LAPIN LIITTO

TUNTURI-LAPIN MAAKUNTAKAAVA-ALUEEN GEOLOGISET TAUSTATIEDOT

Geologian tutkimuskeskus
Kristina Lehtinen, toim.
2007

SISÄLLYSLUETTELO Sivu

1. Johdanto 3

2. Geologinen kartta-aineisto 3

3. Elinkeinoelämän ja yhteiskunnan tarvitsemat raaka-ainevarat ja niiden jatkojalostus sekä liikenne

3.1 Maa-aines: hiekka- ja soraesiintymät (Jouni Pihlaja) 7

3.2 Kalliokiviaines (Panu Lintinen,) 11

3.3 Pohjavesi (Ulpu Väisänen) 14

3.4 Luonnonkivet (Risto Vartiainen) 24

3.5 Kaivoskivennäiset: Metallimalmit ja teollisuusmineraalit (Panu Lintinen,, Heikki Pankka) 29

3.6 Suo- ja turvevarat (Matti Maunu) 36

3.7 Geologiset tiedot ja mahdollisuudet metsätalouden avuksi (Maarit Middleton, Raimo Sutinen, Jari Nenonen, Kristina Lehtinen) 38

3.8 Maapohjan rakennettavuus (Peter Johansson, Kristina Lehtinen) 42

3.9 Geologisten ympäristövahvuuksien ja riskien tunnistaminen (Kristina Lehtinen) 44

4. Matkailun kehittäminen

4.1 geologisen tiedon hyödyntäminen luontomatkailussa (Jukka Räisänen, Kristina Lehtinen) 47

5. Yhteenveto 51

6. Kirjallisuus- ja liiteluettelo 53

1. JOHDANTO

Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) Pohjois-Suomen yksikkö on tehnyt Lapin liiton toimeksiannosta selvityksen Tunturi-Lapin maakuntakaava-alueen tärkeistä geologisista tausta-aineistoista sekä niiden kattavuudesta. Selvityksessä tarkasteltiin alueiden kehittämisen kannalta tärkeiden geologisten osa-alueiden merkittävyyttä sekä esitettiin kuntakohtaisia kehittämis- ja tutkimustarpeita.

Geologisten osa-alueiden tarkastelu perustuu GTK:n olemassa olevaan geologiseen kartoitus- ja tutkimustietoon lukuun ottamatta maa-aines osuutta, jossa tehtiin myös mastokäyntejä sora- ja hiekkavarantojen nykytilan selvittämiseksi tunnetuilta maa-aines alueita. GTK:sta annetun asetuksen mukaista toimintaa maakunta kaavan alueella ovat eri kartoitusohjelmat, turvetutkimukset, malmitutkimukset sekä teollisuusmineraalitutkimukset. Lisäksi on tehty maa-aines arviointi projekti sekä kemiallisten taustapitoisuuksiin liittyviä geokemian kartoitusprojekteja sekä rakennuskiviin ja luontomatkailuun liittyviä projekteja sekä kohteellisia ympäristö-, luonnonkivi ja maa-aines tutkimuksia yhteistyökumppanien toimeksiannosta.
Tässä selvityksessä kootaan olemassa oleva tieto ja peilataan niiden tuloksia tulevaisuuteen.

2. GEOLOGINEN KARTTA-AINEISTO

Maaperä

<u>Suomen maaperä 1:1 000 000</u>

Ainoa koko Suomen ja myös tutkimusalueen kattava maaperäkartta on Suomen maaperä mittakaavassa 1:1 000 000. Se antaa yleiskuvan geologisista muodostumista ja alueellisista maalajisuhteista ja on yleisluontoinen kuvaus koko Suomen maalajeista ja niiden jakautumisesta. Kartan tarkkuustaso riittää maakunnalliseen ja seutukunnalliseen yleistarkasteluun. Maalajialueita on yleistetty.

Maaperäkartta 1:400 000

Koko Maakuntakaava-alueelta on saatavissa maaperäkartta mittakaavassa 1:400 000 (liite 3).
Kartta antaa yleispiirteisen kuvan maalajien jakautumisesta, maaperän rakenteesta sekä maaperämuodostumista, kuten harjuista, kumpumoreenialueista sekä turve- ja pehmeikköalueista. Kartoilla on merkitystä seutukunta- ja kuntakohtaisessa tarkastelussa.

Maaperäkartta 1:100 000

Alueelta ei ole maaperäkarttoja mittakaavassa 1:100 000

Maaperäkartta 1:50 000

Alueelta on julkaistu kuusi maaperäkarttaa mittakaavassa 1:50 000; 27231 Kangosvaara, 27232 Muonio, 27241 Palojoensuu, 27321 Äkäslompolo, 27341 Hormakumpu ja 27412 Sirkka.
Lisäksi on julkaistu kaksi geologista retkeilykarttaa Pallas-Ounastunturi ja Ylläs-Levi. Pallas-Ounastunturi- kartta kuvaa Pallas-Yllästunturin kansallispuiston pohjoisosa ja Ylläs-Levi- kartta sen eteläosaa sekä Levin aluetta (liite 5).

Maaperän peruskartta 1:20 000

Geologian tutkimuskeskus tekee maaperäkartoitusta maaperän peruskartoituksen mittakaavassa 1:20 000. Kartassa kuvataan maalajit metrin syvyydessä ja ohjeellinen maalajikuvioiden pienin koko on 1-2 ha. Lisäksi pohjamaan päällä oleva maakerros (kaksoismaa) kuvataan pintamaana (esim. 0,8 Sa/Mr). Kaksoismaalajikuvion on oltava kooltaan vähintään 4 ha.
Tunturilapin alueelta on julkaistu neljä 1:20 000 mittakaavaista maaperäkarttaa (271308 Kolari, 271311 Kolari, 272306 Muonio ja 272309 Muonio) lisäksi on 12 karttalehdeltä julkaisemattomia karttoja, joiden alueelta on olemassa kartoitusaineistoa (liite 4).

Maaperän peruskartta soveltuu hyvin kaavoituksen ja suunnittelun lähtöaineistoksi. Maaperän peruskarttoja on julkaistu suurimpien asutustaajamien ja kulkuväylien alueelta ja lähiympäristöstä.

Tunturi-Lapin alueella 1:50 000 karttojen kartoitus on tehty 1:20 000 lehdittäin ja tämän vaatimalla tarkkuudella. Kartta on käyttökelpoinen kuntakohtaisissa ja kohteellisissa tarkasteluissa. Vaativissa ja esim. asemakaavatason käyttötarkoituksissa kartta-aineisto vaatii tarkentavaa lisäkartoitusta.

1:200 000 maaperän yleiskartta

Vuonna 2003 käynnistyi valtakunnallinen maaperäkartoitushanke, jonka tavoitteena on tietokannan ensimmäisen version tekeminen koko Suomesta vuoden 2008 loppuun mennessä. Aineisto tuotetaan 1:200 000 mittakaavassa. Aineisto sisältää maalajitason (maalajien jakautumisen metrin syvyydessä) ja pintakerrostason (alle metrin syvyys).

Aineisto tuotetaan pääosin karttatulkinnalla käyttäen GIS- ja kuvankäsittelytekniikoita. Käytettäviä aineistoja ovat mm. erilaiset GTK:n tekemät kartoitukset ja havainnoinnit, kairaukset ja analyysit. Matalalentogeofysiikkaa käytetään maapeitteen ja turpeen paksuuden määrittämiseen, ja hienorakeisten sedimenttien rajaamiseen. GTK:n ulkopuolisista aineistoista tärkeimmät ovat digitaalinen korkeusmalli ja maastotietokanta.

Kartoissa on eroteltu maalajit, avokalliot, kalliomaat, kivikot ja soistumat. Jo kartoitettujen alueiden aineisto tehdään yleistämällä numeerisesti sieltä olemassa oleva 1:20 000, 1:50 000 ja 1:100 000 maaperän peruskartoitusaineisto.

Maaperän yleiskartan sisältö noudattaa melko tarkkaan normaalin geologisen maaperäkartan tietosisältöä. Maalajien suhteen noudatetaan RT-luokituksen mukaista jakoa kuitenkin siten, että siitä on johdettavissa myös GEO-luokituksen jako. Eräitä maalajiluokkia on yhdistetty mittakaavan ja tulkinnan rajoitusten takia. Pohjamaalajitasolla esiintyviä maalajiluokkia ovat kalliomaa, moreeni, karkearakeiset lajittuneet (kivikko, sora, hiekka, karkea hieta), hienorakeiset lajittuneet (hiesu, hieno hieta), savi ja eloperäiset (turve, lieju) maalajit. Pintakerroksena kuvataan kivikot ja avokalliot, ohuet turvemaat sekä soistumat.

Kallioperä

Suomen kallioperäkartta 1:1 000 000

Suomen kallioperäkartta on yleisluontoinen kuvaus Suomen kallioperästä. Kartalla on kuvattu kivilajirajat sekä kallioperän rakenne ja stratigrafiatietoa. Uusin painos on julkaistu vuonna 1997.

Kallioperäkartta 1:100 000

Kallioperäkartta 1:100 000 on tarkin kallioperäkartoista.. Kartta antaa hyvän kuvan seudullisesta kallioperän kivilajijakaumasta ja rakenteesta. Sitä voidaan hyödyntää mm. murskekivi ja luonnonkivi sekä ympäristötutkimuksissa. Kartan tarkkuustaso on riittävä kunnalliseen ja seutukohtaiseen tarkkaan tarkasteluun sekä kohteelliseen yleistarkasteluun. Tunturi-Lapin alueella on julkaistu 13 kallioperäkarttaa mittakaavassa 1:100 000 (karttalehdet 1823, 1824, 1832, 1842, 2624, 2642, 2713, 2714, 2723, 2731, 2732, 2744, 3722) (liite 6).

Lisäksi on Tunturi-Lapin alueelta on saatavissa erilaisissa kallioperäkartoitusprojekteissa tehtyjä erikoiskarttoja kuten Geological map of Western Lapland, Northern Finland 1:200 000 ja Geological map of Central Lapland 1:200 000.

Geofysikaalinen matalalentomittaus

Geofysikaalisia matalalentoaineistoja käytetään pääasiassa kallioperäkartoituksessa ja malmi- sekä teollisuusmineraalitutkimuksissa Niitä voidaan soveltaa myös kallioperän ruhjetulkinnassa ja käyttää apuna erityyppisten kalliorakentamisen suunnittelussa ja kalliopohjavesitutkimuksissa. Ympäristötutkimuksissa aineistoa voidaan käyttää apuna esim. saastuneiden maa-alueiden ja kaatopaikkojen suotovesien levinneisyysselvityksissä. Matalalentomittausaineiston etuna on niiden alueellinen kattavuus ja monikäyttöisyys (liite 7).

GTK on tehnyt geofysikaalista lentomittauskartoitusta eli matalalentomittausta vuodesta 1972. Lentokorkeutena on ollut 30-40 metriä ja linjojen väli pääasiassa 20 metriä. Lentolinjat kulkevat etelästä pohjoiseen tai idästä länteen geologisen pääsuuntauksen perusteella. Mittauspisteiden väli lentolinjoilla on 10-50 metriä. Matalalentomittauksissa mitataan maan magneettikenttää, maankamaran sähkömagneettista kenttää ja luonnon taustasäteilyä.

3. ELINKEINOELÄMÄN JA YHTEISKUNNAN TARVITSEMAT RAAKA-AINEVARAT, NIIDEN JATKOJALOSTUS JA LIIKENNE

3.1 MAA-AINES; HIEKKA- JA SORAVARAT (Jouni Pihlaja)

Lähes kaikki alueella oleva routimattoman luonnonkiviaines sijaitsee jäätikköjokikerrostumissa. Ne ovat kerrostuneet mannerjäätikön sulamisvaiheessa jäätiköltä virranneisiin sulamisvesiuomiin joko jäätikön sisälle, pohjalle tai sen reunalle. Jäätikköjokien kerrostama aines on yleensä hyvin huuhtoutunutta ja lajittunutta. Selvitysalueella esiintyvät jäätikköjokikerrostumat ovat yleensä harjuja tai niihin liittyviä deltamaisia harjun osia. Alueella esiintyy myös viimeistä jäätiköitymistä edeltäneiden jäätiköitymisten sulamisvaiheessa kerrostuneita harjuja, joiden päällä on usein peittävä moreenikerros. Alueella esiintyy lisäksi jääjärviin kerrostuneita deltoja sekä jääjärvien purkautuessa syntyneitä purkausdeltoja.

Materiaalin laatu ja määräarviot

Selvitys perustuu Geologian tutkimuskeskuksen yhteistyössä Tie- ja vesirakennushallituksen kanssa vuosina 1971-78 tekemään valtakunnalliseen hiekka- ja soravarojen arviointityöhön. Tärkeimpien maa-ainesten ottoalueiden osalta tietoja myös päivitettiin maastotarkastuksin kesällä 2007 vastaamaan nykytilannetta. Liitteessä 8 on esitetty Tunturi-Lapin maakuntakaava-alueen harjumuodostumat kartalla ja liitteessä 9 on esitetty alueen hiekka- ja soravarat kunnittain.

Arviointityössä muodostumien pienin koko on yleensä 2 ha ja lajittuneen kerroksen vähimmäispaksuus 1,5 metriä. Tämä merkitsee sitä, että pienimmät arvioidut kerrostumat sisältävät yleensä noin 30 000 m^3 soraa tai hiekkaa. Tutkimusalueella on kuitenkin otettu mukaan paikoin erityisesti soraköyhillä alueilla myös 0,5 - 2,0 hehtaarin alueita, koska niissä aines on usein soravaltaista ja niiden ainesmäärät saattavat suurista kerrospaksuuksista johtuen olla huomattavasti ylikin 30 000 m^3.

Arviointityön yhteydessä massamäärät on arvioitu pohjavedenpinnan tasoon saakka. Kiviaineksen laatua ei selvityksen yhteydessä ole tutkittu. Näennäisen tarkoista lukuarvoista huolimatta annettuja massamääriä on pidettävä lähinnä suuntaa antavina selvityksen pohjana olevan arviointityön yleisluonteisuudesta johtuen.

Aineksen laadun arvioinnissa käytettiin seuraavaa luokittelua:

- Luokka A; murskauskelpoinen aines, jossa kivien läpimitta on 6 - 60 cm.

- Luokka B; soravaltainen aines, jossa yli 50 % rakeista on läpimitaltaan 2 - 60 mm.

- Luokka C; hiekkavaltainen aines, jossa yli 50 % rakeista on läpimitaltaan 0,06- 2 mm.

Tunturi-Lapin maakuntakaava-alueen hiekka ja soravarat

Selvityksen mukaan alueella sijaitsevien hiekka- ja sorakerrostumien pohjavedenpinnan yläpuolinen kokonaismassamäärä on noin 1 853 miljoonaa m^3 (taulukko 1). Alueen kokonaismassamäärästä on hiekkavaltaista 72,6 %, soravaltaista 26,0 % ja murskauskelpoista ainesta 1,4 %. Kunnittain kokonaismassamäärät jakautuvat seuraavasti: Enontekiö noin 1192 milj. m^3, Kittilä noin 292 milj. m^3, Kolari noin 215 milj. m^3 ja Muonio noin 155 milj. m^3.

Taulukko 1. Tunturi-Lapin maakuntakaava-alueen hiekka- ja soravarat (x1000 m^3)

Kunta	Murska	Murska%	Sora	Sora%	Hiekka	Hiekka%	Kokonaismassat
Enontekiö	10215	0.9	275466	23.1	905928	76.0	1191609
Kittilä	10170	3.5	95905.5	32.9	185604.5	63.6	291680
Kolari	6009	2.8	71548	33.2	137876	64.0	215433
Muonio	0	0.0	39055	25.3	115555	74.7	154610
Yhtensä	26394	1.4	481974.5	26.0	1344963.5	72.6	1853332

Enontekiö

Kunnan alueella on hiekka- ja soravaroja yhteensä 1191,6 milj. m^3, josta on hiekkavaltaista 76,0 % eli 905,9 milj. m^3, soravaltaista 23,1 % eli 275,5 milj. m^3 ja murskauskelpoista ainesta 0,9 % eli 10,2 milj. m^3. Enontekiön kunnan alueella on riittävästi maa-aineksia rakennustoiminnan tarpeisiin. Rakentamistoiminnan vilkastuminen Kilpisjärven suunnalla on aiheuttanut myös maa-ainesten ottamistoiminnan lisääntymistä. Käyttökelpoista materiaalia on saatavissa Kilpisjärven harjusta kylän pohjoispuolelta, josta sitä on jo hyödynnettykin.

