

Areva Resources Finland Oy

Aleksanterinkatu 17

00100 Helsinki

Haettujen valtausalueiden Rumavuoma 1 – 13 tutkimussuunnitelma

SISÄLLYS

1. Rumavuoman alueen sijainti	2
2. Aikaisemmat tutkimukset ja nykyisten tutkimusten tausta	2
3. Geologia	3
3.1. Lapin kolmion geologia	4
3.2. Tutkimusalueen geologia	4
3.3. Perustelut uraaniesiintymän olemassaololle tutkimusalueella	4
4. Tutkimukset ja niiden aikataulu	5
4.1. Kallioperägeologiset ja radiometriset tutkimukset	6
4.2. Maaperägeologiset tutkimukset ja tutkimuskaivannot	7
4.3. Geofysikaaliset tutkimukset	8
4.3.1. Geofysikaaliset tulkinat matalalentoaineistosta	9
4.3.2. Geofysikaaliset maanpintamittaukset	10
4.3.3. Muut geofysikaaliset mittaukset ja tutkimukset	10
4.4. Syväkairaukset ja muu koneellinen näytteenotto	11
4.5. Muu mahdollinen näytteenotto ja tutkimus	13
5. Tutkimustyön periaatteet	13
6. Yhteenveto	13

1. RUMAVUOMAN ALUEEN SIJAINTI

Rumavuoman alue sijaitsee karttalehtien 2631 12, 2632 10, 2633 03 ja 2634 01 risteysalueella noin 50 km Rovaniemeltä länteen. Aluetta leikkaa Rovaniemen kaupungin ja Ylitornion kunnan raja siten, että Rumavuoma 1 on kokonaan ja haetut valtausalueet Rumavuoma 2, 3 ja 5 osittain Rovaniemen kaupungin alueella, muiden valtausalueiden sijoittuessa Ylitornion puolelle (liite 1). Rumavuoman alue on loivasti kumpuilevaa maastoa, missä matalat moreeni- ja kalliokumpareet vuorottelevat soiden ja kaakkoiskulman ojitetun rämeen kanssa. Pohjoisosa on suurelta osin kivikkoisten saarekkeiden ja pienten lampien pilkkomaa vetelää suota, joten maastotutkimustyöt onnistuvat siellä vain talvisaikaan. Maa-alueen omistaa valtio lukuun ottamatta pientä yksityistä maapalasta Rumavuoma 4 ja 6 -alueilla. Valtausalueella ja sen välittömässä läheisyydessä ei ole luonnonsuojelualueita.

2. AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET JA NYKYISTEN TUTKIMUSTEN TAUSTA

Geologian tutkimuskeskus (jatkossa: GTK) teki vuosina 1997 – 1999 Rumavuoman pohjoisosissa malmitutkimuksia geokemiallisten moreenianomalioiden selvittämiseksi ja yhdistämiseksi kallioperään. Tällöin GTK teki alueelle kolme pientä valtausta Kiima 1 – Kiima 3 (kaiv. rek. nrot 6714/1-3)(Pulkkinen 2000). Kohdealueen tutkimuksia ei tuolloin jatkettu pitemmälle. GTK käynnisti kuitenkin 2000-luvun alkupuolella malmitutkimukset koko Peräpohjan liuskealueella tarkoituksena selvittää sen potentiaalisuutta IOCG-malmiesiintymien suhteen (IOCG = Iron Oxide Copper Gold deposit). Tämän malmityypin esiintymät ovat yleensä metallipitoisuuksiltaan alhaisia, mutta kooltaan ne voivat olla valtavan suuria. Lisäksi ne sisältävät usein raudan, kuparin ja kullan lisäksi myös huomattavia määriä uraania. Näiden tutkimusten yhteydessä havaittiin Rumavuoman etelä- ja keskiosissa aeroradiometrisillä kartoilla selvästi erottuvat radioaktiiviset anomaliat uraanikanavalla. GTK paikansi alueelta radioaktiivisia lohkarkeitä sekä säteilyä kalliosta. Tämän pitemmälle GTK ei uraanitutkimuksia jatkanut. Kuparitutkimuksia lähiympäristössä sen sijaan tehtiin. Näitä tutkimuksia jatkaa Pyhäsalmi Mine Oy, joka on jättänyt valtaushakemukset tutkimusalueen itäpuolelle.

Kesällä 2007 Areva Resources Finland Oy:n geologit tekivät maastotarkistuksia säteilyanomalioiden aiheuttajista GTK:n tutkimusavustaja Antti Pakosen opastuksella. Huomattiin, että radioaktiivista säteilyä esiintyy kalliassa laajalla alueella, joten uraanitutkimuksia päätettiin jatkaa. Kesällä 2007 alueelta kerättiin alustavat näytteet, joista Areva teki petrografisia, metallografisia ja autoradiografisia tutkimuksia Pariisissa (Brouand 2007).

3. GEOLOGIA

Suuri osa maailman uraanivarannoista on löydetty kilpialueilta eli alueilta, joiden kallioperän muodostavat prekambriiset kiteiset kivilajit. Fennoskandian kilpi (aikaisemmin myös: Baltian kilpi) on yksi näistä kilpialueista, ja sen pääasiassa myöhäisarkeinen ja varhaisproterotsooinen prekambriinen kallioperä on paljastunut noin miljoonan neliökilometrin laajuudelta. Suomi sijaitsee Fennoskandian kilven keskellä. Etelässä ja idässä Fennoskandian kilven kallioperä painuu Venäjän laakion ja Viron huomattavasti nuorempien sedimenttikivien alle. Lännessä ja luoteessa kilven prekambriiset kivilajit rajautuvat nuorempaan Kaledonidien vuorijonoon (Äikäs 2007).

