catmms.com/servlet/ImageServlet?imageId=C513087&imageType=2>
- /37/ Kaivoksella käytettävä louhosauto, [www-dokumentti], <http://xml.catmms.com/servlet/ImageServlet?imageId=C540384&imageType=2>
- /38/ Kaivoksella käytössä oleva kaivinkone, [www-dokumentti], <http://xml.catmms.com/servlet/ImageServlet?imageId=C185121&imageType=2>
- /39/ Kaivoksella käytössä oleva pyöräkuormaaja, [www-dokumentti], http://www.talvivaara.com/files/talvivaara/Presentations/Production__Commercial_Update_04.12.08.pdf
- /40/ Kaivokset ja ajankohtaiset tutkimuskohteet, Geologian Tutkimuskeskus, [PDF-dokumentti], <http://www.gtk.fi/domestic/arkisto/Malmiloydot.pdf>, avattu 17.3.2010
- /41/ Kaivosasetus, 17.12.1965, [PDF-dokumentti], <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1965/19650663>
- /42/ Työ- ja elinkeinoministeriö, Kaivoslaki-taustamuistio 7.10.2008, [PDF-dokumentti], http://www.tem.fi/files/20278/KaivoslakiTR_tauostamuistio_071008.pdf
- /43/ Kaivoslaki, 17.9.1965, [PDF-dokumentti], <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1965/19650503>
- /44/ Kartiomurskain, [www-dokumentti], <http://www.infomine.com/equipment/sellers/amking/6089.jpg>
- /45/ Kauppa- ja teollisuusministeriö, Suomen kaivannaisteollisuus -muistio 3.2.2006, [PDF-dokumentti], http://kotisivukone.fi/files/eiuraanikaivostakuumuistio_3-2-06.pdf
- /46/ Kemiitti 810- panostusajoneuvo, [www-dokumentti], http://www.conlog.fi/assets/images/kuvat/prosessiajoneuvot/prosessiajoneuvot_1.jpg
- /47/ Kevitsa Mining Oy, Kevitsan monimetallikaivos -esitys, [www-dokumentti], http://www.kaivos.fi/@Bin/111538/Kevitsa_perusesitys_fi_141209.pps
- /48/ Korhonen Timo, Kommenttipuheenvuoro, Kaivoslaki 2010 -seminaari, [PDF-dokumentti], http://www.lapinliitto.fi/c/document_library/get_file?folderId=49757&name=DLFE-2903.pdf
- /49/ Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 10.6.1994/468, [PDF-dokumentti], <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940468>
- /50/ Lappland Goldminers Ab, Delårsrapport Januari- mars 2010, [PDF-dokumentti], http://websystem.gismo.se/Gismo/files/1046/rapporter/svensk/lgm_rapport_2010-iq_sve.pdf
- /51/ Lappland Goldminers Ab, Årsredovisning 2009, [PDF-dokumentti], http://www.lapplandgoldminers.com/Gismo/files/1046/arsredovisningar/arsredovisning2009_sve_slut.pdf

- /52/ Lappland Goldminers Ab, [www-dokumentti], <http://www.lapplandgoldminers.com/>
- /53/ Leukamurskain, [www-dokumentti], http://www.crusher-china.net/crusher_image/Jaw-Crusher-movie.gif
- /54/ Liikenne- ja viestintäministeriö, Tiedote 24.6.2010, [www-dokumentti], <http://www.lvm.fi/web/fi/tiedote/view/1168883>
- /55/ Lähtenmäki Seppo, Pyhäsalmi Mine Oy, Pyhäsalmi Mine -yleisesittely, [PPT-esitys], Suomen kaivostoiminta, prosessit ja tekniikka -koulutus, 2010
- /56/ Metso Oyj, Jauhinmylly, [www-dokumentti], http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_grin.nsf/de531ccof064e407c2256a680040da57/57717ce916413f60c2256f55003b1095/PageRTF/o.FE!OpenElement&FieldElemFormat=jpg
- /57/ Metso Oyj, Jauhinmylly, [www-dokumentti], http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_grin.nsf/de531ccof064e407c2256a680040da57/a44da54f3233e536c2256f540054855b/PageRTF/o.112!OpenElement&FieldElemFormat=jpg
- /58/ Mikkola Pertti, Lappland Goldminers Ab, Pahtavaaran kaivoksen 3D-malli, 16.11.2009
- /59/ Mikkola Pertti, Lappland Goldminers Ab, Pahtavaaran kaivoksen prosessikuvaus, 16.11.2009
- /60/ Nordic Mines Ab, [www-dokumentti], <http://www.nordicmines.se/>
- /61/ Northland Resources Inc, Press release 29.6.2010, [www-dokumentti], http://www.northlandresourcesinc.com/s/NewsReleases.asp?ReportID=407324&_Type=News-Releases&_Title=Hannukainen-PEA-Report-Posted-on-SEDAR