Kittilä

Kunnan alueella on hiekka- ja soravaroja yhteensä 291,7 milj. m^3, josta on hiekkavaltaista 63,6 % eli 185,6 milj. m^3, soravaltaista 32,9 % eli 95,9 milj. m^3 ja murskauskelpoista ainesta 3,5 % eli 10,2 milj. m^3. Maarakennustoiminta on vilkkainta Levin matkailualueella, jonne ainesta on kuljetettu Ruottamasta ja toisaalta Pöntsön kylän länsipuolelta Kulkujoen deltamuodostumasta. Näissä ainesta riittää myös jatkossa hyödynnettäväksi, myös murskauskelpoisen aineksen osalta.

Kolari

Kunnan alueella on hiekka- ja soravaroja yhteensä 215,4 milj. m^3, josta hiekkavaltaista on 64,0 % eli 137,9 milj. m^3, soravaltaista 33,2 % eli 71,5 milj. m^3 ja murskauskelpoista ainesta 2,8 % eli 6,0 milj. m^3. Valtaosa kunnan hiekka- ja soravarojen kulutustoiminnasta keskittyy Ylläksen alueelle, jonka ympäristössä sijaitseekin kohtuullisen kuljetusmatkan päässä käyttökelpoisia maa-ainesesiintymiä. Esimerkiksi Luosun kylän itäpuolella olevan deltan ainesta hyödynnetäänkin jo alueen maa-aineshuollossa. Äkäslompolon puolella kuljetusmatkat maa-ainesesiintymiltä ovat hieman Ylläsjärveä pidemmät.

Muonio

Kunnan alueella on hiekka- ja soravaroja yhteensä 154,6 milj. m^3, josta hiekkavaltaista on 74,7 % eli 115,6 milj. m^3, soravaltaista 25,3 % eli 39,1 milj. m^3. Murskauskelpoista ainesta kunnan maa-ainesesiintymissä ei ole selvitysten mukaan havaittu. Hiekkaa ja soraa on otettu pääasiassa harjumuodostumasta Kangosselän pohjoispuolella, missä ainesta riittää otettavaksi jatkossakin. Vähäisempää ottamistoimintaa on harjoitettu myös Kajangissa, jossa alue kuuluu nykyisin tosin NATURA-ohjelmaan. Murskauskelpoisen lajittuneen aineksen puute kunnan alueella on jo ilmennyt siten, että mursketta on jouduttu valmistamaan moreeni- ja kalliokiviaineksista.

Kumpumoreenimuodostumat

Kumpumoreenimuodostumat ovat syntyneet jäätikön sulamisvaiheessa siitä irronneesta materiaalista. Ainekseltaan kummut ovat hyvin vaihtelevia lohkareisesta moreenista hyvin vähäkiviseen ja hiekkaiseen ainekseen. Paikoitellen kumpujen aines on kivisyydestään johtuen murskauskelpoista ja soveltuu paikallisesti maa-aineshuollon raaka-aineeksi. Kumpumoreenialueita on Tunturi-Lapin maakuntakaava-alueella lähinnä Enontekiön kunnan alueella. GTK ei ole tehnyt yksityiskohtaista inventointia kumpumoreenien maa-aineksesta. Liitekartassa 10 on esitetty kumpumoreenien sijainti Tunturi-Lapin alueella.

3.2 KALLIOKIVIAINES (Panu Lintinen)

Yleistä

Hyvälaatuista kalliokiviainesta (kalliomursketta) tarvitaan erityisesti tierakentamisessa — tien pohjatöissä ja laadukkaan päällystemateriaalin valmistuksessa. Jonkin verran tarvetta saattaa ilmetä myös muissa vaativammissa tai tavanomaista suuremmissa rakennuskohteissa. Harvaan asutussa Tunturi-Lapissa kalliokiviainestarvetta on lähinnä valtateiden läheisyydessä sekä mahdollisesti suuremmissa keskustaajamissa ja matkailukeskuksissa. Näillä alueilla tarve saattaa kasvaa nopeastikin uusien mittavien rakennushankkeiden myötä, erityisesti mikäli alueilla on vähän pohjaveden yläpuolisia sora- ja hiekkavaroja.

Vaikka Tunturi-Lapissa harjuainesta on kohtalaisesti saatavilla, ovat taajamien lähellä sijaitsevat hiekka- ja soravarat kuitenkin rajalliset. Myös ympäristö- ja maisematekijät, esimerkiksi suojelu- ja pohjavesialueet, saattavat monin paikoin vaikeuttaa tai jopa estää harjuaineksen hyödyntämisen rakentamistarkoituksessa. Maisematekijöiden merkitys korostuu erityisesti matkailukeskusten läheisyydessä.

Kalliokiviaineksen louhintakohteiden käyttöönotto tulee aina perustua riittäviin selvityksiin. Laajemmilla alueellisilla selvityksillä voidaan osoittaa kallioalueita tai -kohteita, jotka kivityypin, maankäytön sekä maisema- ja luonnonolosuhteiden puolesta soveltuvat kalliomurskeen tuotantoon. Ottopaikkakohtaisilla tutkimuksilla selvitetään kunkin kohteen kiven lopullinen laatuluokka ja käyttösoveltuvuus.

Tunturi-Lapin maakuntakaava-alueelta ei ole tehty alueellisia kalliokiviainesselvityksiä. Paikallisesti kivien käyttökelpoisuutta ovat tutkineet mm. Destia (tieliikelaitos) ja Morenia Oy (metsähallitus), joiden tutkimustarpeet kohdistuvat lähinnä laadukkaaseen päällystysmateriaaliin. Kalliokiviainekset onkin syytä sisällyttää osana tulevia alueellisia kiviainesselvityksiä, joiden pääpainon on kuitenkin syytä olla hiekka- ja soravarojen inventoinnissa.

Seuraavassa esitetään kalliokiviaineksen laadusta ja saatavuudesta lyhyt arvio, joka perustuu GTK:n kallioperä-, maaperä- ja matalalentoaineistoihin ja karttoihin. Tarkimmin kallioperä tunnetaan 1:100 000 mittakaavaisen kallioperäkartoituksen alueilta (liite 6). Selvityksessä arvioidaan ensin Tunturi-Lapin kalliokiviainespotentiaalia kallioperän suuralueilla, jonka jälkeen annetaan kuntakohtainen arvio.

Tunturi-Lapin kallioperän suuralueet

Tunturi-Lapin alue voidaan jakaa neljään kallioperän suuralueeseen, joilla kullakin on oma geologinen historiansa ja tyypilliset kivilajinsa. Suuralueet on merkitty liitekarttaan 11 ja ne ovat graniittialue (A), liuskealue (B), gneissialue (C) sekä pieni tunturiliuskeiden alue (D) Enontekiöllä. Graniittialueella (suuralue A) kivet ovat yleensä keski- tai karkearakeisia syväkiviä, joista yleensä ei saa kovinkaan hyvälaatuista kalliomursketta. Kohtalaista mursketta on kuitenkin mahdollista saada mm. Kallon graniitista Kittilän ja Kolarin rajalta. Liuskealueen (suuralue B) kallioperä on vaihtelevaa ja sieltä on saatavissa hyvälaatuista kalliomursketta esimerkiksi Kolarin ja Kittilän alueen vihreäkivistä, Kittilän länsipuolisista pienirakeisista graniiteista liuskealueen sisällä sekä eräistä kvartsiiteista. Gneissialueen (suuralue C) kiven ovat yleensä keski- tai karkearakeisia suuntautuneita kiviä, ominaisuuksiltaan graniittialuetta vastaavia. Gneissialueilta mahdollisuudet löytää hyvälaatuista kalliomursketta ovatkin melko pienet ja lisäksi ne sijaitsevat syrjässä mahdollisilta kiviaineksen tarvealueilta. Pienialainen, Kaledonidien vuorijonoon kuuluvan tunturiliuskeiden alueen (suuralue D) hyödyntäminen kalliomurskeeksi ei sen sijainnin vuoksi tule kyseeseen.

Kuntakohtainen arvio

Enontekiö

Enontekiöllä esiintyy kaikkia kallioperän suuralueita, mutta ainoastaan liuskealueen (B) ja gneissialueen (C) kiviä tultaneen paikallisesti hyödyntämään E8-tien kunnostukseen ja

päällystykseen liittyvissä töissä. Liuskealueen kivistä onkin mahdollista löytää hyvää kalliomursketta mm. diabaaseista ja vihreäkivistä.

Kittilä

Kittilän kunnan alueesta valtaosa sijaitsee liuskealueella (suuralue B), jolta onkin saatavissa paikoin hyvälaatuista kalliokiviainesta ainakin vihreäkivistä, liuskealueen sisällä olevista pienialaisista ja hienorakeisista graniiteista sekä joistakin kvartsiiteista.

Kolari

Kolarin keski- ja pohjoisosat kuuluvat liuskealueeseen (suuralue B), jonka vihreäkivistä on saatavissa hyvälaatuista kalliokiviainesta. Ongelmana niissä on kallion heikko paljastuneisuus, mikä vaikeuttaa sopivan kiven etsintää ja käyttöönottoa.

Muonio

Muonion kunnan alueella graniitti- ja liuskealueen kivet (suuralueet A ja B) ovat melko karkearakeisia ja siten kalliomurskeena heikkolaatuisia, varsinkin länsiosassa, missä kiviainekselle saattaisi olla jonkin verran tarvetta.

Yhteenveto

Kalliokiviainekselle saattaa ilmetä tarvetta Tunturi-Lapissa lähinnä valtateiden ja mahdollisesti myös keskustaajamien ja matkailukeskusten läheisyydessä. Näillä alueilla saattaa ilmetä tarvetta myös alueellisille ja ottopaikkakohtaisille kalliokiviainesselvityksille, joiden sisällyttäminen alueella tulevaisuudessa tehtäviin hiekka- ja soravarojen selvityksiin on suositeltavaa. Yhteenvetona voidaan todeta, että kalliokiviaineksen kannalta merkityksellisin alue Tunturi-Lapin maakuntakaava-alueella on pääosin Kittilässä ja Kolarissa oleva Keski-Lapin vihreäkivijakso (liuskealuetta / suuralue B), joka sisältää myös merkittäviä määriä jalo- ja perusmetalleja ja jonka merkitys on siten suuri myös muulle kaivannaisteollisuudelle

3.2 POHJAVESI (Ulpu Väisänen)

Yleistä

Pohjavettä hyödynnetään enimmäkseen maaperäkerrostumista, missä parhaat pohjavesiesiintymät ovat harjuissa tai muissa hiekka- ja sorakerrostumissa. Niitä ovat esim. reunamuodostumat, kuten Salpausselät, ja paksut rantakerrostumat. Vettä hyvin läpäisevissä hiekka- ja sorakerrostumissa pohjaveden kierto on nopeaa, mistä johtuen pohjavesi sisältää runsaasti happea ja veteen liuenneiden aineiden määrä on vähäinen. Moreenialueilla, missä hienoainespitoisuus on suuri ja moreenin rakenne tiivis, pohjavettä saadaan yleensä riittävästi vain yksittäistalouksiin. Pohjaveden hitaamman kierron vuoksi veteen liuenneiden aineiden pitoisuudet ovat moreenin pohjavedessä suurempia kuin hiekka- sorakerrostumissa. Koheesiomaalajeissa (hieno hieta, hiesu ja savi) veden johtavuus on pieni ja siksi niistä saatavan pohjaveden määrät ovat vähäisiä.

Pohjavettä esiintyy myös kallioperän raoissa ja rikkonaisuusvyöhykkeissä. Rikkonaisuus riippuu kivilajin rakoiluominaisuuksista. Kallioperän rakosysteemeissä olevan veden määräksi on arvioitu 0,1-0,5 % kokonaistilavuudesta. Kallioperä on tavallisesti rikkonaisinta pintaosissaan ja kallioperän raot ovat avonaisia noin 100 metrin syvyyteen. Syvemmälle mentäessä tilavuus pienenee nopeasti, joten porakaivoja ei yleensä kannata tehdä tämän syvemmiksi. Likimain ehjässä kallioperässä sijaitsevista porakaivoista saadaan yleensä riittävästi vettä yksittäistalouksiin. Antoisuudet ovat keskimäärin muutamia kymmeniä m^3/vrk. Kallioperän ruhjevyöhykkeissä antoisuudet voivat olla jopa satoja kuutiometrejä vuorokaudessa. Liuskealueilla porakaivot ovat antoisuudeltaan parempia kuin esim. graniitti- ja gneissialueilla. Kallioperän ruhjevyöhykkeet voivat olla merkittäviä yhdyskuntien vedenhankinnan kannalta etenkin alueilla, missä ei ole riittävästi saatavissa maaperän pohjavettä.

Kalliopohjavesiesiintymiä on tähän mennessä tutkittu varsin vähän verrattuna maaperän pohjavesiesiintymiin, jotka on selvitetty pääpiirteissään koko maassa. Kallioperän ruhjevyöhykkeiden ja niiden pohjavesiesiintymien paikantaminen voidaan tehdä geofysikaalisin tutkimusmenetelmin. Geofysikaalisten matalalentomittausten avulla ruhjeet voidaan paikantaa alustavasti ja tämä tulkinta voidaan varmentaa ja tarkentaa muilla geofysikaalisilla

mittausmenetelmillä, kuten VLF-R-mittauksilla ja seismisillä luotauksilla. Tunturi-Lapin alueelta on GTK:ssa kattava matalalentoaineisto, jonka avulla ruhjetulkinnat voidaan tehdä.

Kallioperän koostumus ja rakenne vaikuttavat pohjaveden saatavuuden lisäksi myös veden laatuun. Emäksisillä kivilajialueilla, kuten amfiboliittien, gabrojen ja karbonaattikivilajien alueilla, pohjaveteen liukenee enemmän mineraaleja kuin happamilla kivilajialueilla. Sähkönjohtavuus, pH-arvot, kokonaiskovuus ja alkaliteetti ovat siellä suurempia kuin happamien kivilajien, kuten kvartsiittien, graniittien tai gneissien alueilla. Kiilleliuske-mustaliuskealueilla rautapitoiset kiisut liukenevat helposti pohjaveteen, jolloin rautapitoisuus voi kohota haitalliselle tasolle.

Tunturi-Lapin alueella kivilajit vaihtelevat suuresti. Suurimmat yhtenäiset, graniittiset kivilajialueet ovat Kolarin ja Kittilän kuntien eteläosissa sekä Enontekiön itäosassa. Kolarissa yli puolet kunnan pinta-alasta on graniittia ja Enontekiöllä noin kolmannes. Graniiteista tai muista happamista kivilajeista liukenevien aineiden määrä kalliopohjaveteen on yleensä vähäinen.

Tunturi-Lapin alueelta on käytettävissä 1:1 000 000 mittakaavainen kallioperäkartta. Osasta aluetta on käytettävissä myös GTK:n 1:100 000 mittakaavaiset kallioperäkartat. Julkaistuja kallioperäkarttoja on 13 kpl Enontekiön, Kittilän, Kolarin ja Muonion alueilta (karttalehdet 1823, 1824, 1832, 1842, 2624, 2642, 2713, 2714, 2723, 2731, 2732, 2744, 3722). Keskeneräinen, kartoitettavana oleva alue (v. 2006) oli Kittilässä karttalehdellä 2733. Kokonaan tai osittain Enontekiön, Kittilän, Kolarin ja Muonion kuntien alueilla sijaitsevia, kartoittamattomia karttalehtiä on 17 kpl. Niistä suurin osa sijaitsee Enontekiön kunnassa.