Itä- ja Pohjois-Suomessa sekä Fennoskandian kilven Venäjän federaatioon kuuluvilla alueilla arkeisen ja proterotsooisen kallioperän raja on laajalti seurattavissa. Tämän rajan ikä on noin 2,5 miljardia vuotta. Suomessa, Ruotsissa ja Venäjällä esiintyvät proterotsooiset sedimenttikivet, metamorfiset kivet ja syväkivet ovat tätä nuorempia. Ne ovat syntyneet tai muokkautuneet monivaiheisissa maankuoren prosesseissa, joista yksi merkittävimmistä tapahtui 1,97–1,86 miljardia vuotta sitten. Tämän jälkeisistä etenkin syväkivien muodostukseen kuuluvista prosesseista on laajalti merkkejä koko kilvellä noin 1,8–1,7 miljardia vuotta sitten. Nuorimpia prekambrisia kiviä edustavat rapakivigraniittien esiintymät (1,64–1,59 miljardia vuotta) sekä useissa paikoin - mutta enimmäkseen kuitenkin merien pohjassa - esiintyvät ns. Jotuniset sedimenttikivet, joiden kerrostuminen tapahtui rapakivien kiteytymisen jälkeen mutta ennen kuin diabaasimagmaat tunkeutuivat niihin kuten Satakunnassa esimerkiksi noin 1,29 miljardia vuotta sitten (Äikäs 2007).

Fennoskandian kilven alueelta ei ole toistaiseksi löydetty sellaisia maailmanluokan uraaniesiintymiä kuin vastaavilta kilpialueilta Kanadassa ja Australiassa. Merkittävää uraaniesiintymiä on prekambrikilpien alueilla muuallakin, mm. Ukrainassa, Brasiliassa ja Venäjän Altailla. Mitään geologista syytä taloudellisten uraaniesiintymien puuttumiselle Fennoskandian kilven alueelta ei ole, pikemminkin päinvastoin: kivilajien, geologisten muodostumien iän ja geokemiallisten sekä geofysikaalisten kartoitusten perusteella koko Fennoskandian kilpi on hyvin otollinen eri tyyppisten uraaniesiintymien löytämiselle. Malminetsinnälle tämä on vakava haaste, johon vastataan 1) perehtymällä aikaisempiin löytöihin sekä koko kilven alueen geologiaan ja malmipotentialiin ja 2) suuntaamalla etsintä uusimpia malmigeneettisiä malleja soveltamalla lupaavimmille kohdealueille niin Suomessa kuin muuallakin Fennoskandian kilven alueella.

Rumavuoman tutkimusalue sijoittuu lähes keskelle Fennoskandian kilpialuetta varhaisproterotsooiselle Peräpohjan liuskealueelle, josta käytetään nimitystä Lapin kolmio. Seuraavassa kappaleessa esitetään lyhyt yhteenveto Lapin kolmion geologiasta.

3.1. Lapin kolmion geologia

Lapin kolmio geologisena terminä vakiintui 1940-luvulla tarkoittamaan suurin piirtein Kemin – Ylitornion – Rovaniemen rajaamaa aluetta, jolle on tyypillistä vaatelaidien kasviyhdyksuntien esiintyminen. Esimerkiksi eksoottiset kämmekät - kuten neidonkenkä ja tikankontti - ovat tällä alueella peräti yleisiä. Alueen kallioperää luonnehtii dolomiittien ja emäksisten vulkaniittien runsaus, joka heijastuu alueen maaperään ja sitä kautta luontoon. Aluetta kutsutaan myös Peräpohjan liuskealueeksi (Perttunen 2007).

Lapin kolmion muodostaman Peräpohjan liuskealueen kallioperä koostuu muinaisten vulkaniittien ja sedimenttien lisäksi happamista ja intermediäärisistä syväkivistä sekä emäksisistä juonista. Tämä alue rajautuu kaakossa iältään vanhempaan, arkeeseen Pudasjärven kompleksiin ja pohjoisessa liuskeita nuorempaan varhaisproterotsooiseen Keski-Lapin granitoidikompleksiin. Lännessä ovat rajana Tornionjoki, ja Tornionjokivarresta Ruotsin puolelle jatkuvat syväkivet (Perttunen 2007).

3.2. Tutkimusalueen geologia

Rumavuoman tutkimusalueen paljastumien kiviä ei ole vielä yksityiskohtaisesti kartoitettu. Perttunen (2007) mukaan alueen kivet koostuvat emäksisistä vulkaniiteista, kvartsiiteista, karbonaattikivistä, kalkkisilikaattikivistä, kiilleliuskeista ja mustaliuskeista sekä arkosiiteista.

Alueen itäosassa, kerrosjärjestyksessä alimpana, oleva vulkaaninen kivilaji kuuluu Jouttiaavan vulkaaniseen muodostumaan. Vulkaniittien päällä oleva kvartsiitti edustaa Kvartsimaan muodostumaa ja karbonaattikivet Rantamaan dolomiittista muodostumaa. Kiilleliuskeet niihin liittyvine mustaliuskeineen edustavat Martimon muodostumaa. Kerrosjärjestyksessä nuorimpia kiviä edustavat pohjoisosassa olevat arkosiitit, jotka on tektonisesti erotettu muista kivistä ja jotka ovat mahdollisesti felsisiä vulkanogeenisiä kiviä. Nämä muodostavat yhdessä mafisten amfiboliittien kanssa Korkiavaaran muodostuman (Perttunen 2007).