- /62/ Northland Resources Inc, [www-dokumentti], <http://www.northlandresourcesinc.com/s/Home.asp>
- /63/ Oulu Mining School, [www-dokumentti], <http://www.oulumining.fi>
- /64/ Oulun yliopisto, Geotieteiden laitos, [www-dokumentti], <http://cc.oulu.fi/~geolwww/tutkimus.html>
- /65/ Outokumpu Oyj, Outokumpu kaksinkertaistaa ferrokromituotantonsa, Pörssitiedote, 9.6.2010, [www-dokumentti], http://www.outokumpu.com/pages/XMLPage____8941.aspx?xmlurl=http://cws.huginonline.com/O/3010/PR/201006/1422513.xml&type=1
- /66/ Paakkola Conveyors Oy, Hihnakuuljetin, [www-dokumentti], <http://www.paakkola.com/media/files/palvelut.jpg>
- /67/ Pekkarinen Mauri, Työ- ja elinkeinoministeriö, Hallituksen esitys kaivoslaiksi, 22.12.2009, [PDF-dokumentti], http://www.tem.fi/files/25615/Kaivoslakiesityksen_julkaisu_221209.pdf
- /68/ Pengerlouhittu avolouhos, [www-dokumentti], <http://www.limithesky.com/wp-content/uploads/2006/12/world-largest-openpitmine4.jpg>
- /69/ Pyhäsalmi Mine Oy, asiakasite, 2004
- /70/ Rosenback Leif, Talvivaara Mining Company Plc, Talvivaara-esitys, Kaivosseminaari, Kokkola 4.6. 2010, [PDF-dokumentti], <http://viestinta2.kpakk.fi/mine/>

- uploads/pdf/kaivosseminaari_esitykset/perjantai/rosenback/talvivaara_kai-
vosseminaari_kokkola04062010.pdf
- /71/ Ruuska Jari, Yliniemi Leena, Oulu Mining School - Kaivannaisalan tiedeläh-
töinen koulutus- ja tutkimusympäristö, Kaivosseminaari, Kokkola 2010,
[PDF-dokumentti], [http://viestinta2.kpakk.fi/mine/uploads/pdf/kaivossemi-
naari_esitykset/torstai/ruuska/oms_kaivosseminaari_kokkola.pdf](http://viestinta2.kpakk.fi/mine/uploads/pdf/kaivossemi-
naari_esitykset/torstai/ruuska/oms_kaivosseminaari_kokkola.pdf)
- /72/ Rönkkö Ahti, Työturvallisuus kaivosalalla, [PPT-esitys], Suomen kaivostoi-
minta, prosessit ja tekniikka -koulutus, 2010
- /73/ Sandvik Mining and Construction, LHD- kaivoskone, [www-dokumentti],
[http://www.miningandconstruction.sandvik.com/sandvik/0120/Internet/
Global/S003713.nsf/7ca8cd558b939dbfc125693700332c1e/29325ee36e784cdfc12571
6b00295a3b/Rt_Body/0.344E!OpenElement&FieldElemFormat=jpg](http://www.miningandconstruction.sandvik.com/sandvik/0120/Internet/
Global/S003713.nsf/7ca8cd558b939dbfc125693700332c1e/29325ee36e784cdfc12571
6b00295a3b/Rt_Body/0.344E!OpenElement&FieldElemFormat=jpg)
- /74/ Sandvik Mining and Construction, Maanalainen dumpperi, [www-dokument-
ti], [http://www.miningandconstruction.sandvik.com/sandvik/0120/Internet/
Global/S003713.nsf/7ca8cd558b939dbfc125693700332c1e/8bd2c0572b12e874c1257
16b002879af/Rt_Body/0.300E!OpenElement&FieldElemFormat=jpg](http://www.miningandconstruction.sandvik.com/sandvik/0120/Internet/
Global/S003713.nsf/7ca8cd558b939dbfc125693700332c1e/8bd2c0572b12e874c1257
16b002879af/Rt_Body/0.300E!OpenElement&FieldElemFormat=jpg)
- /75/ Sandvik Mining and Construction, Seulat-esite, [www-dokumentti], [http://
www.miningandconstruction.sandvik.com/sandvik/0120/Internet/Global/
S003713.nsf/Alldocs/Products*5CCrushers*and*screens*5CScreens*2ASS*scre
ns/\\$file/Screens%20ENG.pdf](http://
www.miningandconstruction.sandvik.com/sandvik/0120/Internet/Global/
S003713.nsf/Alldocs/Products*5CCrushers*and*screens*5CScreens*2ASS*scre
ns/$file/Screens%20ENG.pdf)
- /76/ Siimes Aslak, Kaivosten kunnossapito, [PPT-esitys], Suomen kaivostointoiminta,
prosessit ja tekniikka -koulutus, 2010
- /77/ Silver Resources Oy, Hopeaa Kainuun korvesta -esitys, [PDF-dokumentti],
[http://www.vuorimiesyhdistys.fi/kaivos/syysretkio7/SotkamoSilverResources.