Tunturi-Lapin alueella on lukuisia harjuja ja muita hiekka- ja sorakerrostumia, missä on Suomen ympäristökeskuksen luokittelemia tärkeitä, I luokan pohjavesialueita. Niiden lisäksi alueella on yhteensä useita satoja II ja III luokan pohjavesialueita. II luokan pohjavesialueet soveltuvat yhteisvedenhankintaan, mutta niille ei toistaiseksi ole osoitettavissa käyttöä yhdyskuntien tai haja-asutuksen vedenhankinnassa. III luokan pohjavesialueiden hyödyntämiskelpoisuuden arviointi vaatisi lisätutkimuksia vedensaantiedellytysten, veden laadun tai likaantumis- tai muuttumisuhan selvittämiseksi (Britschgi & Gustafsson 1996). Monet suuret harjut Pohjois-Suomessa sijaitsevat

kaukana asutuksesta, minkä vuoksi niiden pohjavesivarat toimivat lähinnä reservinä mahdollisia tulevaisuuden tarpeita varten.

Pohjavesivarat kunnittain

Enontekiö

Enontekiön kunnan alueella on useita suuria harjujaksoja, jotka kulkevat Käsivarren poikki etelästä pohjoiseen tai lounaasta kaakkoon. Harjujaksot jatkuvat sekä Ruotsin että Norjan puolelle. Yksi niistä kulkee Pätikän kylän kohdalta pohjoiskoilliseen myötäillen Aatsajoen ja Torisenon jokilaaksoja Melajärvelle ja sieltä edelleen Norjaan. Melajärven läheisyydessä harju on tasoittunut harjulaakioksi, missä on dyynikenttä. Kaaresuvannosta pohjoiseen kulkee suuri harjujakso myötäillen Pahtajoen laaksoa. Kuttasesta koilliseen kulkeva harjujakso myötäilee aluksi Tarvantojoen laaksoa ja jatkuu katkonaisena Palojärven pohjoispuolitse Norjaan. Kuttasen ja Palojoensuun väliseltä alueelta kulkee harjujakso koilliseen Leppäjärven, Palojärven ja Näkkälän kautta Pöyrisjärven erämaa-alueelle. Tähän harjujaksoon liittyy laajoja hiekkakenttiä dyynialueineen Leppäjärven ja Pöyrisjärven alueilla.

Palojoensuusta kulkee suuri harjujakso koilliseen Hettaan, Vuontisjärvelle ja Kälkälöjoelle, missä harjun kulkusuunta kääntyy pohjoiseen, myötäillen Kälkälöjoen ja Suukisjoen laaksoja. Hiekka- ja soravaroiltaan suurin harjujakso lähtee Muonion kunnan alueelta Ylimuoniosta ja kulkee Ounas-Pallastunturin kansallispuiston poikki koilliseen Peltovuomaan ja sieltä itään Nunnaseen, mistä se kääntyy koilliseen Hietatievoille ja edelleen pohjoiseen myötäillen Käkkälöjoen laaksoa. Tämän harjujakson yhteydessä on laajoja dyynialueita, mm. Hietatievoilla sekä Ketomellan ympäristössä. Näiden harjujaksojen lisäksi kunnan alueella on monia pienempiä harjuja sekä laajoja hiekka- ja sorakerrostumia etenkin jokilaaksoissa.

Enontekiön kunnan alueella on I-III luokan pohjavesialueita 313 kpl, joista I luokan pohjavesialueita on 2 kpl ja II luokan pohjavesialueita 11 kpl. Kaikista pohjavesialueista 44:n antoisuus on $\geq$1000 m^3/vrk. Antoisuudeltaan suurin pohjavesialue on Ruotajoen pohjavesialue (III luokka), joka sijaitsee

pääosin Ounas-Pallastunturin kansallispuiston alueella. Pohjavesialueen antoisuudeksi on arvioitu 10500 m^3/vrk. Alueen kokonaispinta-ala on 17,9 km^2. Seuraavaksi suurimmat pohjavesialueet ovat Hietaharjut ja Hietatievat (III luokka), jotka sijaitsevat Nunnasen kautta Hietatievoille ja edelleen pohjoiseen kulkevassa harjujaksossa. Niiden antoisuudeksi on arvioitu 7500 m^3/vrk ja 6500 m^3/vrk. Pohjavesialueiden kokonaispinta-alat ovat 12,22 km^2 ja 10,63 km^2.

Kittilä

Kittilän kunnan alueella on erittäin runsaasti hiekka- ja sorakerrostumia, jotka ovat pääosin rantakerrostumia ja sijaitsevat jokilaaksoissa ja muilla alavilla alueilla. Useita harjujaksoja esiintyy kunnan eteläosassa Kaukosen ja Kittilän kirkonkylän ja Sirkan alueilla. Harjut ovat luode-kaakko-suuntaisia. Ne ovat katkonaisia ja pienehköjä verrattuina Enontekiön suuriin harjujaksoihin.

Kittilän alueella on I-III luokan pohjavesialueita 181 kpl, joista I luokan pohjavesialueita on 13 kpl ja II luokan pohjavesialueita 22 kpl. Kaikista pohjavesialueista 12:n antoisuus on $\geq$1000 m^3/vrk. Antoisuudeltaan suurin pohjavesialue on Saattoporan pohjavesialue (III luokka) kunnan länsiosassa. Pohjavesialueen antoisuudeksi on arvioitu 2800 m^3/vrk ja sen kokonaispinta-ala on 5,2 km^2. Toiseksi suurin pohjavesialue on Urakkapuljut kunnan eteläosassa. Alueen antoisuudeksi on arvioitu 2500 m^3/vrk ja sen kokonaispinta-ala on 4,22 km^2.

Kolari

Kolarin kunnan alueella on myös useita harjuja. Kunnan eteläosassa on kolme luode-kaakko-suuntaista harjujaksoa, joista yksi myötäilee Naalasenjoen laaksoa ja toinen Pasmajoen ja Kienajajoen laaksoja. Kolmas harju kulkee Venejärveltä kohti kaakkoa. Kunnan pohjoisosassa Hannukaisesta Ylläsjärven alueelle kulkee myös suuri harjujakso. Harjujen lisäksi hiekka- ja sorakerrostumia esiintyy runsaasti jokilaaksoissa rantakerrostumina.

Kolarin alueella on I-III luokan pohjavesialueita 81 kpl, joista I luokan pohjavesialueita on 10 kpl ja II luokan pohjavesialueita 13 kpl. Kaikista pohjavesialueista 9:n antoisuus on $\geq$1000 m^3/vrk. Antoisuudeltaan suurimmat pohjavesialueet ovat Haukiselkä ja Naalastotievat (III luokka), jotka

sijaitsevat kunnan eteläosassa. Niiden antoisuudeksi on arvioitu 3100 m^3/vrk ja 2100 m^3/vrk. Alueiden kokonaispinta-alat ovat 4,65 km^2 ja 5,24 km^2.

Muonio

Muonion kunnan alueella suurin harjujakso kulkee Ylimuoniosta kohti Pallas-Ounastunturin kansallispuistoa jatkuen Enontekiön puolelle. Hiekka- ja soravaroiltaan pienempiä harjuja ja muita hiekka- ja sorakerrostumia, pääasiassa rantakerrostumia jokilaaksoissa, on kunnan eteläosissa ja Muonionjokilaaksossa.

Muonion alueella on I-III luokan pohjavesialueita 34 kpl, joista I luokan pohjavesialueita on 4 kpl ja II luokan pohjavesialueita 9 kpl. Kaikista pohjavesialueista 5:n antoisuus on $\geq$1000 m^3/vrk. Antoisuudeltaan suurin pohjavesialue on Pahajoen pohjavesialue (III luokka). Se sijaitsee harjujaksossa, joka jatkuu Enontekiölle, Ounas-Pallastunturin kansallispuiston alueelle. Pohjavesialueen antoisuudeksi on arvioitu 5500 m^3/vrk ja alueen kokonaispinta-ala on 11,75 km^2. Toiseksi suurin pohjavesialue on Alalompolon pohjavesialue (III luokka). Sen antoisuudeksi on arvioitu 4000 m^3/vrk. Alueen kokonaispinta-ala on 7,2 km^2.

Taulukoissa 2-5 on esitetty pohjavesitietoja Tunturi-Lapin alueelta. Taulukoissa on esitetty myös kuntakohtaiset indeksit (%). Ne ilmaisevat talousvedelle asetettujen enimmäispitoisuuksien ylityksiä eri alkuaineilla tai yhdisteillä. Indeksi on saatu jakamalla raja-arvot ylittäneiden näytteiden lukumäärä tutkittujen näytteiden kokonaismäärällä. Kertomalla tulos 100:lla saadaan indeksi prosentteina. Indeksit pH:n osalta on laskettu, kun pH-arvot ovat alle 6,5 tai yli 9,5.

Taulukko 2. Pohjavesitietoja Enontekiön kunnan alueelta GTK:n tutkimista pohjavesinäytteistä. Nitraatille, raudalle ja radonille on annettu kaksi suositusta enimmäispitoisuudeksi. Ensimmäinen on vesilaitoksille asetettu enimmäispitoisuus ja jälkimmäinen yksityiskaivoille annettu suositus.

Muuttuja	Raja-arvon ylityksiä kpl	Tutkittuja näytteitä kpl	Maksimipitoisuus tai -luku	Kuntakohtainen indeksi %	Suositeltu raja-arvo
pH	35 *)	79	9.2	44.3	6.5-9.5
$KMnO_4$ -luku mg/l	7	79	44	8.9	20
Kloridi Cl mg/l	0	79	58.5		100
Fluoridi F mg/l	0	79	0.5		1.5
Nitraatti NO_3 mg/l	4	77	84	5.2	50/25
Sulfaatti SO_4 mg/l	0	79	40		250
Alumiini Al µg/l	1	12	288	8.3	200
Arseeni As µg/l	0	12	0.15		10
Boori B µg/l	0	12	28.3		1000
Barium Ba µg/l	0	12	47.3		
Kadmium Cd µg /l	0	12	4.5		5
Kromi Cr µg/l	0	12	42.6		50
Kupari Cu µg/l	0	79	280		2000
Rauta Fe mg/l	6	79	8.6	7.6	0.2/0.4
Mangaani Mn µg/l	10	79	900	12.7	50/100
Natrium Na mg/l	0	79	42		200**)
Nikkeli Ni µg/l	8	79	80	10.1	20
Lyijy Pb µg/l	8	79	48	10.1	10
Seleeni Se µg/l	0	12	0.5		10
Sinkki Zn µg/l	0	79	10 100		
Radon Rn Bq/l	1	11	1090	9.1	300/1000

*) pH-arvo <6.5

**) raja-arvo vesilaitoksille (isot yksiköt)

Taulukko 3. Pohjavesitietoja Kittilän kunnan alueelta GTK:n tutkimista pohjavesinäytteistä. Nitraatille, raudalle ja radonille on annettu kaksi suositusta enimmäispitoisuudeksi. Ensimmäinen on vesilaitoksille asetettu enimmäispitoisuus ja jälkimmäinen yksityiskaivoille annettu suositus.

Muuttuja	Raja-arvon ylityksiä kpl	Tutkittuja näytteitä kpl	Maksimipitoisuus tai -luku	Kuntakohtainen indeksi %	Suositeltu raja-arvo
pH	77 *)	243	9	31.7	6.5-9.5
$KMnO_4$ -luku mg/l	35	270	205	13	20
Kloridi Cl mg/l	1	270	216	0.4	100
Fluoridi F mg/l	0	266	0.8		1.5
Nitraatti NO_3 mg/l	9	267	248	3.4	50/25
Sulfaatti SO_4 mg/l	0	270	100		250
Alumiini Al µg/l	3	149	371	2	200
Arseeni As µg/l	7	139	36.2	5	10
Boori B µg/l	0	139	111		1000
Barium Ba µg/l	0	139	323		
Kadmium Cd µg /l	0	278	1.5		5
Kromi Cr µg/l	0	149	2.3		50
Kupari Cu µg/l	0	279	212		2000
Rauta Fe mg/l	44	279	10.6	15.8	0.2/0.4
Mangaani Mn µg/l	59	279	3000	21.2	50/100
Natrium Na mg/l	0	279	112		200**)
Nikkeli Ni µg/l	6	279	113	2.2	20
Lyijy Pb µg/l	1	279	19	0.4	10
Seleeni Se µg/l	0	139	0.5		10
Sinkki Zn µg/l	0	279	3100		
Radon Rn Bq/l	1	29	434	3.5	300/1000

*) pH-arvo <6.5
**) raja-arvo vesilaitoksille (isot yksiköt)

Taulukko 4. Pohjavesitietoja Kolarin kunnan alueelta GTK:n tutkimista pohjavesinäytteistä. Nitraatille, raudalle ja radonille on annettu kaksi suositusta enimmäispitoisuudeksi. Ensimmäinen on vesilaitoksille asetettu enimmäispitoisuus ja jälkimmäinen yksityiskaivoille annettu suositus.

Muuttuja	Raja-arvon ylityksiä kpl	Tutkittuja näytteitä kpl	Maksimipitoisuus tai -luku	Kuntakohtainen indeksi %	Suositeltu raja-arvo
pH	51*)	128	8.4	39.8	6.5-9.5
$KMnO_4$ -luku mg/l	26	129	111	20.2	20
Kloridi Cl mg/l	0	129	64.5	0.4	100
Fluoridi F mg/l	0	129	0.5		1.5
Nitraatti NO_3 mg/l	3	128	84	2.3	50/25
Sulfaatti SO_4 mg/l	0	129	151		250
Alumiini Al µg/l	1	77	293	1.3	200
Arseeni As µg/l	0	59	0.2		10
Boori B µg/l	0	59	36.6		1000
Barium Ba µg/l	0	59	94.2		
Kadmium Cd µg /l	0	127	1.4		5
Kromi Cr µg/l	0	78	2.1		50
Kupari Cu µg/l	0	129	917		2000
Rauta Fe mg/l	14	129	1.3	10.9	0.2/0.4
Mangaani Mn µg/l	27	129	2500	20.9	50/100
Natrium Na mg/l	0	129	37		200**)
Nikkeli Ni µg/l	0	126	18		20
Lyijy Pb µg/l	0	120	1.5		10
Seleeni Se µg/l	0	59	0.5		10
Sinkki Zn µg/l	0	129	1400		
Radon Rn Bq/l	22	49	2900	44.9	300/1000

*) pH-arvo <6.5
**) raja-arvo vesilaitoksille (isot yksiköt)

Taulukko 5. Pohjavesitietoja Muonion kunnan alueelta GTK:n tutkimista pohjavesinäytteistä. Nitraatille, raudalle ja radonille on annettu kaksi suositusta enimmäispitoisuudeksi. Ensimmäinen on vesilaitoksille asetettu enimmäispitoisuus ja jälkimmäinen yksityiskaivoille annettu suositus.

Muuttuja	Raja-arvon ylityksiä kpl	Tutkittuja näytteitä kpl	Maksimipitoisuus	Kuntakohtainen indeksi %	Suositeltu raja-arvo
pH	50*)	82	8	61	6.5-9.5
$KMnO_4$ -luku mg/l	21	83	114	18.4	20
Kloridi Cl mg/l	0	83	56.5		100
Fluoridi F mg/l	0	83	0.1		1.5
Nitraatti NO_3 mg/l	3	83	101	3.6	50/25
Sulfaatti SO_4 mg/l	0	83	46.3		250
Alumiini Al µg/l	1	33	325	0.3	200
Arseeni As µg/l	0	33	0.5		10
Boori B µg/l	0	33	8.6		1000
Barium Ba µg/l	0	33	71.2		
Kadmium Cd µg /l	0	83	0.8		5
Kromi Cr µg/l	0	33	10.2		50
Kupari Cu µg/l	0	83	220		2000
Rauta Fe mg/l	2	83	7.6	2.4	0.2/0.4
Mangaani Mn µg/l	5	83	610	6	50/100
Natrium Na mg/l	0	83	17.7		200**)
Nikkeli Ni µg/l	0	83	9.3		20
Lyijy Pb µg/l	0	83	2.4		10
Seleeni Se µg/l	0	33	1.4		10
Sinkki Zn µg/l	0	83	1300		
Radon Rn Bq/l	1	5	574	20	300/1000

*) pH-arvo <6.5
**) raja-arvo vesilaitoksille (isot yksiköt)

Taulukoista 2-5 voidaan nähdä, että eniten talousvedelle asetettujen enimmäispitoisuuksien ylityksiä alkuaineilla on raudan ja mangaanin osalta. Tämä johtuu siitä, että Suomessa tavallisimmat haitat pohjaveden laadussa ovat suurehkot rauta- ja mangaanipitoisuudet, mikä johtuu luontaisista

olosuhteista – kallioperän ja maaperän koostumuksesta. Suuret kuntakohtaiset indeksiluvut pH-arvoilla johtuu siitä, että suuri osa maamme pohjavesistä on luontaisesti lievästi happamia pH-arvon ollessa usein alle 6,5. Suuret indeksiluvut radonpitoisuuksien osalta johtuvat suurimmaksi osaksi siitä, että radonpitoisuudet on määritetty pääasiassa kallioporakaivojen vesistä, joille on tyypillistä suuremmat pitoisuudet kuin maaperän kaivoissa tai luonnontilaisissa lähteissä.