3.3. Perustelut uraniesiintymän olemassaololle tutkimusalueella

Areva Resources Finland Oy:n ja Geologian tutkimuskeskuksen tutkimukset osoittavat, että tutkimusalueen kallioperässä on urania, kuparia, sinkkiä, lyijyä ja hopeaa. Näiden metallien pitoisuudet ovat monikymmenkertaiset verrattuna luontaisiin taustapitoisuuksiin. Lisäksi yhtiön petrografiset, metallografiset ja autoradiografiset tutkimukset osoittavat, että uraani esiintyy kalkkisilikaattikivien mikroraoissa ja -juonissa (Brouand 2007). Näiden tutkimusten perusteella näyttää siltä, että uraani on ollut fluidifaasissa ja uraniesiintymä on hydrotermistä alkuperää.

Edellä olevien todisteiden ja Lapin kolmion alueella esiintyvien kivilajien, geologisen kehityksen ja geologisten rakenteiden perusteella Areva Resources Finland Oy on hahmottanut alueellisen malmigeneettisen mallin. Sen mukaan on perusteltua olettaa, että Rumavuoman valtausalueelta on löydettävissä taloudellisesti hyödynnettävä uraaniesiintymä. Tämän esiintymän paikantamisen sekä laadun ja laajuuden selvittämiseksi tehdään alla kuvatut tutkimustoimenpiteet.

Mikäli kauppa- ja teollisuusministeriö valtauspäätöstä tehdessään tarvitsee lisätietoa perusteluista, on hakija valmis esittelemään mainitun malmigeneettisen mallin yksityiskohdat sekä täsmentämään maastotutkimustoimenpiteiden määrää, laatua ja aikataulua.

4. TUTKIMUKSET JA NIIDEN AIKATAULU

Kaikki maastossa tehtävät tutkimukset ovat malmigeologisia tutkimuksia, joilla pyritään osoittamaan, että valtausalueella on kaivoskivennäisiä niin runsaasti ja siinä muodossa, että esiintymää todennäköisesti voidaan käyttää hyväksi ja tämän perusteella saada määrätyn alue kaivospiiriin kaivostyön suorittamista varten ja siten saada oikeus kaivospiirissä olevien kaivoskivennäisten hyödyntämiseen.

Seuraavassa kuvataan pääasiassa maastossa tehtäviä tutkimuksia, toimenpiteitä ja näytteenottoa, koska toimisto- ja laboratoriotiloissa tehtävä tutkimustyö ei rasita maastoa. Tieteellisen ja laboratoriotutkimustyön osuutta kuvataan vain siinä määrin kuin on tarpeen ymmärtää maastotöiden tärkeys, merkitys ja aikataulu.

Kaikki tutkimukset ovat riippuvaisia toisistaan ja tukevat toisiaan. Tästä syystä tutkimukset tapahtuvat vaiheittain. Vaiheistuksen tarvetta lisää myös tutkimusalueen maasto ja vuodenajat, jotka ohjaavat tutkimuksia. Tutkimukset aloitetaan alueen etelä- ja keskiosista, koska siellä on todettu selvät indikaatiot uraanin esiintymisestä, maasto kovempaa, alue paremmin paljastunut ja maapeite monin paikoin ohuempaa. Tällöin esimerkiksi geofysikaalisten mittaustulosten suhde kallioperään voidaan varmentaa tutkimuskaivantojen avulla. Pohjoisosien vetelät suot ja pienet lammet asettavat tutkimuksille omat rajoituksensa. Osa tutkimuksista voidaan tehdä ainoastaan talvella, kun maasto on riittävästi jäätynyt.

Jotta tutkimustyöt olisivat mahdollisimman tehokkaita, niitä ei keskitetä vain yhteen, kerralla loppuun asti tutkittavaan kohteeseen, ja sen jälkeen siirrytään tutkimusalueen toiseen osaan, vaan tutkimusten eri vaiheita on menossa samanaikaisesti eri puolilla tutkimusaluetta (liite 2). Tutkimusten rinnakkaisuus johtuu myös siitä, että kaikkia tutkimusmenetelmiä ei maasto-olosuhteista johtuen voida joka paikassa käyttää. Maastotutkimukset voidaan jakaa karkeasti ottaen neljään vaiheeseen, jotka sisältävät vaihtelevasti niin malmigeologista havainnointia ja kartoitusta kuin geofysikaalisia

mittauksia, tutkimuskaivantojen tekoa, syväkairauksia ja muuta näytteenottoa. Nämä vaiheet on tässä yhteydessä nimetty tunnustelu-, paikannus-, täsmennys- ja alustaviksi inventointitutkimuksiksi (liite 2). Näitä vaiheita edeltäväksi voidaan nimetä vielä alustavien tutkimusten vaihe, jossa hahmotetaan sitä, onko jokin alue potentiaalinen tiettyjen malmiesiintymien suhteen. Tämän vaiheen yhtiö on jo ohittanut luodessaan malmigeneettisen mallin.

Tunnusteluvaiheen tutkimuksiin kuuluvat pääasiassa geologinen kartoitus, radiometriset maanpintamittaukset ja -tutkimukset, geofysikaaliset mittaukset, tutkimuskaivantojen teko ja niiden detaljikartoitukset sekä tunnustelukairaukset. Geologista kartoitusta ja radiometrisiä maastotutkimuksia lukuun ottamatta tämän vaiheen tutkimukset eivät vielä kata koko tutkimusaluetta, vaan niitä suunnataan alueille, joilla näyttäisi olevan suurin todennäköisyys taloudellisesti hyödynnettävissä olevan esiintymän löytymiselle.

Paikannusvaiheen tutkimuksissa viitteitä malmiesiintymän olemassaolosta on jo saatu. Tässä vaiheessa pyritään esiintymän paikka ja laajuus kallioperässä hahmottamaan. Tutkimusmenetelmät ovat samoja kuin edellisessäkin vaiheessa. Epäsuoria tutkimusmenetelmiä sekä syväkairauksia vain suunnataan tarkemmin tietyille alueille.

