

Pohjois-Savon ja Joroisten malmi- ja teollisuusmineraalipotentiali; tausta-aineistoa maakuntakaavan päivitykseen

Perttu Mikkola, Panu Lintinen, Henrik Wik, Aleksi Salo

1.6.2020

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

KUVAILULEHTI

GTK Dnro GTK/395/03.02/2019

Tekijät Perttu Mikkola, Panu Lintinen, Henrik Wik, Aleksi Salo		Raportin laji Tilausraportti	
		Toimeksiantaja Pohjois-Savon maakuntaliitto	
Raportin nimi Pohjois-Savon ja Joroisten malmi- ja teollisuusmineraalipotentialiaali; tausta-aineistoa maakuntakaavan päivitykseen			
Tiivistelmä Tässä raportissa esitetään lyhyt yhteenveto Pohjois-Savon maakunnan ja siihen vuoden 2021 alussa liittyvän Joroisten kunnan metallimalmi- ja teollisuusmineraalipotentialista, sekä kartalla rajattuna kaikkein lupaavimpia alueita. Rajatut alueet on jaettu kolmeen luokkaan: 1-luokka: Erittäin hyvän potentialisuuden alueet, 2-luokka: Hyvän potentialisuuden alueet ja 3-luokka: Kohtuullisen potentialisuuden alueet. Yhteensä rajauksia tehtiin kuudelle eri metalli- ja kuudelle teollisuusmineraalimalmityypille. Lisäksi alueella esiintyy tiettyjä malmityyppejä joille ei voida järkevästi esittää karttarajausta.			
Asiasanat (kohde, menetelmät jne.) Malmit, teollisuusmineraalit, malmipotentialiaali			
Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä) Suomi, Pohjois-Savo, Joroinen			
Karttalehdet			
Muut tiedot			
Arkistosarjan nimi Tilausraportti		Arkistotunnus GTK/395/03.02/2019	
Kokonaissivumäärä 19 s. + 1 liite	Kieli Suomi	Hinta -----	Julkisuus Ei julkinen
Yksikkö Mineraalitalouden ratkaisut		Hanketunnus 50401-10480	
Allekirjoitus/nimen selvennys  Pasi Heino		Allekirjoitus/nimen selvennys  Perttu Mikkola	

Sisällysluettelo**Kuvailulehti**

1	Johdanto	1
2	Alueen kallioperägeologian pääpiirteet	2
3	Malmipotentialisuutta määrittävistä tekijöistä	4
4	Metallimalmpotentialiaali	4
4.1	Kartalle rajattavissa olevat metallimalmpotentialialueet	4
4.1.1	Outokumpu tyyppisten monimetallimalmien potentialinen alue	4
4.1.2	Kotalahti tyyppisten kupari-nikkelimalmien potentialiset alueet	6
4.1.3	Vihanti-Pyhäsalmi tyyppisten sinkki-kuparimalmien potentialiset alueet	8
4.1.4	Joroisten kultamalmpotentialinen alue	10
4.1.5	Talvivaara tyyppisten nikkelimalmien potentialiset alueet	10
4.1.6	Skandiumpotentialinen alue	10
4.2	Pohjois-Savon metallimalmpotentialiaali jota ei ole rajattu alueiksi	10
4.2.1	Uraanimalmpotentialiaali	10
4.2.2	Rauta-titaani-vanadiinimalmpotentialiaali	10
4.2.3	Molybdeeni	10
4.2.4	Harvinaiset maametallit	11
5	Teollisuusmineraalipotentialiaali	11
5.1	Grafiittipotentialiset alueet	11
5.1.1	Leppävirran – Tuusniemen alue	13
5.1.2	Rautalammin alue	13
5.2	Apatiitti/fosfori	14
5.3	Nilsin kvartzialue	15
5.4	Lapinlahden anortosiittipotentialinen alue	15
5.5	Kuopion – Kaavin timanttipotentialinen alue	16
5.6	Kaavin - Juankosken talkkipotentialinen alue	18
	Kirjallisuusviitteet	18
	Liite	
	Kohdekortit, 36 kappaletta	
	Kohdekorttien kentät	

1 JOHDANTO

Tässä raportissa esitetään olemassa olevan geologisen aineiston perusteella lyhyt yhteenveto Pohjois-Savon maakunnan metallimalmi- ja teollisuusmineraalipotentialista. Lisäksi rajataan kartalla kaikkein lupaavimpia alueita, joille tulee jatkossa kohdistumaan suurin malminetsinnällinen mielenkiinto ja joilta hyödyntämiskelpoisten esiintymien löytäminen on todennäköisintä. Raportti on tilaustyö Pohjois-Savon maakuntaliitolle ja se on laadittu huhti-kesäkuussa 2020 pohja-aineistoksi maakuntakaavan päivitystyöhön. Vuonna 2020 Pohjois-Savoon kuuluvien kuntien lisäksi selvitysalue sisältää Joroisten kunnan, joka liittyy Pohjois-Savon maakuntaan vuoden 2021 alusta. Tässä raportissa ”Pohjois-Savo” ilman erillistä mainintaa sisältää myös Joroisten kunnan alueen.

Raportin pohja-aineistona on käytetty GTK:n tietokantoihin tallennettuja aineistoja sekä saatavilla olevia julkaisuja. Metallisten malmien osalta muita tärkeitä lähdeaineistoja ovat etenkin Eilun ja muiden (2012) julkaisu Fennoskandian malmipotentialisista alueista sekä löytymättömien mineraalivarantojen todennäköisyyttä arvioivat GTK:n työt (mm. Rasilainen ja muut 2012, 2014, 2016, Eilu ja muut 2015).