Mahdollisuudet ja tutkimustarpeet

Tunturi-Lapin alueella on runsaasti pohjavesivaroja. Syrjäinen sijainti ja pitkät etäisyydet asutuksesta estävät kuitenkin useimmissa tapauksissa pohjavesivarojen hyödyntämisen. Pohjaveden johtaminen syrjäisiltä seuduilta taajamiin aiheuttaisi suuria kustannuksia.

Suomen ympäristökeskuksen luokittelemia tärkeitä I luokan pohjavesialueita ja hyödyntämiskelpoisia II luokan pohjavesialueita on melko runsaasti kaikkien kuntien alueilla. III luokan pohjavesialueita on runsaasti kaikissa kunnissa. Suuri osa III luokan pohjavesialueista, joita pidetään toistaiseksi reservialueina, sijaitsee kaukana asutuskeskuksista. Pohjavesialueita on kuitenkin myös lähellä asutuskeskuksia, joten niiden tarkempi tutkiminen olisi aiheellista siellä, missä on ennakoitavissa veden käytön lisääntymistä tulevaisuudessa. Esim. matkailualueiden kasvu asettaa uusia haasteita vesihuollolle lisääntyvän vedenkäytön myötä. Pohjavesimuodostumien geologisen rakenteen, veden antoisuuden ja laadun tutkiminen olisi tärkeää näillä alueilla. Tunturi-Lapin alueella ihmistoiminnan aiheuttamat riskit pohjaveden laadun muutoksille ovat pienet tai lähes olemattomat.

Taulukko 6. Pohjavesialueet (luokat I, II ja III), niiden pinta-alat ja antoisuudet kunnittain.

Kunta	Alueiden lukumäärä				Pinta-ala km^2				Antoisuus m^3/vrk			
	I	II	III	Yht.	I	II	III	Yht.	I	II	III	Yht.
Enontekiö	2	11	300	313	2.02	12.75	407.69	422.46	550	4606	153890	159046
Kittilä	13	22	146	181	15.35	24.57	130.09	170.01	4268	7065	42130	53463
Kolari	10	13	58	81	10.65	18.57	78.79	108.01	3105	5750	25560	34415
Muonio	4	9	21	34	4.25	6.44	54.82	65.51	880	2866	20516	24262
Yhteensä	29	55	525	609	32.27	62.33	671.39	765.99	8803	20287	242096	271186

3.4 LUONNONKIVET (Risto Vartiainen)

Vanhat kivenottopaikat

Kaikkien neljän kunnan alueelta on tiedossa vanhoja kivenottopaikkoja, joista on otettu pieniä määriä kiveä kylän tai yksittäisen talon tarpeisiin, kuten talojen ja navetoiden kivijalkoihin, uuneihin yms. tarkoituksiin. Tiedot vanhoista kivenottopaikoista perustuvat haastatteluihin eikä kohteita ole tarkistettu maastokäynneillä. Alla annetut (kaista)koordinaattitiedot ovatkin sen vuoksi vain suuntaa-antavia. Kivenoton vähäisyyden vuoksi merkit kivenotosta ovat saattaneet ajan myötä kadota jäljettömiin eivätkä kivenottopaikat siten ole välttämättä enää edes tunnistettavissa. Yksittäisten kivenottopaikkojen merkitystä nykyaikaisen kivenjalostuksen kannalta ei voida arvioida ilman maastokäyntiä. On kuitenkin todennäköistä ettei vanhoilla kivenottopaikoilla ole useimmissa tapauksissa mitään taloudellista arvoa; ennen vanhaan tarvittavat kivet otettiin mahdollisimman läheltä ja helposta paikasta kiinnittämättä juurikaan huomiota kiven tekniseen laatuun tai esiintymän suuruuteen. Liitteessä 13 on esitetty vanhat kivenottopaikat, potentiaaliset kiviesiintymät, koelouhinta kohteet sekä nykyiset kivenottopaikat ja louhimot.

<u>Kolari</u>

Lompolovaarasta (karttalehti 2732 01C; X=7494.000, Y=455.00) on louhittu serisiittikvartsiittia paikallisiin tarpeisiin.

Pohjasenvaaran (kl 2713 10B; X=7465.600, Y=494.300) liuskettunutta amfiboliittia on käytetty paikallisesti muuri- ja laattakivinä. Esiintymään on kairattu yksi reikä vuonna 1985.

Taporovan (kl 2714 10A, X=7493.000, Y=490.000) liuskettunutta kvartsiittia on louhittu muuri- ja laattakiviksi.

Muonio

Isolompolon luoteisrannalta (kl 2723 09C, X=7541.500, Y=487.500) on louhittu liuskeista amfiboliittia paikallisiin tarpeisiin esimerkiksi uuni- ja laattakiviksi.

Olostunturin pohjoisrinteeltä (kl 2723 11B) on louhittu liuskeista amfiboliittia muuri- ja laattakiviksi.

Rääpäletievojen (kl 2723 11B) liuskettunutta amfiboliittia on louhittu muuri- ja laattakiviksi.

Kittilä

Isovaaran (kl 2732 10A, 7491.500, Y=532.800) kvartsiittia on louhittu muurikiviksi.

Kallon kylän itäpuolisesta Pähtimänniköstä (kl 2731 09A, X=7482.000, Y=523.500) kyläläiset ovat louhineet harmaata montsoniittia mm. navetan kivijalkoihin.

Kelontekemän kylästä (kl 3712 07A, X=7493.000, Y=441.000) on louhittu vihertävää fuksiittikvartsiittia laattakiveksi.

Kivikuusikosta (2732 12C, X=7510.500, Y=535.400) on louhittu kvartsiittia muurikiviksi.

Kittilästä on louhittu vähäisiä määriä vihreätä kromimarmoria useistakin paikoista. Tunnettuja paikkoja ovat mm:

- Naakenavaara (kl 2734 03C, X=7513.000, Y=549.000)
- Siitonen (2734 06A, X=7512.000, Y=551.000)
- Sotkajärvi (kl 2734 06B, X=7516.000, Y=553.000)

Esiintymiä on kuvattu tarkemmin Pekkalan (1972) ja Pekkalan & Puustisen tutkimuksissa). Ks. Myös kohdat ”Kivenjalostus” ja ”Mahdollisuudet”.

Pailakaisen (kl 3722 07A, X=7551.900, Y=444.200) liuskettunutta vulkaanista kiveä on louhittu muuri- ja laattakiviksi.

Seurujärveltä (kl 3721 09D, X=7549.000, Y=448.500) on louhittu liuskettunutta vulkaanista kiveä muuri- ja laattakiviksi.

Sotkaselän alueelta (kl 2734 03D, X=7516.800, Y=549.500) on louhittu harmaata kvartsiittia paikallisiin tarkoituksiin useasta pienestä louhoksesta.

Särestövaarasta (kl 2734 01A, X=7493.000, Y=543.000) on louhittu liuskettunutta kiveä (tuffiittia, kiilleliusketta ja serisiittikvartsiittia) paikallisiin tarkoituksiin. Esimerkiksi Särestön taidegallerian kivijalka on tehty Särestövaaran kivestä.

Tarpomapään (kl 3721 10D, X=7527.000, Y=455.000) liuskettunutta amfiboliittia on käytetty muurikivinä ja pihalaattoina.

Enontekiö

Ounastunturin itäreunalta (kl 2724 12D) on louhittu amfiboliittia muurikiviksi.

Palovaaran (kl 1833 03A, X=7601.000, Y=554.000) punertavaa, tasarakeista graniittia ovat saksalaiset käyttäneet II maailmansodan aikana bunkkereiden ja juoksuhautojen rakentamiseen. GTK:n malmikairausten yhteydessä kivi on todettu varsin ehyeksi ja siten mahdollisesti hyödyntämiskelpoiseksi.

Kivenjalostus ja louhinta tänään

Nykyaikaista rakennuskiven louhintaa on Tunturi-Lapin seutukunnassa harjoitettu tiettävästi vain Kittilän Siitosessa; Sinermänpalon 1970-luvulla avattu kromimarmorilouhimo (kaivospiiri) on tällä hetkellä OK-Graniitti Oy:n omistuksessa. Kiveä louhitaan pienehköjä määriä tarpeen mukaan, yleensä kuitenkin vain kesäikana. Kivi jalostetaan – eli sahataan ohuiksi 10–30 mm paksuiksi laatoiksi ja kiillotetaan – OK-Graniitti Oy:n jalostamolla Oulaisissa, tai myydään raakakiviblokkeina muille rakennuskiviyrityksille.

Kittilän Kaukosessa on koelouhittu pieniä määriä vulkaanista liusketta. Esiintymää tutkittiin Keski-Lapin rakennuskiviprojektin yhteydessä vuonna 2004 (ks. tarkemmin alla, ”Palovaara”).

Nykyaikaista rakennuskiven jalostusta ei Tunturi-Lapin seutukunnassa ole, lukuunottamatta mahdollisia 1–2 hengen hautakiviveistämöitä.

Mahdollisuudet

Järjestelmällistä rakennuskivien etsintää on Tunturi-Lapin seutukunnassa tehty vain Kittilässä, muiden kuntien osalta mahdollisuudet rakennuskivien louhintaan ja jalostukseen ovat arvailujen varassa.

Vuosina 2003–2005, pääosin EU- ja kuntarahoituksella toteutetussa Keski-Lapin rakennuskiviprojektissa kartoitettiin Kittilän ja Sodankylän potentiaaliset rakennuskiviesiintymät. Kittilän kunnan alueelta löytyneistä potentiaalisista esiintymistä on alla lyhyet kuvaukset paikkatietoineen (yhtenäiskoordinaatit). Tarkemmat tiedot projektista ja itse kiviesiintymistä löytyvät ao. raporteista (Vartiainen 2004, Vartiainen 2005).

Hanhivaara (kl 2741 09 C, X=7546.100, Y=3402.800)
Tepaston kylässä sijaitseva Hanhivaaran vaalea graniitti on kohtalaisen ehyt kivi, jonka kiinnostavuus perustuu lähinnä sen tavallista vaaleampaan väriin. Esiintymään on kairattu projektin

aikana kolme noin 15 metriä syvää reikää. Esiintymän mahdollinen käyttöönotto vaatii lisäselvityksiä, mm. koelouhinnan.

Honkavaara (kl 2732 11 C, X=7505.060, Y=3407.750)
Kittilän keskustasta noin 5 km länteen sijaitseva punainen, pienirakeinen graniitti soveltuisi teknisten ominaisuuksiensa puolesta parhaiten ns. ympäristörakentamiseen, mutta edellytykset esim. hautakivien valmistukseen ovat myös olemassa. Kiven haittapuolena suurimittakaavaista laattatuotantoa ajatellen ovat liian suuri rakotiheys (= liian pieni blokkikoko) ja värivaihtelut.

Palovaara (kl 2732 10 C, X=7494.560, Y=3411.260)
Kaukosen kylässä, hyvien kulkuyhteyksien päässä, on voimakkaasti liuskettunutta, laattamaisesti lohkeavaa vulkaniittia, joka voisi soveltua pihalaatoiksi, muuraus- yms. käyttöön. Kiveä on koelouhittu ja -markkinoitu pienessä mittakaavassa vuosina 2004–2006, mutta järjestelmällistä louhintaa ei ole vielä aloitettu.

Soretiakumpu ja muut kromimarmoriesiintymät
Siitosen kylässä sijaitsevaa Soretiakummun kromimarmoriesiintymää (kl 2734 03 D, X=7519.050, Y=3422.920) on tutkittu moneen otteeseen, alun perin sen sisältämän kullan takia. Kohteeseen on kairattu useita reikiä, joiden perusteella kiven voidaan sanoa olevan rakennuskiveksi varsin rikkonaista.

Myös samalla alueella oleva Kaltioselän kromimarmoriesiintymä (kl 2734 06, X=7515.260, Y=3426.350) on potentiaalinen hyödyntämiskohde ja kairausten perusteella teknisiltä ominaisuuksiltaan samankaltainen kuin Sinermänpalon ja Soretiakummun esiintymät.

Edelläkuvattujen esiintymien käyttöönotto vaatii vielä tarkempia tutkimuksia, mm. koelouhintoja. Esiintymien käyttöönottoa hidastanee se tosiasia, että Sodankylässä toimineen kivenjalostuslaitoksen lopetettua toimintansa lähin jalostuslaitos löytyy tällä hetkellä Tervolan Louelta. Toki toiminta voi perustua pelkkään louhintaan ja raakakiven myyntiin, sillä hyvälaatuista rakennuskiveä kannattaa kuljettaa pitkiäkin matkoja.

3.5 KAIVOSKIVENNÄISET: Metallimalmit ja teollisuusmineraalit (Heikki Pankka, Panu Lintinen)

Metallimalmit (Heikki Pankka)

Pohjois-Suomen kallioperä koostuu pääasiassa neljästä pääkivilajiyksiköstä: 1) arkeeisista graniittigneissi komplekseista ja vihreäkivivyöhykkeistä, 2) varhaisproterotsooisista vulkaniitti-ja liuskevyöhykkeistä, 3) Lapin granuliittivyöhykkeestä sekä 4) erityyppisistä ja –ikäisistä granitoideista. Nuorimpana erillisenä pienialaisena kivilajiyksikkönä on kaledonidiset liuskeet Käsivarressa Haltin ja Saanan alueilla.

Kaledonidisten kivien lisäksi Käsivarren länsiosassa on arkeeisia graniittigneissejä, jotka keskiosan proterotsooinen vihreäkivivyöhyke erottaa kvartsiiteista ja liuskeista. Kunnan itäosassa on laajoja eri ikäisiä graniittisia kiviä, jotka ulottuvat Muonioon ja Kolarin pohjoisosaan. Kolarista Kittilään ulottuva vihreäkivi- ja kvartsiittivyöhyke erottaa pohjoiset graniitit Keski-Lapin graniitista. Kittilässä vallitseva kivilajiyksikkö on proterotsooinen vihreäkivivyöhyke, joka koostuu erilaisista vulkaniiteista, kvartsiiteista, kiilleliuskeista ja grafiittiliuskeista. Nuorempia graniitteja on tunkeutunut näihin kivilajiyksiköihin.

Nykyisen malminetsinnällisen käsityksen ja suuntauksen mukaan Enontekiön kunnan alue, joka on laajalti eri tasoisesti suojeltu, Ruossakero-Sarvisoaivi-Tsohkkoaivialuetta lukuunottamatta ei ole taloudellisessa mielessä kovin mielenkiintoinen. Sen sijaan varsinkin Kittilä ja Kolari sekä Muonio ovat erittäin malmipotentiaalisia, ja niissä on parhaillaan laajat kultatutkimukset käynnissä. Geologista tutkimusta, ensisijaisesti peruskartoitusta, tullaan kuitenkin tekemään tarpeiden ja resurssien mukaan myös erämaa-alueilla.