Täsmäntävissä tutkimuksissa esiintymän/esiintymien ulottuvuudet pyritään pääpiirteissään määrittämään kaivinkonemontutuksilla, syväkairauksilla, reikäluotauksilla ja tarkentavilla geofysikaalisilla tutkimuksilla.

Alustavan inventointivaiheen tutkimustulosten perusteella esiintymän pitoisuuksista, muodosta, koosta ja mahdollisesti louhittavista tonnimääristä voidaan tehdä alustava arvio, jonka perusteella arvioidaan esiintymän mahdollinen taloudellinen hyödynnettävyys. Tämän tutkimusvaiheen tuloksien perusteella tehdään päätös joko jatkoajan hakemisesta valtauksille lisätutkimuksia varten tai haetaan oikeutta kaivoskivennäisten hyväksi käyttämiseen.

4.1. Kallioperägeologiset ja alustavat radiometriset tutkimukset

Ennen maastotutkimusten aloittamista ostetaan GTK:lta aluetta koskeva geologinen, geofysikaalinen, geokemiallinen ja kemiallinen aineisto. Tämä tutkitaan huolellisesti. Samoin tutkitaan alueen syväkairausnäytteet pitäen silmällä hydrotermisiä malminmuodostusprosesseja. Kairasydämistä mitataan radioaktiivisuus ja otetaan tarvittavat näytteet laboratoriotutkimuksia varten.

Kesällä 2008 yhtiö jatkaa kaivoskivennäisten löytämiseksi tarpeellisiksi katsomiaan geologisia havaintoja ja mittauksia sekä vähäistä näytteenottoa. Työ aloitetaan geologisella detaljikartoituksella ja yksityiskohtaisilla radiometrisillä tutkimuksilla. Kaikki alueella olevat kalliopaljastumat etsitään ja niistä tehdään kallioperä- ja tarvittavat

rakennetulkintahavainnot sekä radiometriset mittaukset. Havaintoja tehtäessä kallion pinnasta voidaan joutua käärimään kunttaa pois. Havainnonteon jälkeen kunta palautetaan mahdollisimman hyvin alkuperäiselle paikalleen.

Kartoituksen yhteydessä irrotetaan kivivasaralla näytteitä kallioista ja irtolohkareista. Kivivasaralla irrotettu näyte on tyypillisesti noin kahvipaketin kokoinen. Joskus saattaa lohjeta isompikin kappale. Koska jokaisesta tarvittavasta kohdasta ei saada kivivasaralla näytettä esimerkiksi kallion pinnan sileyden vuoksi, otetaan tällaisista kohdista näytteet kannettavalla pienoistimanttikairalla (Mini-Drill). Nämä, halkaisijaltaan noin 3 cm paksut, näytteet ovat 10 – 20 cm pituisia pyöreitä kivipötköjä. Tästä näytteenotosta jää kallioon vastaavansyvyiset ja – kokoiset reiät.

Kallioperän detaljikartoituksen yhteydessä tehtävä näytteenotto on vähäistä näytteenottoa, jota yritys katsoo voivansa tehdä ilman valtauskirjaa. Ennen näytteenottotöiden aloittamista Areva Resources Finland Oy ilmoittaa asiasta tutkimusalueen maanomistajille ja varmuuden vuoksi myös paikkakunnan rekisteritoimistolle.

Luonnon radioaktiivisuuden esiintymisen ja voimakkuuden määrittämiseksi tehdään tutkimusalueella radiometriset mittaukset ja tutkimukset systemaattisesti kaikista kalliopaljastumista sekä mahdollisimman tarkkaan myös peitteisiltä alueilta. Mittaukset tehdään kannettavilla skintillometreillä (tuikelaskimet), joilla mitataan radioaktiivista totaaliγ-säteilyä. Luonnossa esiintyvä γ-säteily syntyy uraanin, toriumin ja kaliumin isotooppi 40:n sekä kosmisen säteilyn yhteisvaikutuksesta.

Valikoiduista kohdista tehdään myös ns. γ-spektrometrimittauksia, joilla selvitetään kaliumin, toriumin ja uraanin aiheuttamia säteilyosuuksia ja samalla näiden alkuaineiden pitoisuusarvoja. Molemmat mittalaitteet ovat kannettavia laitteita. Niiden käyttö ei jätä maastoon jälkiä, eivätkä ne lisää tai vähennä mittauskohteen radioaktiivista tai muuta elektromagneettista säteilyä.

4.2. Maaperägeologiset tutkimukset ja tutkimuskaivannot

Geologinen detaljikartoitus ja alustavat radiometriset tutkimukset ohjaavat omalta osaltaan maaperägeologisia tutkimuksia ja tutkimuskaivantojen tekoa. Tutkimuskaivannot tehdään isolla, tela-alustaisella kaivinkoneella kiintokallion päällä olevaan irtomaapeitteeseen.

Tutkimuskaivantoja on pääasiassa kahdenlaisia: tutkimusmonttuja ja tutkimusojia. Tutkimusmontut ovat pistemäisiä kaivantoja, joiden avulla tehdään havaintoja ja otetaan näytteitä maapeitteen pintaosista lähtien mahdollisimman syvälle, jos mahdollista kallioista asti. Syvyys määräytyy irtomaapeitteen ominaisuuksista (moreeni, hiekka, hieta, savi, ja niiden vesipitoisuus) sekä kaivinkoneen ulottuvuudesta. Yleensä noin viisi metriä on maksimisyvyys, koska syvemällä havaintojen teko ja näytteiden otto on sortumavaaran

vuoksi liian vaarallista. Monttuja kaivetaan harvoin pohjavesipinnan alapuolelle, koska vesi edistää seinämien sortumista eikä näytteitä ehditä ottamaan. Tutkimusmonttuja tehdään pääasiassa maaperägeologisten ja radiometrinen tutkimusten vuoksi. Näillä tutkimuksilla määritetään irtomaapeitteen ja siinä olevien lohokareiden ominaisuuksia, kulkeutumismatkaa ja lähtöaluetta.