Tässä raportissa on käytetty malmipotentialisuuden luokitteluun kolmiportaista asteikkoa:

- 1-luokka: Erittäin hyvän potentialisuuden alueet
 - Poikkeuksellisen runsaasti tunnettuja esiintymiä ja/tai vanhojen kaivosten lähiympäristöt
- 2-luokka: Hyvän potentialisuuden alueet
 - Sisältävät esiintymiä, joista laadittu varantoarvio tai
 - Poikkeuksellisen runsaasti hyvälaatuisia malmiviitteitä
- 3-luokka: Kohtuullisen potentialisuuden alueet
 - Kivilajiensa tai geologisen kehityksensä johdosta voidaan olettaa löytyvän hyödyntämiskelpoisia esiintymiä

Luokkien 2 ja 3 rajaukset metallimalmien suhteen on muokattu pääasiassa Eilun ja muiden (2012) aineistosta. Teollisuusmineraalien suhteen rajaukset on laadittu tätä raporttia varten samoin kuin metallimalmien korkeinta potentialisuutta osoittavan 1-luokan rajaukset. Laaditut rajaukset on tehty ainoastaan geologisin perustein eikä mahdollisia maankäytön rajoitteita kuten asemakaavat, luonnonsuojelualueet tai puolustusvoimien käytössä olevat alueet ole mitenkään huomioitu. Raportin liitteenä on 36 kohdekorttia joissa on esitetty tiivistelmä maakunnan merkittävimmistä mineraaliesiintymistä, sekä näiden esiintymien tarkemmat sijaintikartat. Kohdekortteihin valituista esiintymistä on laadittu malmiarvio, jolla tarkoitetaan tietyn perustein esitettyä laskelmaa esiintymän koosta ja arvoaineiden pitoisuuksista. Näiden 36 esiintymän lisäksi tekstin joukossa olevilla kartoilla on piirretty myös muita GTK:n tietokannassa olevia esiintymiä ja merkittäviä malmiviitteitä, joista ei ole olemassa malmiarviota.

Vaikka useat Pohjois-Savon malmipotentialisista alueista on vuosikymmenten kuluessa tutkittu varsin perusteellisesti, niille tulee vastaisuudessa kohdistumaan huomattava malminetsinnällinen mielenkiinto. Tämä johtuu malminetsintämenetelmien jatkuvasta kehitymisestä joka mahdollistaa aiempaa paremmin kallion pintaan puhkeamattomien ns. sokeiden malmien etsimisen ja löytämisen. Lisäksi vanhan geologisen ja geofysikaalisen aineiston uudelleentulkinnat tiedonkäsittelymenetelmien ja kallioperän kehitysmallien kehittyessä ylläpitävät malminetsintäaktiiviteettia.

Tätä raporttia hyödynnettäessä tulee muistaa että vaikka useat Pohjois-Savon alueen malmipotentialiset alueet voidaan kohtuullisella tarkkuudella rajata, niin hyödyntämiskelpoisen esiintymän paikallistaminen myös muilta kuin tässä raporteissa esitetyiltä alueilta on täysin mahdollista. Lisäksi osalle metalleista ei puutteellisen perustiedon takia voida rajata laajempia potentialisuusalueita. On esimerkiksi varsin epätodennäköistä että Rautalammin Kiviniemen skandiumesiintymä olisi ainoa laatuaan Pohjois-Savossa, mutta aluetta jolla niitä laajemmin voisi esiintyä, ei esiintymätyyppiin yleisellä tasolla liittyvän tiedonpuutteen vuoksi voida tehdä.