Seuraavassa tarkastelussa esitetään kunnittain GTK:n arkistoissa ja tietokannoissa esiintyvät kaivoskivennäisesiintymät sekä merkittävimmät tutkimusaiheet. GTK:n tietokannoista on käytetty valtausraporttitietokanta (VALRAP), raporttitietokanta (RAPGEO), kultaesiintymätietokanta (FINGOLD), sinkkiesiintymät (FINZINC) ja nikkelitietokanta (FINNICKEL). Voimassa olevasta

kaivospiiri- ja valtaustilanteesta on saatavilla tietoa Kauppa- ja teollisuusministeriön (KTM) kaivosrekisteristä. Perustana metalliesiintymien ja –aiheiden valinnalle on täydentäen käytetty teosta ja siihen liittyvää 1: 1 000 000 – mittakaavaista karttaa: Boris Saltikoff, Kauko Puustinen ja Mikko Tontti (2000) Suomen metallimalmiesiintymät, Geologian tutkimuskeskus, Opas 49, 29 s.
Tekstissä malmiaihe on paikannettu 1:20 000 karttalehdittäin. Liitetaulukossa 1 olevassa excel-taulukossa on tarkemmat paikkatiedot, tärkeimmät malmimetallit sekä taloudellinen merkittävyys.

Enontekiö

Taloudellisesti merkittäviä kaivoskivennäisviitteitä Enontekiön kunnan alueella ovat nikkeli-, kupari- ja platinaryhmän metalliviitteet Ruossakerossa, Kaamajoella ja Tsohkkoaivilla (1834 01) sekä Sarvisoaivilla (11832 10). Muita tutkittuja aiheita, jotka eivät taloudelliselta kannalta ole merkittäviä ovat Autsasenkurun (1833 03) ja Kilpisjärven (1823 12) kulta-aiheet, Vähäkurkkion (1834 04) kupariaihe, Palkiskurun (1834 01) uraaniaihe sekä hyvin nuorissa Kaledonialaisissa muodostumissa esiintyvä Kovddoskaisin (1842 02) sinkki-lyijyaihe.

Muonio

Muonion itäosissa Jerisjärven ja Äkäslompolon välisellä alueella on useissa kohteissa tutkittu kupari- ja kultaviitteitä, jotka ovat osoittautuneet merkityksettömiksi. Lisäksi kvartsiiteista koostuvalla tunturivyöhykkeellä esiintyy useissa paikoissa pieniä uraaniaiheita, jotka kuitenkin tutkimuksissa on todettu taloudellisesti merkityksettömiksi. Ainoat tunnetu merkittävät malmiviitteet ovat rautamalmiaiheita, joita nykyisen geologisen tietämyksen perusteella tutkitaan uudelleen mahdollisina kupari-kulta-aiheina. Tärkeimmät rautamalmiaiheet ovat Aavahelukka (2714 11), Mannakorpi (2713 06) ja Tuohilehto (2732 02).

Kolari

Kolarin pohjoisosa Äkäsjokisuusta Ylläkselle on jo vanhastaan tunnettu rautamalmialue, jossa ensimmäiset valtaukset on tehty 1800-luvun puolivälissä. Alueella on ollut kaivostoimintaa 1962-1990 useammassa kaivoksessa ja alueella malminetsintäyhtiöitä kiinnostaa uudelleen rauta, kupari ja

kulta. Tunnettuja rautaesiintymiä ovat Juvakaisenmaa, Rautuoja, Rautuvaara, Ristimella ja Sainkangas karttalehdellä 2713 12, Hannukainen, Rytijänkä, Sivakkalehto ja Taporova karttalehdellä 2714 10, Kuervitikko (2714 11) ja Rautuhelukka (2732 01). Osaassa esiintymiä myös kupari ja kulta ovat merkittävi metalleja. Uudempia merkittäviä malmiaiheita ovat Karhujupukan ja Hävityskuusikon (2731 07) rauta-titaani-vanadiiniesiintymät. Muita tutkittuja malmiaiheita ovat Ylläksen (2732 04) kupari-, Äkäsaivon (2732 03) kultakupari- ja Kesänkitunturin (2732 05) uraaniaiheet.

Kittilä

Kittilässä kultamalmiaiheet ovat taloudellisesti erittäin merkittävä raaka-ainevara. Mekittävimmät kulta-aiheet sijoittuvat tiettyihin maankuoren rakenteisiin, joita Kittilässä tunnetaan kolme rakennetta. Karkeasti itä-länsisuuntaista rakennetta kutsutaan Sirkkaruhjeeksi, joka alkaa Äkärjärveltä ja kulkee Saatoporan ja Sirkan kautta kaartaen Tepsaan sekä edelleen Sodankylän ja Sallan kautta Venäjälle. Toinen merkittävä rakenne on karkeasti pohjois-eteläsuuntainen Suurikuusikko-Kuotkorakenne sekä saman suuntainen idempänä Petäjäselän kautta kulkeva rakenne. Tunnetut kultaesiintymät sijoittuvat 1 - 2 km säteelle näistä rakenteista. Lisäksi Kittilästä tunnetaan muita vastaavan tyyppisiä rakenteita, mutta näistä ei ainakaan vielä ole löytynyt merkittäviä kulta-aiheita.

Tärkeimmät tällä hetkellä tunnetut kultamalmit sijoittuvat Suurikuusikko-Kuotkorakenteeseen, jossa Suurikuusikkoon (2743 05) rakennetaan parhaillaan kaivosta. Toisessa päässä ovat Kuotkon, jossa tutkimukset ovat parhaillaan käynnissä ja Suksettoman (2744 04) kultaesiintymä. Näiden väliseltä vyöhykkeeltä tunnetaan useita kultamalmiaiheita, joita ei vielä ole tarkemmin tutkittu. Muut merkittävät tutkitut kulta-aiheet sijoittuvat Sirkkaruhjeen alueelle. Tärkeimmät näistä ovat Saattoporan (2741 04) louhittu kultamalmi, Soretiavuoman (2734 02), Soretialehdon (2734 03) ja Kettukuusikon (2743 01) potentiaaliset kulta-aiheet sekä Hirvilavanmaan (2734 06) ja Kutuvuoman (3712 08) kultamalmit, joissa on tehty koelouhinta.

Muita tutkittuja pienempiä kulta-aiheita Kittilässä ovat Lauttaselkä (2732 04), Hanhilampi (2732 08), Naakenavuoma ja Naakenavaara (2734 03), Lammasvuoma, Mustajärvi ja Isomaa (2734 05),

Palovaara (2734 06), Pikku-Mustavaara (2734 08), Pittarova ja Harrilompolo (2741 03), Muusanlammit ja Aakenusvaara (2741 07), Hossansalmi, Sirkka ja Sirkka W (2741 10), Loukinen (2743 01), Kellolaki (2743 03), Sukseton (2744 04), Rovaselkä (2744 05), Tuongankuusikko, Tuonganoja ja Säynäjävuoma (3712 05), Outapää (3712 06), Kiekerömaa (3712 07), Palolaki (3721 07) sekä Ruoppapalo (3722 07).

Merkittävimmät kuparimalmiaiheet sijoittuvat yleensä samoihin rakenteisiin kuin kultaesiintymät. Kuparin ohessa näissä yleensä on vaihtelevasti sinkkiä, lyijyä ja joskus hopeaa. Tärkeimpiä kupariesiintymiä ovat Pahtavuoma (2741 04), jota on louhittu sekä Riikonkoski, Nälkäjärvi, Kangas ja Lonnakko (2734 03), joissa on myös vähän kultaa. Pienempiä tutkittuja kupariaiheita ovat Tuulijoki (2732 04), Pälkättivuoma (2734 02), Jerisjärvi (2741 02), Kortelehto (2741 04), Mantovaara (2743 01), Kapsajoki (2743 06) ja Tepsa (3712 08). Lisäksi Puljussa (2742 08) ja Tepastossa (2741 09) on pieniä molybdeeniaiheita.

Kittilästä ei tunneta taloudellisesti merkittäviä nikkeliesiintymiä. Tunnetut nikkelimalmiaiheet, joissa esiintyy myös vaihtelevasti kuparia, sijoittuvat Peltovuoman ja Nunnasen ympäristöön, josta tunnetaan Saalamaselkä, Hotinvaara, Hotinsaajo sekä Kaivosjänkkä (2742 04), Lutsokuru (2742 05), Mertavaara (2742 07), Holtinvaara ja Iso-Siettelöjoki (2742 08) sekä Iso-Aihkiselkä (2742 12).

Kittilän merkittävimmät rautamalmiaiheet, joilla mahdollisesti tukevaisuudessa on taloudellisesta merkitystä, sijaitsevat Pahtavaarassa ja Porkosessa (3712 09). Samalla alueella on myös mangaanipiroinen Silmänpaistaman aihe. Muita merkityksettömämpiä rautaesiintymiä ovat Latvarova (2732 06), Vuossavaara (2743 03), Tunturijärvet (3712 06), Haurespää (3712 08) ja Petäjäselkä (3721 07). Vanadiinipitoisia rauta-aiheita esiintyy Silaskairassa pohjois-eteläsuuntaisessa vyöhykkeessä Sätkenäjärvi (2744 01), Kuusi-Laanivaarassa, Silasselässä ja Pesosjärvellä (2744 02) sekä Pyhäjärvellä ja Kapsakerossa (2744 03).

TEOLLISUUSMINERAALIT (Panu Lintinen)

Teollisuusmineraalit ovat mineraaleja, joita voidaan käyttää sellaisenaan hyväksi teollisuudessa niiden fysikaalisten tai kemiallisten ominaisuuksien vuoksi. Tunturi-Lapin vaihteleva ja monipuolinen kallioperä omaa suuren teollisuusmineraalipotentiaalin. Kuitenkin tutkimuksiin ja etsintään käytetyt resurssit ovat aina olleet metallisten malmien vastaaviin verrattuna pieniä, joten alueen teollisuusmineraalivarannot ovat suurelta osin selvittämättä.

Monet teollisuusmineraalit ovat hinnaltaan metalleja alhaisempia, jolloin niiden hyödyntämisen kannattavuus on riippuvaisempi esiintymän sijainnista ja kulkuyhteyksistä. Toisaalta tietyt teollisuusmineraalit, kuten eräät harvinaiset alkuaineet sekä timantit, ovat tunnetuista maankamaran aineksista kaikkein arvokkaimpia. Lähes koko Tunturi-Lapin alue onkin nykykäsityksen mukaan potentiaalista timanttien esiintymisaluetta.

Tunturi-Lapin alueelle syntynyttä ja lähivuosina todennäköisesti lisääntyvää, alueen eteläosiin painottuvaa kaivosteollisuutta silmällä pitäen on alueen karbonaattikivivarantoihin syytä kiinnittää erityishuomiota. Karbonaattikiviä käytetään kaivosteollisuudessa suuria määriä erilaisissa ympäristösovelluksissa niiden mineraalien neutralointi- ja puskurointikyvyn ansiosta. Karbonaattimineraaleja tarvitaan ainakin jätekivialueiden ja rikastushiekka-altaiden vesien neutralointiin, mutta mahdollisesti myös varsinaisessa malmin rikastuksessa osana rikastusprosessia.

Karbonaattikivivarantojen selvittämiseksi on olemassa tarvetta lisätutkimuksiin. Potentiaaliset ja tiedossa olevat karbonaattikiven esiintymisalueet sijaitsevat yleensä lähellä tunnettuja malmialueita. Yksittäisistä esiintymistä ja vyöhykkeistä mainittakoon Kolarin Äkäsjokisuun kalkkikivialue ja entinen kaivos sekä Kittilän kromimarmorivyöhyke, joka on mielenkiintoinen myös kullan esiintymisalueena ja rakennuskivenä. Kolarin kalkkikivestä on tietoa jäljempänä, kromimarmorista on kerrottu myös rakennuskiviosiossa.

Seuraavassa tarkastelussa esitetään kunnittain sellaiset GTK:n arkistoissa ja tietolähteissä olevat teollisuusmineraaliesiintymät, joista on joko riittävästi tutkimustietoa esiintymän mineraalivarannon arvioimiseksi tai joita on hyödynnetty taloudellisesti ja joiden tuotannosta on siten saatavissa

numerotietoa. Lisäksi esitetään lyhyt arvio kuntien kallioperän teollisuusmineraalipotentiaalista. Liitekartalla 14 on esitetty kuvauksessa mainitut teollisuusmineraaliesiintymät ja -havainnot tunnuksella T + numero.

Enontekiö

Tunnetut esiintymät

Enontekiön alueelta ei ole tiedossa esiintymiä, joiden mineraalivaranto olisi arvioitu.

Mahdollisuudet

Sarvisoivin (T1) ympäristön ultraemäksisistä kivistä on malmitutkimusten yhteydessä tavattu talkkipitoisia muuttumisvyöhykkeitä eli nk. vuolukiviä. Kelottijärven eteläpuolisella Palovaaralla (T2) esiintyy puolestaan dolomiittisia karbonaattikiviä.
Vuosina 1984—1986 tutki GTK Vuopiovaaran (T3) sillimaniittiesiintymää, joka osoittautui sekä kooltaan että pitoisuuksiltaan riittämättömäksi.

Kittilä

Tunnetut esiintymät

Kittilän alueelta ei ole tiedossa esiintymiä, joiden mineraalivaranto olisi arvioitu.

Mahdollisuudet

Kittilän vihreäkivijaksolla kunnan keskiosassa on runsaasti havaintoja karbonaattikivistä. Kirkonkylän koillispuoleisella vyöhykkeellä esiintyy rakennuskivenä hyvin tunnettua, ja myös kullan suhteen mielenkiintoiseksi osoittautunutta vihreää kromimarmoria, jonka sisältämällä karbonaatilla saattaa olla käyttöä myös teollisuusmineraalina. Tunnettuja kromimarmoripaikkoja ovat mm. Kaltioselkä (T4), Sinermänpalo (T5), Siitonen (T6), Soretialehto (T7) ja Sotkajärvi (T8).

Tämän vyöhykkeen itäpuolella esiintyy ultraemäksisten kivien muuttumistuloksena syntyneitä talkkipitoisia vuolukiviä, mm. Hukkakerolla (T9) ja Tarpomapäällä (T10). Edelleen sama vyöhyke on myös tunnettua korukivien esiintymisaluetta. Hematiitin kauniin punaiseksi värjäämää kvartsiittia eli jaspiskvartsiittia on louhittu pieniä määriä Kapsajoelta (T11), Haurespäältä (T12) ja Vuossavaaralta (T13). Paaraskallasta (T14) on tavattu korundia, safiriinia ja kornerupiinia.

Kolari

Tunnetut esiintymät

Pohjois-Suomen merkittävin kalkkikiviesiintymä on Kolarin Äkäsjokisuun (T15) louhos, josta Partek Oy on louhinut kalkkikiveä sementin raaka-aineeksi. Vuosina 1968—1989 louhittiin yhteensä 4,5 miljoonaa tonnia kalkkikiveä hyödynnettäväksi louhoksen yhteydessä olevalla tehtaalla (Puustinen 2003). Äkäsjokisuun kalkkikivivarannoista ei ole tehty määräarvioita, mutta varannot kaiken kaikkiaan ovat erittäin huomattavat ja niistä on hyödynnetty vain murto-osa. Sementin lisäaineeksi tarvittavaa alumiinia saatiin louhimalla alumiinipitoista liuskekiveä Piilolassa (T16), jossa kokonaislouhinta toiminta-aikana vuosina 1982—1989 oli noin 170 000 tonnia.

Muonio

Tunnetut esiintymät

Muonion alueelta ei ole tiedossa esiintymiä, joiden mineraalivaranto olisi arvioitu.

Mahdollisuudet

Kaupinvuoman (T17) kaoliiniesiintymä löydettiin Rautaruukki Oy:n kuparinetsinnän yhteydessä vuonna 1980. Kaoliini esiintyy 10—70 metrin paksuisena kerroksena noin 1000 m pitkässä ja 20—70 m leveässä siirrosvyöhykkeessä. Osa esiintymän kaoliinista on hyvälaatuista ja kelpaa paperin täyteaineeksi ja jopa pinnoitteeksi, mutta sen määrä on liian pieni hyödynnettäväksi (Pekkala &

Sarapää, 1988). Muonion kunnan eteläisin nurkka Kolarin rajalla ulottuu edellä kuvatulle Äkäsjokisuun kalkkialueelle.