Tutkimusmonttujen koko vaihtelee yleensä muutamasta neliömetristä muutamaan kymmeneen neliometriin. Pienialaiset tutkimusmontut täytetään yleensä välittömästi näytteenoton ja havaintojen teon jälkeen. Isommat tutkimusmontut pidetään pitempään auki detaljikartoitusta varten. Joskus montuista voidaan joutua pumppaamaan pois sinne kertynyttä pintavettä. Monttuja täytettäessä pyritään irtomaan alkuperäinen kerrosjärjestys säilyttämään mahdollisimman hyvin. Radioaktiivisimmat kivet ja moreeniainekset haudataan syvimmälle riippumatta niiden alkuperäisestä asemasta.

Tutkimusojien pääasiallinen tarkoitus on niiden alta paljastuvan kallioperän malmigeologinen detaljitutkimus. Tutkimusojien kohdilta irtomaapeitteet poistetaan kallion päältä. Maapeitteen on oltava kuitenkin riittävän ohutta (0,5 – 4 m), jottei sortumavaaraa ole. Tutkimusojat ovat 2 – 5 m leveitä, tarvittaessa leveämpiäkin. Pituus vaihtelee muutamista metreistä satoihin metreihin olosuhteista ja geologisesta kartoituksesta riippuen. Tutkimusojilla hankitaan geologista tietoa kallion yläpinnasta ja samalla selvitetään geofysikaalisten anomalioiden mahdollisia aiheuttajia. Kaivamisen jälkeen tutkimusojien pohjalla oleva kallio pestään polttomootorikäyttöisellä painepesurilla. Pesulaitteistoyksikkö, johon kuuluu vesisäiliö, on tela- tai pyöräalustainen, yleensä selvästi normaalia maataloustraktoriyhdistelmää pienempi.

Pesun jälkeen tutkimusojat detaljikartoitetaan, ja niistä tehdään yksityiskohtaiset radiometriset mittaukset ja näytteenotto. Näytteet otetaan kannettavilla laitteilla tarkoituksenmukaisella tarkkuudella ja tavoilla. Näytteenotosta jää kallioon 3 – 5 cm:n levyisiä ja 5 – 30 cm syvyisiä uria tai reikiä.

Tutkimuskaivantoja tehdään tutkimusten eri vaiheissa useiden vuosien aikana, koska geologisen ja geofysikaalisen tiedon lisääntyessä ja tutkimusten edetessä tarve lisätiedon hankkimiseen kasvaa. Tarvitaan uutta tietoa tutkimusalueen eri puolilta sekä tarkennusta jo tutkituilta alueilta. Maa- ja kallioperägeologiset olosuhteet suuntaavat tutkimuskaivantojen teon pääasiassa tutkimusalueen etelä- ja keskiosiin. Laajojen soiden takia pohjoisosien tutkimus tutkimusojilla ja -montuilla on vähäisempää.

Muihin tutkimusmenetelmiin verrattuna kaivinkonemontutus jättää maastoon eniten jälkiä. Kasvavia puita saatetaan joutua kaatamaan tutkimuskaivantojen tieltä. Kaivannoista saatetaan joutua pumppaamaan sinne kertynyttä pintavettä pois. Pumpattu vesi imeytetään takaisin irtomaapeitteisiin. Tutkimusten valmistuttua tutkimuskaivannot täytetään huolellisesti alkuperäiseen kerrosjärjestykseensä ja kaivantojen kohdat maisemoidaan.

4.3. Geofysikaaliset tutkimukset

Geofysikaalisten tutkimusten ja tulkintojen lähtökohtana ovat aina GTK:n tekemät matalalentoaineistot, jotka kattavat tällä hetkellä koko Suomen maa-alueen. Areva Resources Finland Oy on ostanut koko Suomen matalalentoaineiston gridimuodossa. Aineisto sisältää magneettiset, sähköiset ja radiometriset mittaustulokset. Ennen Rumavuoman geofysikaalisten tutkimusten aloittamista Areva Resources Finland Oy ostaa myös alkuperäisen linjakohtaisen aineiston tutkimusalueelta ja laajalti sen ympäristöstä.

4.3.1. Geofysikaaliset tulkinat matalalentoaineistosta

Ennen maastossa tehtäviä geofysikaalisia mittauksia tehdään aina geofysikaaliset tulkinat matalalentoaineistosta. Magneettisen aineiston tulkinta, joka kuvaa kivilajien ja mahdollisten malmiesiintymien sisältämien magneettisten mineraalien määrää, on yksi tärkeimmistä geofysikaalisista tuloksista. Esimerkiksi uraanimalmien muodostuessa syntyy usein myös magnetiittia, joka on yksi selvimmistä erottuvista magneettisista mineraaleista. Aineistosta voidaan myös tulkita kallioperän rakenteita, kuten poimuja ja siirroksia. Magneettinen aineisto on tärkeä myös siksi, että sen avulla voidaan tulkita kallioperän rakenteita yli sadan metrin syvyyteen.

Toisena tärkeänä tulkinta-aineistona ovat sähköiset aineistot. Useimmat malmimineraalit ovat sähköä johtavia, joten niitä voidaan jäljittää kallioperästä sähköisillä mittauksilla. Erittäin hyvin sähköä johtava mineraali on grafiitti, joka on alkuainehiiltä. Paikoitellen runsaan esiintymisensä vuoksi se voi vaikeuttaa varsinaisten malmimineraalien ja -esiintymien paikantamista, mutta toisaalta se muodostaa hyvin pelkistävän ympäristön, johon malmimineraalit, mukaan lukien uraani, ovat voineet fluideista saostua. Uraanimineraalit eivät ole sähköä johtavia, mutta sähköisiä mittauksia voidaan niiden etsinnässä käyttää epäsuorasti hyväksi, koska uraani on todennäköisesti saostunut samoille alueille kuin sähköä johtavat malmimineraalitkin, tai välittömästi niiden läheisyyteen.