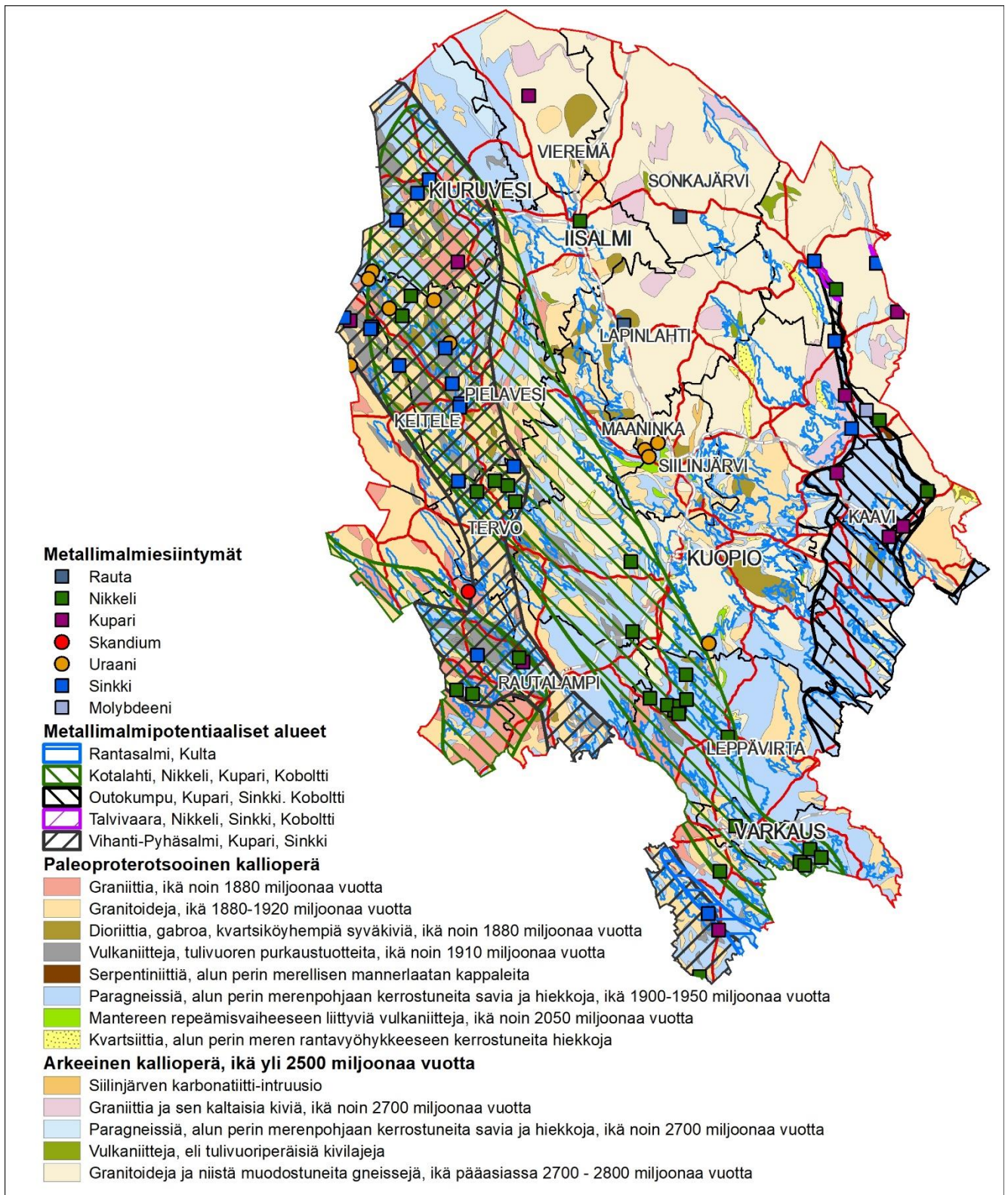
2 ALUEEN KALLIOPERÄGEOLOGIAN PÄÄPIIRTEET

Pohjois-Savon maakunta sijoittuu kahden geologisen suuryksikön rajalle, maakunnan keski- ja pohjoisosat ovat osa arkeista (yli 2500 miljoonaa vuotta vanhaa) Fennoskandian kilpialueen ydintä (Kuva 1). Tämä Euroopan vanhin osa ulottuu Laatokan pohjoisrannoilta Käsivarren Lappiin ja Kuolan niemimaalle. Etelä- ja länsiosissa kallioperä puolestaan muodostuu laajoilla alueilla noin 1900 miljoonaa vuotta vanhoista Paleoproterotsooisena maailmankautena syntyneistä kivilajeista; merenpohjan savista ja hiekoista uudelleenkiteytyneistä (metamorfoituneista) paragneisseistä ja –liuskeista, tulivuorikivistä (vulkaniiteista) sekä useaan eri ryhmään kuuluvista graniiteista ja sen kaltaisista kivistä eli granitoideista.

Arkeisen alueen kallioperä koostuu pääasiassa graniitista ja granitoideista, jotka ovat kiteytyneet kivilajista syvällä maankuoressa, pääosin noin 2700–2800 miljoonaa vuotta sitten. Näiden kivien joukossa esiintyy pienehköinä alueina suurin piirtein saman ikäisiä tulivuorikiviä, näistä jaksoista käytetään usein yleisnimeä vihreäkivijakso. Maakunnan itärajan läheisyydessä esiintyy jonkin verran merenpohjaan kerrostuneita savia ja hiekoja. Nämä sedimentit uudelleen kiteytyivät paragneisseiksi noin 2700 miljoonaa vuotta sitten tapahtuneen pienten mannerlohkojen törmäyksen yhteydessä. Törmäyksen yhteydessä huomattava osa vanhemmista kivistä rupesi osittain sulamaan eli migmatisoitui lämpötilan syvällä maankuoressa noustessa riittävän korkealle. Osa tällöin muodostuneesta kivilajista erkaantui omiksi nuoremmiksi granitoidi-intruusioiksi.

Arkeinen manner alkoi repeillä noin 2500 miljoonaa vuotta sitten maapallon vaipasta kummunneen kuumemman materiaalin lämmittäessä kuorta. Siilinjärven karbonaatti-intruusio edustaa tämän repeämisen varhaisinta vaihetta. Satojen miljoonien vuosien aikana, useassa eri vaiheessa, muodostuneisiin rakoihin nousi vaipasta kivilajaa, josta osa pääsi purkautumaan maanpinnalle asti laavoina ja vulkaanisina tuhkina. Tämä kehitys johti kapean merialtaan tai merialtaiden syntyyn. Näiden rantavyöhykkeeseen kerrostui lähes pelkästään kvartsista koostuvia hiekoja. Merialtaan syventyessä kerrostuva aines muuttui savisemmaksi ja heikommin lajittuneeksi. Repeäminen eteni noin 1950 miljoonaa vuotta sitten pisteeseen, jossa alkoi muodostua merellistä mannerkuorta. Tämä meriallas sulkeutui noin 1900 miljoonaa vuotta sitten nykyisen Keski-Suomen alueen törmäessä Pohjois-Savoon ja muuhun Itä-Suomeen.

Törmäyksen yhteydessä mannerkuori paksuuntui ja pilkkoontui erillisiin lohkoihin joista osa siirrostui toistensa päälle, samassa vaiheessa rantavyöhykkeen hiekat metamorfoituivat kvartsiiteiksi ja syvemmän meren sedimentit paragneisseiksi ja –liuskeiksi. Törmäykseen yhteydessä muodostui myös runsaasti graniitin sukuisia kivilajeja, jotka nousivat ylemmäs mannerkuoressa ja kiteytyivät vaihtelevan kokoisiksi intruusioiksi, joita on runsaasti etenkin Vesannolla, Keiteleellä ja Rautalammillä. Tässä vaiheessa maankuoreen kohosi jonkin verran kivilajaa syvemmältä maapallon vaipasta, nämä kivilajit olivat koostumukseltaan selvästi kvartsiköyhempää kuin granitoidit ja niistä kiteytyi gabro ja dioritteja tyypillisesti pienehköiksi intruusioiksi.



Kuva 1. Pohjois-Savon kallioperäkartta (muokattu Mikkola ja muut 2016), metallimalmipotentiaaliset alueet (3-luokka) sekä GTK:n esiintymätietokantaan tallennetut metallimalmiesiintymät. Pohjakartta © Maanmittauslaitos.

3 MALMIPOTENTIALISUUTTA MÄÄRÄÄVISTÄ TEKIJÖISTÄ

Kallioperän malmipotentialisuus tarkoittaa lyhyesti sitä, kuinka todennäköisesti tietyltä alueelta on löydettävissä hyödyntämiskelpoinen mineraaliesiintymä. Samalla alueella on erilainen malmipotentiali erityyppisten malmien suhteen, sillä erityyppiset malmit liittyvät vaihtelevasti erityyppisiin kivilajeihin ja/tai niiden rakenteisiin. Esimerkiksi Kotalahden vanhan kaivoksen ympäristössä on korkea potentiali nikkeli-kuparimalmien löytämiselle, mutta huono potentiali timanttien löytämiselle johtuen alueen kallioperägeologiasta.

Tiettyjen malmityyppien potentiali on olemassa olevan tiedon avulla helposti rajattavissa, ja osalla se selvästi haastavampaa. Ensin mainitusta esimerkki on Kinahmi–Tahkon vyöhykkeen kvartsipotentiali, hyödyntämiskelpoisen kvartsiesiintymän löytäminen on mahdollista vain alueilla joissa kallioperä muodostuu kvartsiiteista, joiden sijainti alueella tiedetään erittäin hyvin. Vaikeammin rajattavista malmeista hyvä esimerkki on maakunnan timanttipotentiali. Vaikka timantit liittyvätkin aina pienialaisina piippuina esiintyvään kimberliitti kivilajiin, ei timanttipotentialisten alueiden rajaaminen ole yhtä helppoa. Tämä johtuu siitä että kimberliitti rapautuu erittäin voimakkaasti eikä sitä havaita normaalissa kalliopaljastumien tutkimiseen perustuvassa kallioperäkartoituksessa. Tähän mennessä Pohjois-Savosta raportoidut kimberliitit keskittyvät kahdelle alueelle Jännevirrälle ja Kaaville, kuitenkin kimberliittien esiintyminen koko Pohjois-Savon arkeisella alueella ja sen läheisyydessä on geologisin perustein mahdollista.