pdf](http://www.vuorimiesyhdistys.fi/kaivos/syysretkio7/SotkamoSilverResources.
pdf)
- /78/ Soklin kaivoshankkeen tiedotussivusto, [www-dokumentti], <http://www.sokli.fi>
- /79/ Suomen ympäristökeskus, YVA-lainsäädäntö -esitys, [www-dokumentti],
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=80934&lan=fi>
- /80/ Söderholm Krister, Kevitsa Mining Oy, Kevitsan monimetallikaivoshanke,
Kaivosseminaari, Kokkola 3.6.2010, [PDF-dokumentti], [http://viestinta2.kpakk.
fi/mine/uploads/pdf/kaivosseminaari_esitykset/torstai/soderholm/kokko-
la_03062010.pdf](http://viestinta2.kpakk.
fi/mine/uploads/pdf/kaivosseminaari_esitykset/torstai/soderholm/kokko-
la_03062010.pdf)
- /81/ Talvivaara, Biokasaliuotus, [www-dokumentti], [http://www.talvivaara.com/
files/talvivaara/Gallery/Fthumb1_Biokasaliuotusprosessi.JPG.jpg](http://www.talvivaara.com/
files/talvivaara/Gallery/Fthumb1_Biokasaliuotusprosessi.JPG.jpg)
- /82/ Talvivaaran Kaivososakeyhtiö Oyj, Lehdistötiedote 4.6.2010, [www-dokument-
ti], [http://www.talvivaara.com/media/media-tiedotteet/lehdistotiedotteet/
lehdistotiedote/t=Talvivaara+on+j%C3%A4tt%C3%A4nyt+Uraanin+talteenot
on+ymp%C3%A4rist%C3%B6vaikutusten+arviointiohjelman+Kainuun+E
LY-keskukselle+1.6.2010/id=17540677](http://www.talvivaara.com/media/media-tiedotteet/lehdistotiedotteet/
lehdistotiedote/t=Talvivaara+on+j%C3%A4tt%C3%A4nyt+Uraanin+talteenot
on+ymp%C3%A4rist%C3%B6vaikutusten+arviointiohjelman+Kainuun+E
LY-keskukselle+1.6.2010/id=17540677)
- /83/ Talvivaara Kaivososakeyhtiö Oyj, Osavuositarkastus tammi-maaliskuu 2010,
Pörssitiedote 6.5.2010, [PDF-dokumentti], [http://hugin.
info/136227/R/1412379/364628.pdf](http://hugin.
info/136227/R/1412379/364628.pdf)

- /84/ Talvivaara Kaivososakeyhtiö Oyj, Pörssitiedote 25.1.2010, [PDF-dokumentti], <http://www.talvivaara.com/media/media-tiedotteet/porssitiedotteet/porssitiedote/t=porssitiedote-2512010-talvivaara/id=16427479>
- /85/ Talvivaaran Kaivososakeyhtiö Oyj, Pörssitiedote 20.4.2010, [PDF-dokumentti], http://www.talvivaara.com/files/talvivaara/Uranium/Talvivaara_uraani_presentation_09_02_2010_FI.pdf
- /86/ Talvivaaran Kaivososakeyhtiö Oyj, Vuosikertomus 2009, [PDF-dokumentti], http://www.talvivaara.com/files/talvivaara/Annual Reports/Talvivaara_Vuosikertomus_2009.pdf
- /87/ Talvivaara, [www-dokumentti], <http://www.talvivaara.com/etusivu>
- /88/ Talvivaara Mining Company Plc, BMO Global Metals & Mining Conference 2.3.2010, [PDF-dokumentti], http://www.talvivaara.com/files/talvivaara/Presentations/Talvivaara_BMO_Metals__Mining_Conference_02_03_2010.pdf
- /89/ Talvivaara Mining Company Plc, Uraani talteen -esitys 9.2.2010, [PDF-dokumentti], http://www.talvivaara.com/files/talvivaara/Uranium/Talvivaara_uraani_presentation_09_02_2010_FI.pdf
- /90/ Teräskirja, Metallinjalostajat ry, 8.painos, 2009, [PDF-dokumentti], http://www.teknologiateollisuus.fi/file/7424/E_RAUTAMALMINRIKASTUS.pdf.html
- /91/ Tikkanen Tarja, Tampereen ammattikorkeakoulu, Yleiskatsaus kaivostoimintaan ympäristön kannalta, Tutkintotyö, 2007, [PDF-dokumentti], <https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/8436/Tikkanen.Tarja.pdf?sequence=2>
- /92/ Turun yliopisto, [www-dokumentti], <http://www.utu.fi/>
- /93/ Valtioneuvoston asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä, 17.8.2006/713, [PDF-dokumentti], <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060713>