Luonnossa tavattavan uraanin tärkein indikaatio on sen tytäralkuaineiden radioaktiivisuus. Rumavuoman tutkimusalueen etelä- ja keskiosissa on matalalentokartoilla selvästi havaittavat radiometriset anomaliat uraanikanavalla. Näiltä alueilta on todettu myös uraania kalliosta. Radiometristen anomalioiden voimakkuudet eivät kuitenkaan kerro uraanin määrää alueella, sillä radiometrisissä mittauksissa saadaan indikaatio maa- ja kallioperän pintaosista vain noin 10 – 30 cm:n syvyyteen. Radioaktiiviset malmiesiintymät saattavat siten olla peittyneenä säteilyä vaimentavien materiaalien alle. Radiometristen mittausten tulkinassa ovat useimmiten tärkeimpiä eri alkuaineiden (K, U, Th) väliset suhteet kuin niiden absoluuttiset voimakkuudet.

Matalalentojen mittaustulokset eivät kuitenkaan aina ole riittävän tarkkoja malmiesiintymien suoraan paikantamiseen. Sen vuoksi matalalentomittauksia tarkennetaan geofysikaalisilla maanpintamittauksilla. Vaikka malmiesiintymä olisikin paikannettu matalalentoilla, tehdään lähes poikkeuksetta myös tarkentavat maanpintamittaukset. Joskus matalalentoja tarkennetaan myös lentämällä ja mittaamalla alue uudestaan tiheällä linjavälillä. Alkuvaiheessa Rumavuoman tutkimusalueelle ei ole kuitenkaan suunnitteilla uusia matalalentoja.

4.3.2. Geofysikaaliset maanpintamittaukset

Kuten aikaisemmin on todettu, maanpintamittauksia tehdään matalalentomittausten tulosten tarkentamiseksi ja siksi, että alueen geologiaa ja malminmuodostusta voitaisiin tulkita paremmin. Maanpintamittauksissa mitataan pääasiassa samoja suureita kuin matalalentomittauksissakin. Toisaalta esimerkiksi maanpinnalla tehtävillä sähköisillä mittauksilla saadaan paremmat tulokset, koska maanpinnalla käytettävät mittauslaitteet ovat herkempiä ja monipuolisempia. Painovoimamittauksien osalta tekniikka ei ole vielä kovin kehittyntä lentokoneesta tehtäväksi, joten kivilajien mahdollisista tiheyseroista saadaan tietoa vain maanpintamittauksin.

Maanpintamittaukset tehdään suoria yhdensuuntaisia mittauslinjoja pitkin 10 – 20 metrin pisteväleihin. Mittauslinjojen pituudet samoin kuin niiden etäisyydet toisistaan ovat tapauskohtaisia. Tunnusteluvaiheen mittauksissa linjaväli on harva ja pituudet saattavat olla useita kilometrejä. Siirryttäessä tarkentaviin mittauksiin mittauslinjojen pituudet yleensä lyhenevät ja linjaväli pienenee. Mittauslinjat suunnitellaan niin, että ne osuvat mahdollisimman hyvin kohtisuoraan kivilajien yleisimpiin kulkusuuntiin tai rakenteisiin nähden.

Magneettiset mittaukset tehdään protonimagnetometrillä. Sähköisistä mittausmenetelmistä tärkeimmät ovat monitaajuusslingram-, VLF-R- ja IP-mittaukset. Kaikki mittauslaitteet ovat kannettavia eikä mittauksista jää pysyviä jälkiä maastoon, koska mittauspisteiden paikannukset tehdään differentiaali-GPS:llä. Mittauksia varten ei siis enää tarvitse tehdä linjoitusta, jonka yhteydessä aikaisemmin jouduttiin kaatamaan kasvavia puita.

Em. mittausten lisäksi tehdään tarvittaessa gravimetrisiä eli painovoimamittauksia. Näiden avulla selvitetään kallioperän rakenteita ja eri kivilajien tiheyseroja. Malmimineraalit ovat silikaattimineraaleja raskaampia ja parhaassa tapauksessa malmiesiintymä saadaan erottumaan ympäröivistä kivistä painovoimamittauksilla.

Tutkimustulokset ohjaavat maanpintamittausten laajuutta. Joka tapauksessa mittaustarve on huomattava, ainakin 70 - 80 linjakilometriä.

4.3.3. Muut geofysikaaliset mittaukset ja tutkimukset

Kallioon syntyvistä syväkairausrei'istä tehdään geofysikaalisia syväkairausluotauksia laskemalla reikiin luotausantureita. Antureilla mitataan kivilajien susceptibiliteettiä (magneettisia ominaisuuksia), sähköjohtavuutta ja radioaktiivisuutta. Lisäksi voidaan tehdä magneettisia kolmikomponenttimittauksia, latauspotentiaalimittauksia ja tiheysmittauksia sekä muita erikoismittauksia. Näiden avulla pyritään hahmottamaan malmiesiintymän asento ja jatkuvuus kallioperässä.

Kairanreikäluotaukset ovat varsinkin uraanimalmitutkimuksissa hyödyllisiä. Pienetkin radioaktiivisuuden muutokset on helppo havaita rei'issä, koska häiritsevä taustasäteily puuttuu. Kaikki Rumavuoman alueelle kairatut syväkairausreiät luodetaan ainakin susceptibiliteetin, sähköjohtavuuden ja radioaktiivisuuden suhteen, jos se reikien eheyden kannalta on mahdollista.