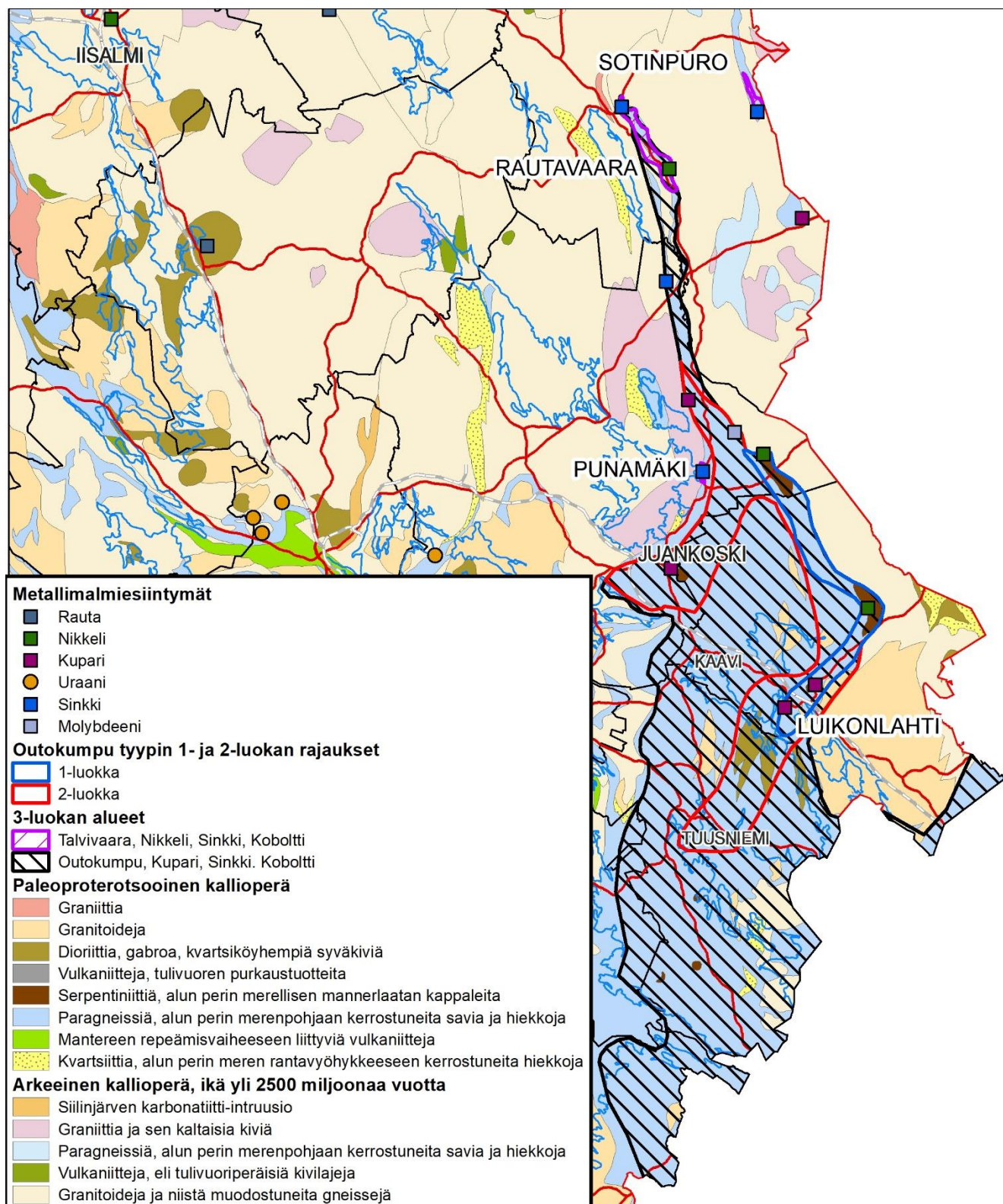
4 METALLIMALMIPOTENTIALI

4.1 Kartalle rajattavissa olevat metallimalmipotentialialueet

4.1.1 Outokumpu tyyppisten monimetallimalmien potentialinen alue

Outokumpu tyyppisiin kupari-sinkki±koboltti±nikkeli±kulta-malmeihin on liittynyt, ja liittyy edelleen, huomattava taloudellinen mielenkiinto Kaavin ja Tuusniemen kuntien alueella. Luikonlahden vuosina 1968–1983 toimineen kaivoksen malmi kuului tähän malmityyppiin. Vaikka esiintymätyypille kaikkein otollisimmat alueet jäivät Pohjois-Karjalan puolelle on uusien esiintymien löytäminen jatkossa Pohjois-Savonkin puolelta verraten todennäköistä. Koboltin merkitys tässä malmityypissä on korostunut viimeaikaisen ”akkubuumin” johdosta, kuitenkin tämän tyyppisten esiintymien kannattava hyödyntäminen jatkossakin perustuu monimetallimalmioiden kaikkien metallien hyödyntämiselle. Samoihin isäntäkiviin liittyy myös talkkimalmpotentialia (ks. kappale 5.6). Geologisen ympäristönsä perusteella samoihin isäntäkiviin saattaisi liittyä myös kromimalmeja (Rasilainen ja muut 2016), mutta näistä ei ole tähän mennessä tavattu Suomessa kuin vähäisiä viitteitä eikä niiden löytymistä Pohjois-Savosta näin ollen voida pitää todennäköisenä.

Tälle malmityypille rajattu 3-luokan potentialisuusvyöhyke (Kuva 2) vastaa pääosin Eilun ja muiden (2012) esittämää ”hyvän potentialin” aluetta, jonka rajoja on jonkin verran tarkennettu kallioperäkartan avulla. Rasilainen ja muut (2014) sisällyttivät Outokumpu tyyppisille malmeille potentialiseen alueeseen huomattavasti laajemman alueen Leppävirran ja Varkauden itäosista. Nämä alueet on kuitenkin jätetty rajauksen ulkopuolelle GTK:n uusien, vielä julkaisemattomien tutkimustulosten takia, joiden perusteella ko. malmityypin esiintymien löytäminen niiltä on varsin epätodennäköistä.