3.6 SUO- JA TURVEVARAT (Matti Maunu)

Tutkimustilanne

Tunturi-Lapin maakuntakaava-alueen turvetutkimukset ovat keskittyneet lähinnä Kolarin ja Kittilän alueille, sillä Enontekiöllä ja Muoniossa ei nykymuotoisia turvetutkimuksia ole juuri suoritettu. Tämä johtuu pääosin siitä, ettei alueella ole ollut voimakasta tarvetta hyödyntää paikallisia turvevaroja. Turpeen hyödyntäminen on ollut energiaturpeen tuotantoa Kolarissa ja sekin turve on viety maakuntakaava-alueen ulkopuolelle. Koko alueen ns. "geologisista soista", joilta edellytetään yli 20 ha:n kokoa ja yli 30 cm:n turvekerrosta on tähän mennessä tutkittu vain n. 13%. Alueen geologisten soiden pinta-ala on yhteensä 510 526 ha. Vanhemmilla tutkimusmenetelmillä tutkimuksia on tehty myös Enontekiöllä ja Muoniossa, mutta niitä ei ole laskettu tutkimusalaan mukaan.

Turpeen käyttö

Turvetta on käytetty Tunturi-Lapissa energian lähteenä erittäin vähäisissä määrin Kolarissa ja Kittilässä. Tuotettu turve on lähes täysin kuljetettu alueen ulkopuolelle. Turvetuotannon kansantaloudellinen merkitys alueella ei ole kovin merkittävä.

Turpeen käytön haitoista merkittävimmillä turvetuotannon vesistövaikutuksilla, energiatuotannon ilmansaasteilla ja kasvihuoneilmiöön vaikuttavilla päästöillä ei käytön vähäisyydestä johtuen ole suurta merkitystä tällä hetkellä.

Turpeenkäytön seurauksena suoalueet vapautuvat vähitellen tuotannosta ja alueille on suunniteltava uusiokäyttö. Koska tuotantoalueet ovat suhteellisen vähäisiä on suunnittelutarve vähäistä. Yleensä turvetuotannosta vapautuvat alueet metsitetään.

Turvevarat

Tunturi-Lapin maakuntakaava-alueen yli 20 ha:n suuruisten soiden pinta-ala on yhteensä noin 510 520 ha. Niiden arvioitu kokonaisturvemäärä on n. 6500 milj. m3. Eniten soita on Kittilässä (taulukko 6, liitekartat 15-18).

Tunturi-Lapin tutkitut turvevarat ovat yhteensä noin 900 milj.m3 in situ ja tunnetut käyttökelpoiset turvevarat yht. 299 milj. m3 (taulukko 7). Mahdolliset käyttökelpoiset turvevarat ovat yhteensä n. 1960 milj. m3. in situ. Laskelmissa ei ole huomioitu jo käytössä olevia turvevaroja, eikä myöskään huomattavia suojeluvarauksia ole jätetty pois käyttökelpoisia turvevaroja arvioitaessa. Enontekiön luku on todella potentiaalinen, koska turvetuotanto ei esim. ilmastollisista syistä tule olemaan mahdollista.

Soiden suojelu

Tunturi-Lapin jokaisessa kunnassa on runsaasti erilaissa suojeluasteissa olevia suojelualueita. Koska soita ja niiden turvekerrostumia on tutkittu energiaturvetuotantoon soveltuvia soita, on tietämys suojelusoiden geologiasta puutteellista.

Taulukko 7. Tunturi-Lapin suoalat kunnittain.

Kunta	Suoala ha	Tutkitut suot ha	Tutkittu%
Enontekiö	126970	1629	1
Kittilä	273091	38985	14
Kolari	82680	24716	30
Muonio	27785	0	0

Taulukko 8. Tunturi-Lapin tunnetut turvevarat kunnittain (liitekartat 15-18).

Kunta	Tunnetut (milj. m^3) Tuotantokelpoinen	Kok. määrä	Mahdolliset käyttökelpoiset (milj. m^3)
Enontekiö	0	23	487
Kittilä	188	549	1048
Kolari	111	330	317
Muonio	0	0	107

3.7 GEOLOGISET TIEDOT METSÄTALOUDEN AVUKSI (Jari Nenonen, Kristina Lehtinen)

Maaperän laatu vaikuttaa oleellisesti metsän kasvun kahteen tärkeään ominaisuuteen, ravinneisuuteen ja vesitalouteen. Metsämaittemme tärkein kasvupohjamaa on moreeni. Viimeaikaisten maaperäkartoitusten ja tutkimusten mukaan maamme tärkeillä metsätalousalueilla on hiekkamoreenin lisäksi myös hienoainesmoreenia, joka poikkeaa ominaisuuksiltaan oleellisesti hiekkamoreenista, Hienojen lajitteiden ja varsinkin saven suuri määrä hienoainesmoreenissa tekee siitä huonosti vettä läpäisevän, routivan ja kuivana kovan. Ongelma-alueiden tuntemus auttaisi päätehakkuun jälkeisessä metsämaan käsittelytapojen ja metsänuudistamistapojen sekä taimien valinnassa. Metsäsuunnittelussa on tärkeää olla selvillä myös monet muut kunkin suunnitelma-alueen maaperägeologiset ominaisuudet. Suunnittelussa ja ennen toimenpiteisiin ryhtymistä on hyvä tuntea jääkauden jälkeisten vesistövaiheiden ylimmät rantatasot ja niiden ala- ja yläpuolisten

alueiden väliset erot maaperän kasvuominaisuuksissa, sillä ylimmän rantatason alapuolelta voi löytyä moreenia peittäviä ohuita, ravinteita sitovia sedimenttikerrostumia.

Geologisen tutkimuksen hyödyt metsätaloudelle.

Maaperäkartat

Maaperän peruskarttoja (1:20 000/ 1: 50 000) on Tunturi-Lapin alueelta saatavissa liitteen 4 osoittamilta alueilta. Metsätalouden erityistarpeita varten, esim. ongelmallisille metsänkasvualueille, tehdään tilauksesta yksityiskohtaista maaperäkarttaa mittakaavassa 1:10 000. Siinä esim. maalajikuvioiden pienin kuvattava koko on 0,5 ha kuten metsäsuunnitelmissakin. Tässä karttatyypissä kasvukerrokseksi luettava pintamaa kuvataan erityisen tarkasti. Periaatteellisimmat erot metsäsuunnittelua palvelevan 1:10 000 maaperäkartan ja maaperän peruskartan (1:20 000) välillä ovat mittakaava, maalajien kuviokoko ja kaksoismaalajien kuvaustapa.

Kartan hyödyt

Maaperäkarttaa voidaan hyödyntää välillisesti metsänuudistamisen ja – hoidon yhteydessä. Maaperäkarttojen maalajitiedot antavat yleisen kuvan alueen maalajien jakautumisesta; savikkojen ja hienoainesalueiden, suoalueiden, moreenimaiden sekä lajittuneiden maalajien muodostamien alueiden kuten hiekkakankaiden sijainnin. Tiedot auttavat maanmuokkauksen sekä metsäojituksen ja tienrakennuksen suunnittelussa. Samoin kartoilta löytyy tietoa suoalueiden ravinteisuudesta sekä mineraalimaita ohuina kerroksina peittävistä turpeista. Maaperäkartoilta löytyy myös metsäteiden rakentamisessa käyttökelpoiset maa-ainekset kuten hiekkamoreeni, sora ja hiekka.

Metsänhoidollisesti tärkein maankamaratyyppi moreenimaaperä on ongelmallista, kun alueella on hienoainesmoreeneita. Puulajivalintavaikeuksien lisäksi hienoainesmoreenialueilla myös vesiensuojelutoimenpiteiden toteutus vaatii tarkkaa ja huolellista suunnittelua. Yleisesti voidaan sanoa, että moreeni silloin, kun se sisältää runsaasti savea ja hienoaineista on tällöin huonosti vettäläpäisevää ja lähes kelvotonta hyvälaatuisen männyn kasvatukselle. Toisaalta moreeni silloin,

kun se on vähäsavista ja – hienoainespitoista sekä tällöin suhteellisen hyvin vettäjohtavaa erittäin hyvä maalaji männyn kasvatukselle. Maaperä laadun lisäksi topografia vaikuttaa metsämaan vesitalouteen, joka on toinen tärkeä puun kasvuun vaikuttava tekijä.

Maaperän peruskartta 1:20 000 ei suoraan sovellu metsänsuunnitelmien pohjaksi. Ongelman aiheuttaa esimerkiksi se, ettei maaperäkartassa moreeneja ei luokitella raekokojakaumansa mukaan karkeaan, hiekkaiseen tai hienoainesmoreeniin. Maaperän peruskartalta on kuitenkin saatavissa alustavaa tietoa kartta-alueen olevista moreenilajeista, kaksoismaalajien yleisyydestä, maalajikuvioiden rikkonaisuudesta jne. Maaperän peruskartassa on usein lisäksi mukana maaperäkartan selitys, jossa kuvataan kyseisen alueen maaperän erityispiirteitä. Nämä auttavat arvioimaan suunniteltavan metsätalousalueen maaperää ja suunnitelmissa huomioitavia alueellisia erityisseikkoja. Kuitenkin erityisesti maaperältään vaihtelevilla alueilla maaperä peruskarttaa mittakaavaltaan yksityiskohtaisempi kartta ja nimenomaan metsäsuunnittelua varten tehty kartoitus vastaisi parhaiten juuri metsäsuunnittelun tarpeita. Myös pienet maaperälliset erikoisuudet tulevat huomioiduksi, kun ne on erikseen kartoitettu.

Maaperäkarttatilanne Tunturi-Lapin alueella metsätalouden kannalta

Tunturi-Lapin maaperäkartoitustilanne on metsätalouden ja metsäsuunnitellun kannalta on melko heikko. Kartoitustyö on tehty 1:20 000 lähinnä taajamien ja tunturikeskusten alueilta maakuntakaava-alueen keskiosista (liitekartta 4).

Moreenien vesitalous ja puulajikoostumus Lapissa (Maarit Middleton, Raimo Sutinen)

Moreenit muodostavat yli 70 % Lapin kivennäismaista. Moreenien hydrauliset ominaisuudet (vesipitoisuus, vedenpidätyskyky ja hydraulinen johtavuus) primaaristi riippuvat sekä raekoostumuksesta että rakenteesta (Hänninen 1997), mutta olemassa olevaa ja raesuuruusanalyyseihin perustuvaa moreeniaineistoa voidaan soveltaa hydraulisten ominaisuuksien estimointiin korkeintaan mittakaavassa 1:1 milj. (Hänninen ym. 2000). Metsätalous käyttää suunnittelussaan yhtenä kuvioattribuuttina luokkia sora-, hiekka- ja hienoainesmoreeni

(Metsähallituksen PATI/SUTI-GIS; Metsäkeskuksen Luotsi-GIS). Kuitenkin, moreenien fysikaalisten ominaisuuksien spatiaalisesta vaihtelusta johtuen juuristovyöhykkeen vesipitoisuus vaihtelee kuvioiden sisällä voimakkaasti, josta johtuen puulajivalintaan on syytä kiinnittää huomiota jo suunnitteluvaiheessa (Sutinen ym. 2002a).

Mäntyä on suosittu uudistamisessa kuusta ja koivua paremman tuotoksen takia 50-luvulta lähtien Lapissa. Uudistaminen/ uudistuminen on yleensä onnistunut luontaisesti mäntyvaltaisella Keski-Lapin graniittialueella. Viljelyongelmia on sen sijaan esiintynyt luontaisesti kuusivaltaisessa Keski-Lapin vihreäkivivyöhykkeessä Sodankylästä Kittilään ja Muonioon, jossa erityisen vaikeiksi on koettu ns. HM-tyypin kuusikot. Puulajit seuraavat moreenikasvupaikkojen vesitaloutta siten, että mänty ei luontaisesti esiinny eikä sen uudistaminen ole onnistunut paikoilla, joissa kasvukauden aikainen vesipitoisuus on suurempi kuin 27 % (Sutinen ym. 2002a). Hyvin vettä läpäisevät kuivat moreenit ovat myös rauduskoivun kasvupaikkoja. Tuoreella ja huonosti vettä läpäisevällä moreenikasvupaikalla kuusi, hieskoivu, haapa ja raita ovat yleisiä mutta puulajidiversiteetti vähenee vesipitoisuusgradientin alku- ja loppupäissä (Sutinen ym. 202b). Metsänuudistamisen suunnittelun kannalta onkin tärkeää pystyä luokittelemaan moreenikasvupaikat siten, että männyn uudistamiseen soveltumattomat kohteet voitaisiin tunnistaan.

Moreenien dielektrisiin (Hänninen 1997, Sutinen ym. 2002a), radiometriseen (Hyvönen ym. 2003) ja optiseen (Middleton ym. 2004) ominaisuuksien perustuvat menetelmät ovat osoittautuneet tehokkaiksi sekä uudistusalakohtaisissa että alueellisessa moreenien vesipitoisuus kartoituksessa. Alueellisessa mittakaavassa tapahtuvan metsäsuunnittelun pohjaksi voidaan käyttää radiometriseen matalalentomittausaineistoon ja sen luokittelun pohjaksi tehtävään dielektriseen maastomittaukseen perustuvaa menetelmään (Hyvönen ym. 2003). Moreenien vesipitoisuus voidaan kuviotasolla selvittää dielektrisesti, esim. TDR, kapasitanssi ja/tai RSAD menetelmillä (Hänninen 1997; Sutinen ym. 2002 a; 2002b) Digitaalisia vääräväri-ilmakuvia voidaan luokitella maaperän kosteuskartoiksi muokatuilla avohakkuualueilla dielektrisen maastoreferoinnin avulla (Middleton ym. 2004). Sähköisillä, radiometrisillä ja optisilla menetelmillä kartoitettua moreenitietoa voidaan soveltaa metsätalouden lisäksi myös muussa maankäytön suunnittelussa, esim. routivuus- ja kantavuustutkimuksissa.

3.8 MAAPOHJAN RAKENNETTAVUUS (Peter Johansson, Kristina Lehtinen)

Tiedot maa- ja kallioperästä ovat tärkeitä yhdyskuntasuunnittelun pohja-aineistona. Näitä tietoja voidaan hyödyntää maa- ja metsätaloudessa, rakentamisessa, maa-aines ja pohjavesihuollossa sekä matkailu- ja virkistysalalla. Metsätalous voi hyödyntää tietoja puuston inventoinnissa, kasvupaikkaluokittelussa, puun korjuun ja kuljetuksen suunnittelussa, metsänhoidon ja metsänparannustoimenpiteiden sekä metsien monikäytön suunnittelussa. Maa- ja kallioperän ominaisuudet määrittävät rakennuspohjan ja näiden ominaisuuksien tunteminen on edellytys onnistuneen rakennusprojektin läpiviemiseksi. Tiedot kalliopinnan syvyydestä, kallion rikkonaisuudesta ja maaperän laadusta ja ominaisuuksista kuten vedenläpäisyvyydestä sekä pohjaveden pinnan syvyydestä tuleekin selvittää jo projektin alkuvaiheessa. Maarakentamisessa, esim. teiden ja patojen rakentamisessa tarvitaan tietyt laatuvaatimukset täyttävää maa-ainesta. GTK:n tekemiä maaperäkarttoja ja tutkimuksia sekä näiden yhteydessä tuotettua numeerista maaperäkartoitusaineistoa voidaan käyttää suunnittelun pohjana.

Tunturi-Lapin maakuntakaava-aluella käytettävissä olevat maaperäkartat on esitetty liitteissä 3-5. Suurimittakaavaisin, koko alueen kattava maaperäkartta on mittakaavassa 1:1 000 000. Alueelta on myös maaperäkartta mittakaavassa 1:400 000. Tämä kartta soveltuu yleissuunnitteluun ja antaa yleispiirteisien kuvan maalajien jakautumisesta, maaperän rakenteesta sekä alueen maaperämuodostumista, kuten turvealueista, jokihietikoista, harjuista ja kumpumoreeneista.

Parhaiten alueen maankäytön suunnittelun pohjaksi soveltuu 1:20 000 mittakaavainen maaperäkartta, joka on GTK:n kartoitusaineistosta tehty tarkin maaperäkarttatyyppi. Tätä yksityiskohtaisempia maaperäkarttoja voidaan tehdä erillisen tilauksen mukaisesti tarvelähtöisesti. Kartoituksen pohjana käytetään 1:10 000 mittakaavaisia pohjakarttoja sekä oikaistuja ilmakuvia, joita tulkitsemalla suunnitellaan maastotarkastukset, maaperäkairaukset ja –luotaukset sekä näytteenotto. Tarvittaessa maalajimääritykset varmistetaan laboratoriossa tehtävillä rakeisuus- ja humusmäärityksillä. Maaperäkartta kuvaa maalajien jakautumista metrin syvyydelle maanpinnasta. Kalliot, maalajikuviot sekä vesistötiedot ovat aluetietoina. Pienet maaperämuodot kuten

muinaisrannat ja dyynit ovat viivatietoina, Kairaus ja luotaus- sekä eräät maaperän erikoismuodostumat ovat pistetietoina. Pienimpien kuvioiden ohjeellinen koko on kaksi hehtaaria ja kuviorajan tarkkuus noin viisi metriä.