Radonmittauksia ns. ALPHATRACK-menetelmällä voidaan tehdä tarvittaessa. Tämän menetelmän käyttökelpoisuus riippuu kuitenkin hyvin paljon maasto-olosuhteista ja saadut tulokset ovat epäluotettavia. Parhaimmillaan menetelmä voi toimia alueella, jossa maapeitteet ovat riittävän ohuita, kuivia ja kaasuja läpäiseviä. Kovin hyvä etsintämenetelmä se ei ole, mutta sitä voidaan hyvissä olosuhteissa kuitenkin käyttää malmiesiintymän jatkeiden paikannukseen.

4.4. Syväkairaukset ja muu koneellinen näytteenotto

Yksi malmitutkimusten tärkeimmistä näytteenottomenetelmistä on timanttikairausterillä tehtävät syväkairaukset, joissa kallioista otetaan jatkuvuudeltaan mahdollisimman yhtenäistä, halkaisijaltaan 32 – 62 mm:n paksuista kivipötköä, ns. kairasydäntä. Kairasydämien avulla määritetään kivilajit, analysoidaan eri alkuaineiden pitoisuuksia sekä tehdään radioaktiivisuus- ja petrofysikaalisia mittauksia. Jälkimmäisten avulla voidaan tulkita geofysikaalisia mittaustuloksia entistä tarkemmin. Useimmiten malmiesiintymien lopullinen paikantaminen tapahtuu syväkairausten avulla. Kaikki geofysikaaliset tutkimustulokset ja muut tutkimukset antavat vain epäsuoria viitteitä malmiesiintymän olemassaolosta.

Tavallisin syväkairauskulma on noin 45 astetta. Käytäntö perustuu siihen, että kivilajien väliset kontaktit lävistetään paremmin ja saadaan mahdollisimman paljon tietoa eri kivilajeista. Reiät kairataan yleensä peräkkäin niin, että takana olevan reiän loppupää ulottuu pystysuunnassa projisioituna etummaisena reiän yläpään alle. Irtomaapeitteiden kohdalla reikiin jätetään usein metalliset suojaputket, jotka ulottuvat kallioon asti. Näin kairanreikäluotaukset voidaan tehdä myöhemmin. Suojaputket katkaistaan noin 10 – 15 cm:n korkeudelta maanpinnasta, jottei maastossa liikkujille aiheutuisi niistä vaaraa. Jos reiästä nousee pohjavettä, reikä tukitaan sementoimalla ja suojaputket poistetaan. Ne

reiät, joissa on tavattu korkeita uraanipitoisuuksia (> 1 %), sementoidaan umpeen lävistyksen kohdalta ja noin 10 m molemmin puolin lävistystä.

Suomessa syväkairaustekniikka on kehittynyt. Kairauskalusto on kevyttä ja hyvin maastokelpoista. Siitä jää maastoon ainoastaan vähäisiä jälkiä, talvella tuskin lainkaan. Koska kairauspaikka määritetään hyvin tarkkaan maastossa, voidaan kairauspaikalta joskus joutua kaatamaan kasvavia puita. Kairauskalustoissa käytetään nykyään poikkeuksetta biopohjaisia hydraulioöljyjä. Se on myös vaatimuksena toteutettaessa Areva Resources Finland Oy:n kairausohjelmia.

Ensimmäiset tunnustelukairaukset tehdään tunnustelevien geofysikaalisten mittausten jälkeen. Kairaukset aloitetaan tutkimusalueen pohjoisosissa, missä geologista tietoa ei voida saada tutkimusojia ja - monttuja kaivamalla. Tällä alueella kairaukset on ajoitettava talvisaikaan, koska muulloin siellä liikkuminen on vaikeaa. Vähitellen tunnustelukairaukset etenevät tutkimusalueen keski- ja eteläosiin (liite 2). Alueen laajuuden ja malmipotentialisuuden huomioon ottaen jo tunnustelukairausvaiheen kairausmetrimäärä on huomattava, arviolta 3000 – 4000 m. Useimmiten tunnustelu- ja paikantavat kairausvaiheet menevät päällekkäin eikä niiden vaiheistusta voida aina erottaa toisistaan.

Tarkentavia kairauksia aloitettaessa esiintymä(t) on jo jossain määrin paikannettu. Tämän vaiheen kairauksissa esiintymän rajat pyritään hahmottamaan. Kairaustarve on tällöinkin tuhansia metrejä. Tarkentavien kairausten tuloksia voidaan käyttää suoraan hyväksi alustavassa inventointivaiheessa. Aina kairaukset eivät johda tähän vaiheeseen, sillä esiintymä voi osoittautua liian hajanaiseksi, pieneksi tai pitoisuudeltaan alhaiseksi. Alustava inventointivaihe ja tätä seuraava -yleensä kaivospiirissä tehtävä - inventointivaihe vaatii erittäin mittavan kairausohjelman, jolloin tehdään kymmeniä kilometrejä syväkairausta.

Jotta saadaan selville se, missä mahdollisesti hyödynnettävä esiintymä tutkimusalueella sijaitsee, on kairausmäärän oltava vähintään 6000 – 7000 m. Jos alustavaan inventointivaiheeseen päästään, on tutkimusalueella kairattava vielä useita tuhansia metrejä lisää.

Areva Resources Finland Oy:n tutkimusalueelle suunnittelemaat tutkimukset ovat niin mittavia, että niiden läpivieminen vaatii vähintään viisi vuotta (liite 2). Jos tutkimusalueelle paikantuu useampi esiintymä, on todennäköistä, että osalle tutkimusalueen valtauksia joudutaan hakemaan lisätutkimusaikaa ennen kaivospiirin hakemista.