Kuva 2. Outokumpu ja Talvivaara tyyppisiä esiintymiä Pohjois-Savossa potentiaalisesti sisältävät alueet kallioperäkartalla. Huomaa että Punamäki Talvivaaratyyppin esiintymisalueista on niin pieni että se jää kokonaisuudessaan esiintymäsymbolin alle. Pohjakartta © Maanmittauslaitos.

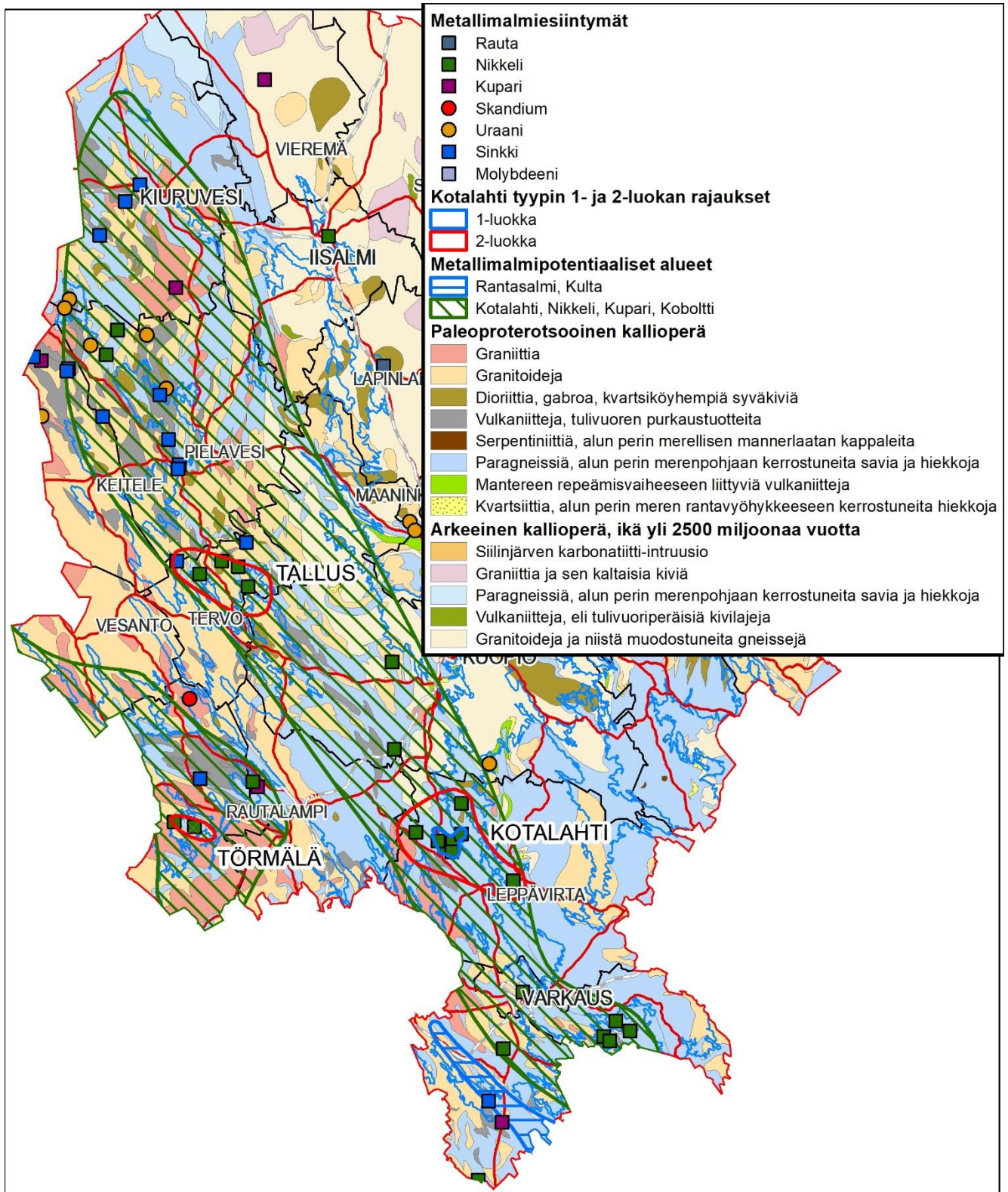
Outokumpu tyyppiset-esiintymät liittyvät poikkeuksetta voimakkaasti muuttuneisiin entisen merenpohjan kappaleiksi tulkittuihin kivilajiyksiköihin (kivilajikartoilla serpentiniitti), joiden esiintymisalue rajaa kyseisen tyyppin esiintymisaluetta. Outokumpu Oy:n aikanaan suorittaman järjestelmällisen tutkimustyön perusteella isäntäkivien esiintyminen nykyisessä kalliopinnan leikkauksessa tunnetaan melko tarkkaan. Kuitenkin malmityypin 3-luokan alue on melko laaja johtuen kallioperän paikoin loivista rakenteista, joiden takia isäntäkivien voidaan olettaa jatkuvan malminetsinnälle otollisella syvyydellä paljon laajemmalle kuin niiden merkittävimmät pintapuhkeamat. Malminetsintämenetelmien syvyysulottuvuuksien kehittyessä myös tälle 3-luokan alueelle kohdistuu yhä suurempaa malminetsinnällistä mielenkiintoa, ja uusia löytöjä voidaan tältäkin alueelta pitää tulevaisuudessa todennäköisinä.

Suurimmat pintaan puhkeavat tämän malmityypin isäntäkivet muodostavat malmityypin 2-luokan alueen: Luikonlahden (Kuva 2). Tätä aluetta on laajennettu Eilun ja muiden (2012) esittämästä merkittävästi, sekä kallioperäkartalla esiintyvien malmityypin isäntäkivien perusteella että alkuperäiseen alueeseen sisältymättömien esiintymien perusteella. Malmityypin 1-luokan alueeksi on luokiteltu Luikonlahden ja sen viereiset tunnetut esiintymät sisältävä alue. Vaikka tämän alueen kallioperän pintaosat ovat hyvin tunnettuja, niin niiden välittömiltä syvyysjatkkeilla on merkittävää malminetsintäpotentiaalia.