Numeerista kartta-aineistoa pidetään yllä ArcGIS-järjestelmällä. Vuoden 1989 jälkeen tehtyjä karttalehtiä ei enää paineta kuin erityistapauksessa. Digitoiduista aineistoista tehdään painettua karttaa muistuttava tulosteita ja tarvittaessa erilaisia teemakarttoja. Pohjakarttana on maanmittauslaitoksen julkaisema maastotietokanta tai peruskartta.

Tunturi-Lapin maakuntakaavan alueelta on tehty neljä 1:20 000 mittakaavaista maaperäkarttaa ja kuusi 1:50 000 mittakaavaista maaperäkarttaa. Lisäksi on kaksi 1:50 000 mittakaavaista geologista retkeilykartta Pallas-Ylläskansallispuistosta; Ounas-Pallastunturi, alueen pohjoisosasta ja Ylläs-Levi, alueen eteläosasta käsittäen myös Levin alueen. Täydentävää maaperätietoa, kuten kairauksista saatuja maalaji- ja maapeitteen paksuustietoja on myös kartoittamattomilta alueilta.1:20 000 mittakaavaisen maaperäkartan aineistoista voidaan laatia yleispiirteisiä rakennettavuuskarttoja, jotka soveltuvat yleiskaavoitukseen sekä maankäytön suunnitteluun. Maaperäkartan maalajikuvioiden sekä kartalla ja GTK:n arkistossa olevien pistekohtaisten maaperätietojen avulla maaperä on mahdollista luokitella uudelleen esimerkiksi rakennettavuuden, vedenläpäisevyyden tai imeytyvyyden mukaan. Luokittelu tehdään GIS-ohjelmistoa käyttäen avuksi alueen kartoitusta johtaneen geologin tutkimustuloksia.

Rakennettavuuskartoissa maaperä voidaan jakaa kolmeen luokkaan: hyvä, keskinkertainen ja huono. Luokittelu perustuu pääasiassa maalajien routivuuteen ja kantavuuteen, joihin vaikuttavat maalajin raekoko ja vesipitoisuus. Lisäkasi huomioidaan alueen pinnanmuodostus, lohkareisuus sekä maaston kosteus. Rakennettavuudeltaan hyvä maaperä on kantavaa ja routimatonta. Vaikka kallioalueet täyttävät nämä perusteet, niiden rakennettavuus poikkeaa ne täysin maaperän ominaisuuksista. Kallioalueiden kaivu- ja louhintakustannukset ovat suuremmat kuin maaperän. Tästä johtuen kalliot ja ohuen, yleensä alle metrin paksuisen maapeitteen peittämät kallioalueet kuvataan omiksi kuvioikseen. Rakennettavuudeltaan keskinkertainen maaperä on kohtalaisen kantavaa ja vain vähän tai kohtalaisesti routivaa. Myös jokin paikallinen erityispiirre kuten runsas lohkareisuus tai jyrkät rinteet saattavat alentaa rakennettavuudeltaan muuten hyvän tai keskinkertaisen maaperän

rakennettavuusluokkaa. Rakennettavuudeltaan huonolle maaperälle on tyypillistä huonosti kantavat tai voimakkaasti routivat maalajit, jotka ovat usein hienorakeisia ja löyhään pakkautuneita kivennäismaalajeja ja eloperäisiä kerrostumia. Rakennettavuudeltaan huonoja ovat myös maaperää peittävät kivikot ja lohkareikot, joiden kohdalla kaivuvaikeudet aiheuttavat lisäkustannuksia.

3.9 GEOLOGISTEN YMPÄRISTÖVAHVUUKSIEN JA RISKIEN TUNNISTAMINEN (Kristina Lehtinen)

Yleistä

Geologisten ympäristövahvuuksien ja –riskien tuntemus auttaa ja ohjaa yhteiskunnan toimintojen sijoittamisen suunnittelua. Tuntemalla luontaiset maa- ja kallioperästä aiheutuvat riskitekijät jo suunnitteluvaiheessa voidaan toiminnot ohjata tai esimerkiksi rakennukset sijoittaa riskittömille alueille. Mikäli riskialueiden välttäminen on mahdotonta, osataan toiminnot suorittaa tarpeellisia varotoimenpiteitä noudattaen. Riskialueilla toimiminen edellyttää tarkan geologisen tiedon ko. alueesta. Yleisesti voidaan sanoa, että geologiset riskitekijät eivät yleensä itsessään aiheuta haittaa, vaan ovat osa luonnonympäristöä. Joissain tapauksissa riskialueilla tehdyt toimenpiteet kuten maa- ja kallioaineksen tai pohjaveden otto saattavat kuitenkin aiheuttaa ympäristölle vahingollisen reaktioketjun. Tällaisten ympäristövahinkojen korjaaminen on aina vaikeaa, aikaa vievää ja kallista.

Geologiset ympäristövahvuudet ja – riskit ovat peräisin maamme vanhasta ja vaihtelevasta kallioperästämme. Kivilajikoostumukseltaan vaihteleva kallioperämme sisältää useita erilaisia kemiallisia alkuaineita ja aineyhdistelmiä. Tietyissä olosuhteissa, kuten esimerkiksi rapautumisen tuloksena kallioperästä saattavat vapauttaa ympäristöön haitallisia alkuaineita ja yhdisteitä, jotka voivat aiheuttaa haittaa alueen asukkaille, eläimille ja kasveille.

Mustaliuskealueet

Mustaliuskeeksi kutsutaan kiilleliuskeen grafiittipitoista muunnosta. Sille on tyypillistä suuret magneetti- ja rikkikiisupitoisuudet. Mustaliuskeen rapautuessa em. Kiisuista vapautuvat alkuaineet (Fe, S) joutuvat maaperään ja pohjaveteen. Suotuisissa olosuhteissa saattaa rapautumisen tuloksena syntyä rikkihapoke, mikä aiheuttaa vesistöjen ja pohjaveden voimakkaan happamoitumisen. Alueilla missä myös maaperässä oleva mustaliuskelohkareiden määrä on suuri, ympäristövaikutusten riski on korostunut. Mustaliuskealueet liittyvät useimmiten kiilleliuskeisiin.

Kiisupitoisilla mustaliuskealueilla tehdyt harkitsemattomat toimenpiteet saattavat aiheuttaa mm. pohjavesilampien happamoitumista ja alkuaineiden terveydelle haitallisten määrien vapautumista esim. juomaveteen. Riski on suuri esimerkiksi alueilla, jossa on puute maa-aineksista ja soramuodostumien hyödyntämisessä on menty pohjaveden pinnan alapuolelle. Liitteessä 19 on esitetty Tunturi-Lapin kallioperän mustaliuske alueet.

Graniitti- ja granodioriittialueet

Graniittisten kivilajien rapautuessa niiden sisältämästä vähäisestä uraanimäärästä vapautuu terveydelle haitallista radioaktiivista radon-kaasua. Ongelma korostuu alueilla, missä kallioperää peittävät maalajit ovat helposti läpäiseviä (sora ja hiekka). Suunniteltaessa tällaisille alueille rakennuksia on huomioitava riittävä pohjan ja sisäilman tuuletus.

Kaivo- ja lähdevesien pitoisuudet

Taulukoissa 2-5 on esitetty kaivo- ja lähdevesipitoisuudet kunnittain. Pitoisuudet heijastavat maa- ja kallioperän luontaisia pitoisuuksia. Havaintokohteita on paikoin riittämättömästi pitkälle menevien johtopäätösten tekemiseksi. Tarkemman talousvesikartoituksen tekeminen on perusteltua sellaisten kuntien alueella, joissa esiintyy mustaliuskeita ja /tai maaperän kohonneita luontaisia pitoisuuksia.

Tunturi-Lapin maaperäalueet, joilla luonnon kemialliset taustapitoisuudet ovat koholla

Maaperän kemiallisia pitoisuuksia on selvitetty GTK:ssa lähinnä malminetsinnän tarpeisiin. Tämä tieto on käyttökelpoista myös, kun halutaan taustatietoa ympäristöasioista ja suunniteltaessa elinkeinoelämän sekä eri toimintojen sijoittamista eri alueille. Maaperän kemialliset taustapitoisuudet kuvastavat kallioperän kemiallista koostumusta. Tässä selvityksessä on käytettyjen näytteiden näytetiheys 1 näyte / 4 km^2 ja näytesyvyys 1-2 metriä.

Tyypillisin näytemaalaji on moreeni. Näytteen kemialliset pitoisuudet on analysoitu ns. totaaliuutolla (kuningasvesiuutto). Normaaleihin luonnonolosuhteisiin verrattuna tämä menetelmä antaa liian huonon kuvan maaperän kemiallisista pitoisuuksista. Totaaliuutto menetelmällä ei voida erottaa niitä yhdisteitä, jotka ovat helposti liukenevia sellaisista yhdisteistä, jotka ovat vaikeasti liukenevia luonnonolosuhteissa. Liitteessä 20 kartassa on esitetty ne alueet, joilla on perusteltua tehdä tarkempia selvityksiä maaperän kemiallisen taustapitoisuuksien yksilöimiseksi, Liitteen 20 ja SAMASE –ohjearvoja käytetään saastuneiden maa-alueiden tutkimuksissa (Puolanne et.al.1994).

Alueella olevat ympäristöään korkeammat maaperän alkuainepitoisuudet sijoittuvat kallioperäalueille, joilla on ominaista mm. korkeat rikki – ja magneettikiisu sekä kromi, nikkeli ja kuparipitoisuudet. Tällaisia alueita ovat mm. liitekartan 19 kuvaamat mustaliuskealueet sekä niihin liittyvien vulkaniittien muodostamat kallioalueet. Maaperän kohonneet pitoisuudet muodostavat selkeän keskittymiä Kittilän malmikriittisille alueille. Lisäksi esimerkiksi Enontekiön kunnassa kohonneet taustapitoisuudet D ja C provinssien rajalla (liite 11) liittyvät nuorempien kaledonidisten liuskeiden geologiaan.

Mahdolliset tutkimustarpeet

Tunturi-Lapin maakuntakaava-alueella alueet, joilla maaperän kemialliset alkuainepitoisuudet ovat luontaisesti koholla keskittyvät voimakkaasti Kittilän kunnan alueelle. Näillä alueilla esiintyy mustaliuskeita ja ne ovat, myös malmikriittistä Keski-Lapin vihreäkivialuetta. Näillä alueiden vaikutuspiirissä ovat mm. myös Kittilä, Sirkka ja Levin matkailukeskus. Mikäli voimakasta

rakentamista ja pohjavesihuoltoa keskitetään alueille, joilla luontaiset kemialliset taustapitoisuudet ovat korkealla ja ihmisen toiminta voi käynnistää ei toivottuja prosesseja, saattaa geologinen riskikartoitus olla paikallaan, jotta voidaan varautua mahdollisiin haittoihin.

4. MATKAILUVYÖHYKKEIDEN KEHITTÄMINEN

4.1 Geologisen tiedon hyödyntäminen luontomatkailussa (Jukka Räisänen, Kristina Lehtinen)

Yleistä

Luonnonympäristön vetovoimaan ja siellä toteutettaviin aktiviteetteihin perustuva luontomatkailu on yksi nopeimmin kasvavista matkailun osa-alueista maailmassa. Suomessa vuosittainen kasvu on noin kahdeksan prosenttia ja se näkyy erityisesti maan itä- ja pohjoisosissa, missä kiinnostus vaellukseen, retkeilyyn ja luonnon kokemiseen lisääntyy kokoajan. Pohjoinen arktinen luonto ja erämaat ovat myös Suomeen tuleville ulkomaisille yksi tärkeimmistä matkakohteen valintaan vaikuttavista syistä.

Geologiset muodostumat kuten tunturit, kurut ja harjut luovat pohjan alueen maisemalle. Kultakin alueelta on löydettävissä omat geologiset erityispiirteensä. Näitä erityispiirteitä voidaan hyödyntää myös matkailullisesti.

Perinteisesti luontoa on esitelty alueen kasviston ja eläimistön kautta. Geologia on usein mielletty liian vaikeaksi tai mielenkiinnottomaksi aiheeksi. Kuitenkin se muodostaa pohjan elolliselle luonnolle ja osaltaan määrittää millaista elämää alueella esiintyy. Yhdistämällä geologinen ja biologinen tieto saadaan kattava kokonaisuus alueen luonnosta ja voidaan tarjota matkailijalle täysipainoinen luontokokemus.

Pohjana geologian hyödyntämiselle on alueen geologian tuntemus. Geologinen tutkimustieto on jalostettava populaariin muotoon, jotta se olisi käyttökelpoista ja helposti sovellettavissa

matkailulliseen käyttöön. Alueen geologisten muodostumien matkailullinen hyödyntäminen edellyttää lisäksi tuotteistamista. Geologiaa voidaan tuotteistaa esimerkiksi rakentamalla teemapolkuja, ohjelmapalveluyritysten tarjoamia opastettuja retkiä, erityiset yksittäiset kohteet, joilla on omat opasteet, kivipihat, näyttelyt, järjestämällä aiheeseen liittyviä teemailtoja, tekemällä esitteitä ja karttoja ym.

Geologisen tiedon hyödyntämiseen liittyviä näkökohtia

Alueen geologiset mahdollisuudet voidaan hyödyntää parhaiten yhdistämällä geologinen tarjonta kokonaisuudeksi. Matkailukeskukseen sijoittuva yleisnäyttely antaa alueen perustiedot, jotka auttavat yksittäisten geologisten maastokohteiden ymmärtämisessä ja auttavat matkailuyrittäjiä liittämään ne omaan ohjelmatarjontaansa ymmärrettäväksi kokonaisuudeksi. Geologinen teemapolku syventää kokonaiskuvaa. Geologian huomioiminen luontopolkuja tehdessä tai täydennettäessä voi antaa matkailijalle uuden näkökulman alueeseen.

Geologisilla muodostumilla on myös kulttuurillista merkitystä. Kurut, solat ym. Ovat kautta aikojen olleet vanhoja kulkureittejä ja asutus on usein keskittynyt ruhje- ja laaksovyöhykkeisiin syntyneiden vesireittien varteen. Myös arkeologia ja geologia voidaan yhdistää. Muinaiset asuinpaikat sijaitseva usein mannerjään perääntymistä seuranneiden järvi- ja merivaiheiden synnyttämillä muinaisrannoilla ja jäätikön sulamisvesitoiminnan synnyttämien harjujen tuntumassa. Uhripaikat ja seidat ovat myös usein geologisia muodostumia. Kulttuuriin ja geologiaan liittyviä tietoja ja tarinoita yhdistämällä saadaan matkailullisesti mielenkiintoisia toisiaan tukevia kokonaisuuksia.

Geologiseen ympäristöön tutustuminen saattaa aiheuttaa ongelmia, sillä muodostumien mittakaava voi olla useita kymmeniä kilometrejä. Usein voidaan hyödyntää vain muutama pääkohde ja rakentaa geologinen tarina näiden varaan. Erityyppisten aktiviteettien kuten melonnan, maastopyöräilyn tai vaikka kuumailmapalloretkien yhdistäminen geomatkailuun mahdollistaa laajempien kokonaisuuksien tarkkailun ja antaa uuden ulottuvuuden molempiin toimintoihin.
Jotkut geologiset kohteet voivat olla itsessään niin vetovoimaisia, että niistä saadaan oma erillinen kohde. Tällainen on esimerkiksi Pakasaivo Kolarissa. Tällä kohteella on myös kulttuurihistoriallisia

kytköksiä, sillä se on tunnettu muinainen palvospaikka. Yksittäiset kohteet voidaan, myös verkottaa liittymään toisiinsa. Usein matkailualueelle tullaan autolla, joten siirtyminen paikasta toiseen käy helposti. Yksittäisistä geologisista kohteista voidaan muodostaa myös ”Road side Geology” –reittejä. Tässä voidaan hyödyntää laajan alueen yksittäisiä kohteita, jotka ovat saavutettavissa autolla. Kohteista voidaan tehdä kartta, jossa kohteet on esitelty ja niillä voi olla myös yksittäisiä omia opastetauluja.