4.5. Muu mahdollinen näytteenotto ja tutkimus

Tarvittaessa Areva Resources Finland Oy tekee alueella ns. pedogeokemiallista näytteenottoa, jossa otetaan läpivirtausterällä näytteitä kallion päällä olevasta moreenista

ja kallion yläpinnasta kemiallisia analyyseja varten. Yhtiön tavoitteena on kehittää tutkimusmenetelmä, jolla voidaan samassa yhteydessä mitata näytteenottorei'istä luonnon γ -säteily.

5. TUTKIMUSTYÖN PERIAATTEET

Maastotöiden aikana Areva Resources Finland Oy huolehtii siitä, etteivät haitalliset aineet pääse leviämään ja kasaantumaan luonnossa tutkimustöiden vuoksi. Aliurakoitsijoille annetaan selvät kirjalliset ohjeet siitä, miten toimia ettei näin pääse tapahtumaan. Tutkimustöiden päätyttyä maasto ennallistetaan mahdollisimman lähelle alkuperäiseen tilaansa. Ennallistamistoimenpiteet esitellään Säteilyturvakeskukselle ja Ympäristökeskukselle.

Tutkimusten aikana seurataan tarkoin myös ympäristön perustilaa. Näytteitä otetaan jatkuvasti tutkimusten edetessä, ja kerätään ympäristöstä tietoa jota tarvitaan kaivostoiminnan aloittamiseen liittyvissä lupamenettelyissä

Tutkimustyöt rajoitetaan ainoastaan niihin toimenpiteisiin, jotka ovat tarpeen tutkimustyön tarkoituksen saavuttamiseksi. Toimenpiteet suoritetaan siten, että niistä aiheutuu mahdollisimman vähän vahinkoa tai haittaa.

6. YHTEENVETO

Areva Resources Finland Oy on paikantanut uraaniesiintymän Rumavuoman alueella, joka sijaitsee ns. Lapin kolmion alueella. Lisäksi Geologian tutkimuskeskus on malmitutkimuksissaan vuosina 1998 – 1999 todennut Rumavuoman alueen pohjoisosissa monimetallirikastumia (kupari, sinkki, lyijy, nikkeli, hopea, kulta). Näiden uraanipitoisuuksia ei kuitenkaan tiedetä, koska uraania ei ole analysoitu.

Lapin kolmion geologisen kehityksen ja muodostumien, Rumavuoman alueen kivilajien ja hydrotermisen muuttumisen sekä geologisten rakenteiden perusteella Areva Resources Finland Oy on laatinut alueellisen malmigeneettisen mallin, jonka perusteella voidaan olettaa, että Rumavuoman alue sisältää taloudellisesti hyödynnettävän uraaniesiintymän. Uraanin kanssa rikastettavia metalleja voivat olla myös kupari, sinkki lyijy, hopea ja kulta. Näiden seikkoihin perustuen Areva Resources Finland Oy hakee alueelle valtauskirjaa.

Areva Resources Finland Oy tekee alueella mittavan tutkimustyön malmiesiintymän laadun ja laajuuden selvittämiseksi. Maastotutkimustyöt käsittävät perusteelliset geologiset, radiometriset ja geofysikaaliset tutkimukset sekä mittavan syväkairausohjelman. Näitä maastotöitä tehdään koko valtausalueella ja ajallisesti ne jakaantuvat ainakin viiden vuoden ajalle. Geologiset tutkimukset sisältävät

kaivinkonemontutusta, jossa kallion päältä poistetaan irtomaita geologista havainnointia ja näytteenottoa varten. Tutkimusten päätyttyä montut ja tutkimusojat maisemoidaan huolellisesti. Geofysikaaliset ja radiometriset mittaukset eivät jätä jälkiä maastoon eikä radioaktiivinen tai muu säteily lisääny tai vähene tutkimusten aikana. Ennen maastotöiden aloittamista niistä keskustellaan maanomistajien kanssa.

Tavoitteen saavuttamiseksi tehdään myös pitkälle menevää tieteellistä tutkimustyötä suomalaisten ja ranskalaisten yliopistojen ja tutkimuslaitosten kanssa, joiden huippututkijat ja -laitteet ovat yhteistyön kautta käytettävissä samoin kuin Arevan tutkijat ja tutkimuslaitteet. Arevalla on myös aineelliset resurssit hoitaa Rumavuoman alueen tutkimukset. Mainittakoon, että Areva-konsernissa on yli 60 000 työntekijää ja vuosittainen liikevaihto yli 5 miljardia euroa.

Rumavuomaan suunniteltu tutkimusohjelma on siksi mittava, että sen läpiviemiseen tarvitaan vähintään viisi vuotta. Tänä aikana saadaan selvitettyä esiintymän laajuus ja laatu siinä määrin, että esiintymä voidaan hakea kaivospiiriin tai, mikäli lisätutkimuksia tarvitaan, haetaan valtaukselle jatkoaikaa.

Kirjallisuus

Brouand, M., 2007. Petrographic study of mineralized samples from Finland. [GST N° 9401] Arevan sisäinen raportti.

Perttunen V, 2007. Lapin kolmion geologinen kehitys ja malmipotentiali. Geologian tutkimuskeskus. Julkaisematon raportti.

Pulkkinen, E. 2000. Tutkimustyöselostus Ylitornion kunnassa valtausalueilla Kiima 1,kaiv.rek. nro 6714/1, Kiima 2,kaiv.rek. nro 6714/2 ja Kiima 3,kaiv.rek. nro 6714/3 suoritetuista malmitutkimuksista. Geologian tutkimuskeskus. Raportti M06/2632/00/1/10.

Äikäs, O., 2007. Uraanin esiintyminen Fennoskandian kilven alueella. Geologian tutkimuskeskus. Julkaisematon raportti.