4.1.2 Kotalahti tyyppisten kupari-nikkelimalmien potentiaaliset alueet

Kotalahden kaivoksen mukaan nimetyn, pääasiassa nikkeliä, mutta myös kuparia ja kobolttia sisältävän malmityypin esiintymille on rajattu kaksi 3-luokan aluetta. Suurempi, kaakko-luode suuntainen, koko maakunnan halkaiseva vyöhyke ja pääosin Rautalammin kuntaan sijoittuva (Kuva 3). Molempien rajat ovat samat kuin Eilun ja muiden (2012) esittämät. Tämän tyyppin malmit liittyvät ympäröivää kallioperään nuorempiin gabro nimisiin kivilajeihin ja niiden välittömään läheisyyteen. Nämä gabrot ovat muodostuneet maankuoreen maapallon vaipasta kohonneiden kivilajien kiteytyessä pinta-alaltaan melko pieniksi intrusioiksi. Tämän malmityypin synty- ja esiintymistavan johdosta siihen liittyvien hyödyntämiskelpoisten esiintymien löytäminen mistä tahansa 3-luokan alueelta on täysin mahdollista.

Kotalahden kaivoksen ja Talluksen kanavan ympärille sijoittuvat 2-luokan rajaukset ovat samat kuin Eilun ja muiden (2012) esittämät. Uusi pienehkö 2-luokan raja on tehty Rautalammin Törmälän ja Mäkisalonsa esiintymien ympärille. Muita 2-luokan rajauksia ei ole tehty vaikka tunnettuja esiintymiä on esimerkiksi Varkauden alueella melko runsaasti. Ne ovat kuitenkin kooltaan pieniä ja/tai metallipitoisuuksiltaan matalia. Korkeimman potentiaalisuuden 1-luokka on rajattu Kotalahden kaivoksen ja sitä ympäröivien esiintymien perusteella.

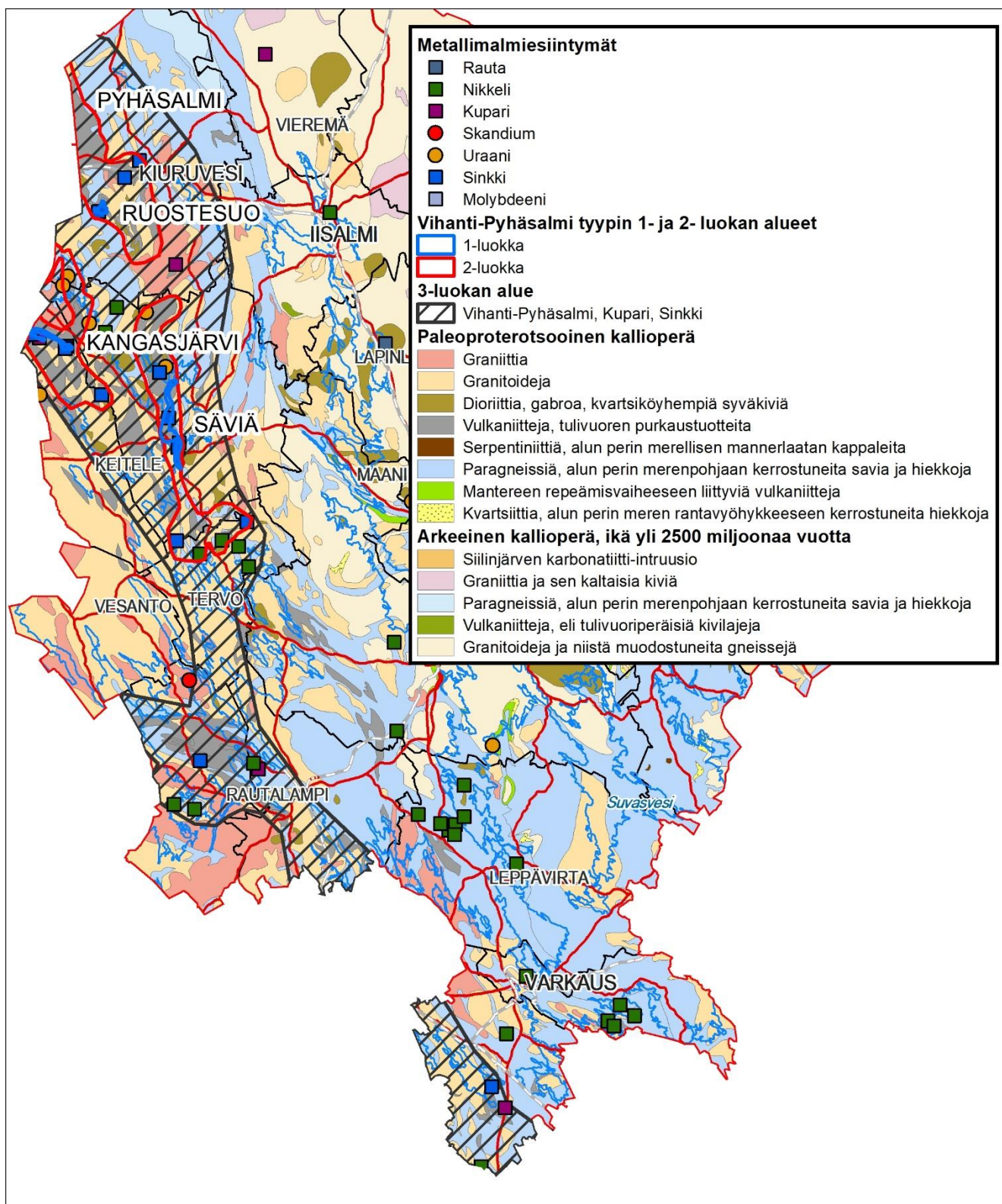


Kuva 3. Kotalahti tyyppisiä esiintymiä Pohjois-Savossa potentiaalisesti sisältävät alueet kallioperäkartalla. Lisäksi on esitetty Rantasalmelta Joroisille ulottuva kultamalmipotentiaalinen alue. Pohjakartta © Maanmittauslaitos.

4.1.3 Vihanti-Pyhäsalmi tyyppisten sinkki-kuparimalmien potentiaaliset alueet

Pohjanmaalta Vihanti-Pyhäsalmen alueelta alkava sinkki-kuparimalmeille potentiaalinen alue ulottuu maakunnan länsilaitaa myötäillen Joroisiin saakka (Kuva 4.). Malmityyppi liittyy tämän vyöhykkeen tulivuorikivien synnyn aikaisiin merenpohjassa tapahtuneisiin kemiallisiin muuttumisilmiöihin ja sen esiintymisalue rajautuu näin ollen kyseisten kivien levinneisyysalueen mukaan. Ruostesuon ja Kangasjärven suljetut kaivokset Kiuruvedellä ja Keiteleellä edustavat tätä malmityyppiä, niiden lisäksi maakunnasta tunnetaan lukuisia samankaltaisia esiintymiä.