Potentiaaliset luontomatkailualueet

1. Kittilän-Levin alue

Levitunturi on koostumukseltaan hyvin eroosiota kestävää kvartsiittia. Se syntyi noin 2 miljardia vuotta sitten matalaan merenlahteen kerrostuneesta hiekasta. Levi- ja Kätkätunturi kuten muutkin alueen tunturit kuuluvat ns. kumpuryhmän kvartsiittituntureihin. Alue kuuluu Keski-Lapin vihreäkivivyöhykkeeseen, joka on erittäin kultapotentiaalista aluetta. Alueella oli aktiivista tulivuoritoimintaa noin 2 miljardia vuotta sitten ja siitä muistona ovat esim. Tulivuoripuistossa nähtävissä olevat jäännösrakenteet kuten tyynylaavat. Alueen erikoisuutena on myös kaunis punainen korukivi jaspis.

2. Palas-Ylläksen kansallispuisto

Kolarin, Kittilän, Muonion ja Enontekiön kuntien alueella

Muodostaa ainutlaatuisen kokonaisuuden vaihtelevaa geologista luontoa. Kansallispuiston eteläosien (Kolari, Kittilä) kvartsiittitunturit sekä pohjoisosien (Pallas, Muonio, Enontekiö) amfiboliittitunturit, mannerjään synnyttämät moreenimuodostumat, erilaiset jäätikön sulamisvesien synnyttämät kurut ja uomastot ja harjut sekä jääkauden jälkeen syntyneet aapasuot muodostavat vaihtelevan ja luonnonkauniin ympäristön ja mahdollisuudet retkeilyyn.

3. Kolari Kurtakko/Teuravuoman telatie

Kolarin kunnassa oleva 7080 hehtaarin suuruinen Teuravuoma on Suomen suurin suo. Se on kuitenkin vain osa yhtenäisestä yli 35 000 ha lievealueineen peittävästä suoalueesta, josta käytetään nimitystä Suur- Teuravuoma. Luontoarvoiltaan Teuravuoma on erittäin arvokas aapasuo. Historiallinen telatie eli pitkospuureitti Kurtakon, Venejärven ja Teurajärven kylien välille Teuravuomalla on rakennettu uudestaan palvelemaan luonnosta ja erityisesti ainutlaatuisesta suoympäristöstä kiinnostuneita retkeilijöitä.

4. Olos- Särkitunturi-Jerisjärven alue

Alue on laajojen järviensä ja korkeiden tuntureidensa ansiosta maisemallisesti erittäin vaikuttava. Olos- ja Särkitunturit kohoavat merenpinnasta noin puolen kilometriin korkeuteen ja ovat kivilajiltaan kvartsiittia. Tuntureiden lakiosat ovat pääasiassa paljasta kalliota tai rapautumisen seurauksena syntynyttä rakkaa. Sileitä silokallioita esiintyy varsinkin Särkitunturin lakiosissa. Jäätikön reunan perääntymisen jälkeen alueelle syntyi lyhytaikainen jääjärvi. Tämän vaiheen aikainen rantatoiminta näkyy nykyisinkin tuntureiden rinteillä muinaisrantoina. Varsinaisten maaperämuodostumien määrä on alueella vähäinen. Alueen suot ovat yleensä pienehköjä, mutta luonnontilaisuutensa vuoksi ne edustavat varsin hyvin pohjoista aapasuoluontoa.

5. Kilpisjärvi
    - järvi ja suurtunturit

Kilpisjärven alue kuuluu ns. suurtuntureiden alueeseen. Suomen korkeimmat tunturit kuten Saana (1029 m) ja Halti (1328 m) esiintyvät tällä alueella. Suurtunturit ovat syntyneet Skandien vuorenpoimituksen aikaan ja myöhempien siirroksien, maankohoamisen ja eroosion vaikutuksesta korkeussuhteet ovat entisestään voimistuneet. Kilpisjärven kasvillisuus on hyvin omaleimainen. Asiaan vaikuttavat peruskallion päällä olevat ravinnepitoiset emäksiset kivilajit, voimakkaat korkeuserot sekä merellinen ilmasto.

6. Enontekiön erämaa-alueet

Enontekiöllä sijaitsee neljä erämaa-aluetta Käsivarsi, Pulju, Pöyrisjärvi ja Tarvantovaara. Geologisesti alueet ovat erittäin monipuolisia. Luoteisosan (Kilpisjärven alue) nuoren kallioperän alue kuuluu Skandinaviaa halkovaan kölivuoristoon. Jääkauden jäljet näkyvät erämaa-alueilla erilaisina muodostumina kuten kumpumoreenit ja reunamoreenit . Jäätikön sulamisvesien synnyttämiä muotoja ovat harjut, kurut ja muut uomat. Jääkauden jälkeen on syntynyt muun muassa tuulimuodostumia, rakkoja , roudan toiminnan aiheuttamia vuotomaita sekä palsasoita.

5. YHTEENVETO

Tunturi-Lapin maakuntakaavan alue on geologisesti monimuotoinen. Tämä antaa pohjan kehittää alueen elinkeinoelämää ja hyvinvointia myös geologisista lähtökohdista. Tässä raportissa esitettävät tiedot ovat yhteenveto GTK:n vuosikymmenien aikana tekemästä tutkimustyöstä. GTK:n aineistot ovat tärkeä osa ympäristötietosektoria. Niiden ylläpito, kehittäminen ja hyödyntäminen on tärkeää maakunnallisen suunnittelun ja hyvinvoinnin kannalta.

Maapohjan tiedot ja luonnonvarojen tunnetut varantotiedot ovat suunnittelun ja kaavoituksen kannalta ensiarvoisen tärkeitä. GTK:n tuottama aineisto on hyvä lähtökohta tarkasteltaessa asioita maakunnallisessa mittakaavassa. Tarkempaan tulokseen pääseminen edellyttää kohteellisia tutkimuksia.

Kaivoskivennäisten osalta Tunturi-Lapin alue on hyvin malmipotentiaalista aluetta. Kittilässä kultamalmiaiheet ovat erittäin merkittävä raaka-ainevara. Kittilään avattava Suurikuusikon kultakaivos on tästä selkeä osoitus. Myös muita malmiaiheita liittyen mm. kupariin ja rautaan esiintyy alueella. Kolarin ja Muonion kuntien alueilla on mm. rautamalmiaiheita. Kolari onkin tunnettua rautamalmialuetta, jossa on myös harjoitettu kaivostoimintaa. Enontekiön kunnan alueella on taloudellisesti merkittäviä nikkeli-, kupari- ja platinaryhmän kaivoskivennäisviitteitä. Suuri osa Enontekiön kunnan aluetta on kuitenkin eri tasoisesti suojeltu, mikä tekee alueen kaivoskivennäisten mahdollisen taloudellisen hyödyntämisen haasteelliseksi.

Nykyaikaista rakennuskivien jalostusta ei ole Tunturi-Lapin alueella ja järjestelmällistä rakennuskivien etsintää on Tunturi-Lapin maakuntakaava -alueella tehty ainoastaan Kittilässä.

Hiekka- ja soravaratiedot päivitettiin tunnettujen ja helposti saavutettavien maa-ainesten ottoalueiden osalta tämän työn yhteydessä. Selvityksen mukaan Tunturi-Lapin maakuntakaavan alueen hiekka- ja sorakerrostumien pohjavedenpinnan yläpuolinen kokonaismassamäärä on n. 1 853 milj. $m^{3.}$

Energiahuollon ja työllisyyden kannalta tärkeiden suoluonon ja turvevarojen tietoa on alueelta vähän. Suoluontoa on kuitenkin hyödynnetty matkailullisesti menestyksekkäästi Kolarin Teuravuomalla sijaitsevan suoluontoreitin ja siihen liittyvän yritystoiminnan ja ohjelmapalveluiden muodossa. Tunturi-Lapin soista on kartoitettu ja tutkittu vain noin 13%. Turvetta on käytetty energianlähteenä vähän ja tuotettu turve on käytetty alueen ulkopuolella.

Maaperäkartoitustietoa voidaan soveltaa monella eri suunnittelun, kaavoituksen ja rakentamisen osa-alueella. Maaperäkarttatietoa ei kuitenkaan ole saatavilla kaikkialta taajamien ja niiden kasvusuuntien alueilta. Maaperäkartoitusta toteutetaan nykyään tarvelähtöisesti (esim. geologiset retkeilykartat).

Luontomatkailussa geologisia kohteita voidaan hyödyntää ja geologisen näkökulman mukaan ottamisella syventää matkailijan luontokokemusta. Tunturi-Lapin alueella on useita geologisia luontokohteita, joista osa on jo otettu osaksi matkailutarjontaa ja lisäämään alueen vetovoimaa.

Tunturi-Lapin maankamaran luontaiset geologiset riskitekijät ovat yleisesti ottaen vähäisiä ja keskittyvät pääsääntöisesti mustaliuskealuealueille. Ne tulee kuitenkin tunnistaa ja ottaa huomioon alueiden käytön suunnittelussa, jotta voidaan ennaltaehkäistä ja välttää mahdolliset ympäristöriskit.

6. KIRJALLISUUS JA LIITELUETTELO

Britschgi, R. & Gustafsson, J. (toim.) 1996. Suomen luokitellut pohjavesialueet. Suomen ympäristö nro 55. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 378 s.

Hyvönen, E., Pänttäjä, M., Sutinen, M-L, & Sutinen, R.. 2003. Assesing site suitability for Scots pine using airborne and terrestrial gamma-ray measurements in Finnish lapland. Can. J. For. Res. 33:796-806.

Hänninen P. 1997. Dielectric coefficient surveying for overburden classification. Geol. Surv. Finl. Bull. 396.

Hänninen P., Lintinen, P., Lojander, S., ja Sutinen, R.. 2000. suomen maaperän vedenjohtavuus. Vesitalous 6:16-19.

Middleton, M., Teirilä, A., & Sutinen, R.. 2004. response of reflectance of dielectric properties of bare tills. Int. Remote sensing, Vol. 25, No. 3, 627-641.

Puolanne, J, Pyy, O. 1994. Saastuneet maa-alueet ja niiden käsittely Suomessa. Ympäristöministeriö, ympäristönsuojeluosaston muistio 5/1994.

Puustinen, Kauko 2003. Suomen kaivosteollisuus ja mineraalisten raaka-aineiden tuotanto vuosina 1530-2001, historiallinen katsaus erityisesti tuotantolukujen valossa. 578 s. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M 10.1/2003/3.

Pekkala, Y.; Sarapää, O. 1989. Kaolin exploration in Finland. In: Geological Survey of Finland.Current Research 1988. Geological Survey of Finland. Special Paper 10. Espoo: Geologian tutkimuskeskus, 113-118.

Keinänen, Veikko; Vartiainen, Risto 1999. Tutkimustyöselostus Kittilän kunnassa valtausalueella Kaltioselkä 1, kaiv. rn:o 6188/1, suoritetuista malmi- ja rakennuskivitutkimuksista. 6 s., 19 liites. Geological Survey of Finland, Archive report, M 06/2734/99/1/10.

Lehtonen, M. & Rastas, P. & Väänänen, J. 1985. Geological map of Western Lapland, Northern Finland 1 : 200 000.

Lehtonen, M. & Manninen, T. & Rastas, P. & et al. 1984. Geological map of Central Lapland 1 : 200 000.

Pekkala, Yrjö 1972. Selostus Kittilän kromimarmoritutkimuksista v. 1972. 11 s., 16 l. (3 geol. k.) Geological Survey of Finland, Archive report, M19/2734/72/2/84.

Pekkala, Yrjö; Puustinen, Kauko 1978. The chromian marbles of Kittilä, Finnish Lapland. Bulletin of the Geological Society of Finland 50 (1-2), 15-29.

Rask, Markku 1986. Pohjois-Suomen rakennuskiviesiintymät. 42 s. Geological Survey of Finland, Archive report, M10.1/-86/1/86.

Vartiainen, Risto 2002. Keski-Lapin rakennuskiviprojekti 2001. Sodankylän ja Kittilän kunta. 22 s., 3 liites. Geological Survey of Finland, Archive report, M 10.1/2002/2/86.

Vartiainen, Risto 2004. Keski-Lapin rakennuskiviprojekti 2002-2003. Väliraportti vuosien 2002-2003 tutkimuksista. 7 s., 50 liites. Geological Survey of Finland, Archive report, M 10.1/2004/1/86.

Vartiainen, Risto 2005. Keski-Lapin rakennuskiviprojekti 2002-2004. Loppuraportti. 9 s., 33 liites. Geological Survey of Finland, Archive report, M 10.1/2005/1/86.

Saltikoff, B., Pustinen, K. & Tontti, M. 2000. Suomen malmiesiintymät. Geologian tutkimuskeskus, opas 49, 29 s.

Puustinen, Kauko; Saltikoff, Boris; Tontti, Mikko 2000. Suomen malmiesiintymäkartta (Malmförekomstkarta över Finland) (Metallic mineral deposits map of Finland) 1:1 000 000. Geologian tutkimuskeskus, Erikoiskartat.

Sosiaali- ja terveysminiseriö 2000. Päätös talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 19.5.2000. STMp 461/00.

Sosiaali- ja terveysminiseriö 2001. Päätös pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 17.5.2001. STMp 401/01.

Sutinen, R., Teirilä, A., Pänttäjä, M., & Sutinen, M-L. 2002a. Survival of artifically regenerated Scots pine on till soils with respect to varying dielectric properties. Can. J. For. Res. 32:1151-1157.

Sutinen, R., Teirilä, A., Pänttäjä, M., & Sutinen, M-L. 2002b. Distribution and diversity of tree species with respect of soil electrical properties in Finnish Lapland. Can. J. For. Res. 32:1158-1170.

Tietokantoja GTK:n www-sivuilla:

Raporttitietokanta (RAPGEO)
http://www.gtk.fi/geotieto/viitetiedot/Rapgeo.html

Valtausraporttitietokanta (VALRAP)
http://www.gtk.fi/geotieto/viitetiedot/Valtaukset.html

Suomen kultaesiintymät (FINGOLD Database)
http://en.gtk.fi/ExplorationFinland/Commodities/Gold.html

Suomen nikkeliesiintymät (FINNICKEL Database)
http://en.gtk.fi/ExplorationFinland/Commodities/Nickel/

Suomen platina- ja palladiumesiintymät (PGE Database, Northern Finland)
http://en.gtk.fi/ExplorationFinland/Commodities/PGE/

Suomen sinkkiesiintymät (FINZINC Database)
http://en.gtk.fi/ExplorationFinland/Commodities/Zinc.html

Liiteluettelo

Liite 1	Yleiskarttalehtijako 1:100 000
Liite 2	Yleiskarttalehtijako 1:20 000
Liite 3	Maaperäkartat 1:400 000
Liite 4	Maaperäkartat 1:20 000/ 1:50 000
Liite 5	Geologiset retkeilykartat
Liite 6	Kallioperäkartat 1:100 000

Liite 7	Aerofysikaaliset matalalentoaineistot
Liite 8	Harjut
Liite 9	Sora- ja hiekkavarat kunnittain
Liite 10	Kumpumoreenialueet
Liite 11	Kallioperän yleispiirteet ja murskekivien suuralueet
Liite 12	Pohjavesien antoisuus kunnittain
Liite 13	Rakennuskivet
Liite 14	Teollisuusmineraaliesiintymät
Liite 15	Soiden osuus maa-alasta
Liite 16	Kokonaisturvevarat
Liite 17	Käyttökelpoiset turvevarat
Liite 18	Tunnetut turvevarat
Liite 19	Mustaliuskealueet
Liite 20	Alueet joilla maaperän kemialliset taustapitoisuudet ovat koholla
Taulukko 1	Merkittävät malmiaiheet Enontekiöllä, Muoniossa, Kolarissa ja Kittilässä