- /94/ Vuolukka Petri, Outokumpu Chrome Oy, Outokumpu Tornio Works - Kemi mine, [PPT-esitys], Suomen kaivostoiminta, prosessit ja tekniikka -koulutus, 2010
- /95/ Yliniemi Leena, Oulu Mining School - vuorialan koulutusta ja tutkimusta verkottamalla ja kansainvälistymällä, Promaint nro 4/2009, [PDF-dokumentti], <http://www.promaint.net/downloader.asp?id=3262&type=1>
- /96/ Yliniemi Leena, Oulun yliopisto, Kaivosalan tutkimustoiminta, [PPT-esitys], Suomen kaivostoiminta, prosessit ja tekniikka -koulutus, 2010
- /97/ Ympäristönsuojeluasetus, 18.2.2000/169, [PDF-dokumentti], <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2000/20000169>
- /98/ Ympäristönsuojelulaki, 4.2.2000/86, [PDF-dokumentti], <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2000/20000086>
- /99/ Åbo akademi, [www-dokumentti], <http://www.abo.fi/>

- /100/ Talvivaaran Kaivososakeyhtiö Oyj, Vuosikertomus 2010, [PDF-dokumentti], http://www.talvivaara.com/files/talvivaara/AR%202010%20%2B%20parts/Talvivaara_VSK_2010_FIN.pdf
- /101/ Dragon Mining Ltd, Annual Report 2010, [PDF-dokumentti], http://www.dragon-mining.com.au/IMG/pdf/2011-04-11_DM_Annual_Report_2010_-_Final_web-2.pdf
- /102/ Endomines Ab, Årsredovisning 2010, [PDF-dokumentti], http://www.endomines.com/pdf/endomines_ab_arsredovisning_2010.pdf
- /103/ Hemming, Eero, Sokli tilannekatsaus, [PDF-dokumentti], <http://www.arctic-businessforum.com/files/2011/Hemming.pdf>
- /104/ Northland Resources, Hannukaisen kaivoshankkeen ympäristövaikutusten arviointi, [WWW-sivut], <http://www.hannukaisenkaivos.fi/>
- /105/ YLE Kainuu 28.4.2011, Taivaljärven kaivos hakee pian ympäristölupaa, [WWW-artikkeli], http://yle.fi/alueet/kainuu/2011/04/taivaljarven_kaivos_hakee_pian_ymparistolupaa_2519374.html
- /106/ Agnico-Eagle Mines Ltd, Annual Report 2010, [PDF-dokumentti], http://www.agnico-eagle.com/Theme/Agnico2/files/pdf/AEM_AR_2010_Booklet_v001_t9kfk3.pdf
- /107/ Inmet Mining Corporation, Annual Information Form, [PDF-dokumentti], http://www.inmetmining.com/Theme/Inmet/files/pdf/Inmet_AIF_29Mar2011.pdf
- /108/ Lappland Goldminers Ab, Årsredovisning 2010, [PDF-dokumentti], http://www.bequoted.com/investor/company/documents/lapplandgoldminers_arsredovisning_2010_110427_2.pdf
- /109/ First Quantum Minerals Ltd, Annual Report 2010, [PDF-dokumentti], <http://www.first-quantum.com/i/pdf/2010-First-Quantum-AR.pdf>
- /110/ LAPVERK- Lapin verkostoituneet kaivospalvelut, Kaivosalan tarvitsemat tuotteet ja palvelut - esitys, 2.3.2011
- /111/ Pohjois-Lapin alueyhteistyön kuntayhtymä, LAPVERK-hanke, Selvitys kaivostoiminnan alihankintatarpeista ja palveluyritysten tarjonnasta, 2011

Kaivosala tukitoimineen on laaja kokonaisuus. Tämän raportin tarkoituksena on antaa lukijalle perustietoa Suomen kaivoksista, kaivosprosessista sekä siellä tarvittavasta tekniikasta ja tukitoiminnoista, kuten kunnossapidosta. Lisäksi raportissa luodaan katsaus kaivosalan tutkimustoimintaan, liiketoimintaan sekä toimintaa ohjaavaan lainsäädäntöön.

Raportti on laadittu NRT -hankkeen puitteissa. Se on kolmen pohjoisen tuotantostudion (ELME-studio Nivala, Steelpolis Raahе sekä Jaloterässtudio Tornio) yhteishanke metallialan yritysten palvelujen kehittämiseen.