Esiintymätyypin 3-luokan alue on lähes sama kuin Eilun ja muiden (2012) esittämä, vain Rautalammin alueella siihen on tehty pieniä muokkauksia kivilajikartan perusteella. Säviälle sekä Kangasjärven ja Ruostesuon ympäristöön sijoittuvia 2-luokan alueita on jonkin verran tarkennettu kivilajikartan avulla, mutta muutokset eivät ole kovin suuria. Korkeimman, 1-luokan alueita on laadittu kolme, Ruostesuon ja Kangasjärven vanhojen kaivosten ympäristöön sekä Säviälle, josta tunnetaan lukuisia esiintymiä ja poikkeuksellisen runsaasti malmityypin isäntäkiviä.



Kuva 4. Vihanti-Pyhäsalmi tyyppisiä sinkki-kuparimalmeja Pohjois-Savossa potentiaalisesti sisältävät alueet kallioperäkartalla. Pohjakartta © Maanmittauslaitos.

4.1.4 Joroisten kultamalmipotentialinen alue

Joroisten kunnan alueelle ulottuu Etelä-Savon puolelta kapea vyöhyke jota kivilajiensa ja kallioperän myöhempien rakenteiden puolesta voidaan pitää kullan suhteen malmipotentialisena (Kuva 3). Pohjois-Savon puolella vyöhykkeestä on löydetty vain heikkoja viitteitä kullasta, mutta maakuntarajan takaa Rantasalmelta tunnetaan useampi esiintymä. Käytetty raja on sama kuin Eilun ja muiden (2012) esittämä ja se on luokiteltu 3-luokkaan.

4.1.5 Talvivaara tyypisten nikkelimalmien potentialiset alueet

Talvivaaran tyypiset nikkelikoboltti-sinkkimalmi rajautuvat tiukasti tiettyihin kerrostumiin arkeeseen mantereiden päälle kerrostuneissa savissa ja hiekoissa. Pohjois-Savossa näitä kerrostumia tavataan ainoastaan Kuopion koillisimmissa osissa sekä Rautavaaran kunnan alueella kahdessa pohjois-eteläsuuntaisessa vyöhykkeessä (Kuva 2). Koska näiden alueiden kallioperä on hyvin tunnettua voidaan malmityypin esiintymisalueiden rajaukset tehdä melko tarkasti. Tässä raportissa käytetyt rajaukset on muokattu Rasilaisen ja muut (2012) esittämistä.

Kaikki kolme aluetta, Rautavaara, Punamäki ja Sotinpuro on sijoitettu 3-luokkaan, vaikka kaikkiin niistä sijoittuu myös tunnettu esiintymä. Nämä esiintymät ovat kuitenkin niin pieniä ja metallipitoisuuksiltaan matalia että niiden hyödyntäminen tuskin tulee kyseeseen edes avolouhintana. Mahdolliset syvemmälle sijoittuvat suuremmat mineralisaatiot eivät taas olisi taloudellisesti hyödynnettävissä johtuen matalasta metallipitoisuuksista, jotka eivät mahdollista hyödyntämistä maanalaisena louhintana. Periaatteessa hyödyntämiskelpoisen esiintymän löytäminen on mahdollista myös Rautavaaralta Punamäelle ja siitä edelleen etelään jatkuvalla vyöhykkeellä, mutta todennäköisyys tälle on niin pieni että alueita ei ole sisällytetty edes 3-luokkaan.

4.1.6 Skandiumpotentialinen alue

Rautalammin Kiviniemellä sijaitseva skandiumesiintymä (Kuva 1) on maailmanlaajuisestikin tarkasteltuna erikoislaatuinen tapaus. Tämän pohjatiedon rajallisuuden johdosta ei esiintymätyypille pystytä rajaamaan merkityksellisiä 3- tai 2-luokan alueita. Sen sijaan sille on rajattu vain hyvin pieni 1-luokan alue joka noudattelee esiintymän hyvin tunnettua pintaleikkausta.

4.2 Pohjois-Savon metallimalmpotentiali jota ei ole rajattu alueiksi

4.2.1 Uraanimalmipotentiali

Pohjois-Savon alueelta tunnetaan useita uraani esiintymiä (Kuva 1) joista useimmat sijoittuvat Siilinjärven keskustan luoteispuolelle sekä Kiuruveden ja Pielaveden kunnanrajan läheisyyteen. Pienialainen esiintymä tunnetaan myös Kuopion Puutosmäeltä. Uraanimalmeille ei ole rajattu potentialisuus aluetta, koska tunnetut esiintymät ovat kooltaan hyvin pieniä eikä hyödyntämiskelpoisten esiintymien löytymistä pidetä nykykäsityksen mukaan todennäköisenä.

4.2.2 Rauta-titaani-vanadiinimalmpotentiali

Pohjois-Savon alueelta tunnetaan kaksi rauta-titaani-vanadiiniesiintymää; Huoripojanmäki Lapinlahdella ja Varismäki Sonkajärvellä. Vastaavia esiintymiä alueella on maakunnan arkeisissa osissa melko varmasti muitakin. Kuitenkin todennäköisyys suuremman, rikkaamman ja siten hyödyntämiskelpoisen esiintymän löytämiseksi on pieni.

4.2.3 Molybdeeni

Pohjois-Savon alueelta ei tunneta merkittäviä viitteitä molybdeenimalmeista, toisin kuin Pohjois-Karjalan puolella, jossa aikanaan toimi Mätäsvaaran molybdeenikaivos. Kyseisen malmityypin synty

liittyy noin 2700 miljoonaa vuotta vanhojen granitoidien paikalleen asettumisen aikaiseen kemialliseen muuttumiseen. Näitä granitoideja esiintyy vaihtelevan kokoisina alueina kaikkialla Pohjois-Savonkin vanhimman kallioperän alueella eli sopiva geologinen ympäristö esiintyy erittäin laajalla alueella, käytännössä se kattaa kaikki kuvassa 1 ”Arkeisiin kivilajeihin” kuuluvat alueet.

4.2.4 Harvinaiset maametallit

Rautavaaran Ylä-Luostan alueelta ja viereisiltä Pohjois-Karjalan alueilta tunnetaan joitain erittäin korkeita harvinaisten maametallien (REE = Rare Earth Elements) pitoisuuksia sisältäviä kiviä. Tämän ryhmän alkuaineiden kysyntä on voimakkaassa kasvussa johtuen mm. kestopagneettien kasvavasta tarpeesta niin uusiutuvan energian tuotannossa kuin sähkökulkuneuvojen moottoreissa. Tähän mennessä tavattujen viitteiden koko on kuitenkin ollut hyvin pieni. Malmityypille ei ole merkitty potentiaalisuusalueita.

5 TEOLLISUUSMINERAALIPOTENTIALI

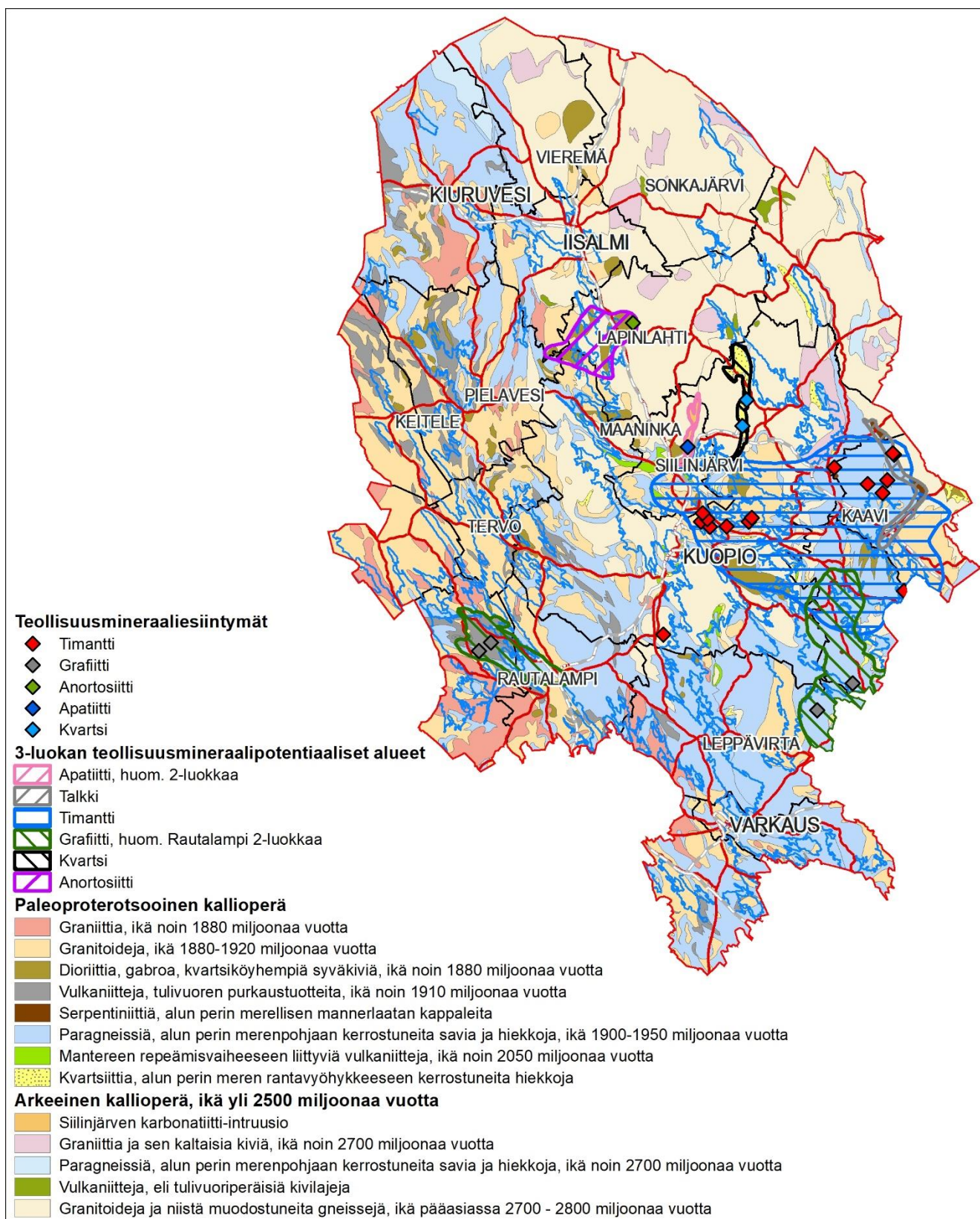
Teollisuusmineraaleihin kuuluvat laajasti ottaen kaikki mineraalit ja kivilajit, joilla on teollista käyttöä, lukuun ottamatta metallisia malmeja, mineraalisia polttoaineita ja jalokiviä. Teollisuusmineraalien fysikaaliset ominaisuudet sekä kemiallinen koostumus määräävät kiven soveltuvuuden eri käyttötarkoituksiin. Niiden etsintä-, tuotanto- ja rikastusmenetelmät ovat täysin vastaavia kuin metallimalmeillakin. Teollisuusmineraaleihin sisällytetään myös esimerkiksi vuorivillan raaka-aineeksi louhittu kivi, joka hyödynnetään sellaisenaan ilman eri mineraalien erilleen rikastamista. Tällaista materiaalia kutsutaan teollisuuskiveksi.

Pohjois-Savon alueella on yksittäisiä merkittäviä teollisuusmineraaliesiintymiä, joista osa on Suomen mittakaavassa ainutlaatuisia. Siilinjärvellä toimii Suomen ja EU:n ainoa fosforikaivos ja sen yhteydessä fosforilannoitteita valmistava tehdas. Kuopion (Nilsin) Kinahmin kvartsilouhos on ainoa Suomessa pelkästään kvartsia louhiva ja jalostava yksikkö. Kaavin Lahtojoen timanttipitoinen kimberliitti puolestaan on toistaiseksi Suomen ainoa timanttiesiintymä, josta on tehty varantoarvio. Pohjois-Savon teollisuusmineraaliesiintymät ja potentiaaliset esiintymisalueet on esitetty kuvassa 5.

5.1 Grafiittipotentialiset alueet

Grafiitti on hiilen yleisin esiintymismuoto ja se esiintyy kallioperässä joko amorfisena (pölymäisenä), juonina (palagrafiitti) tai suomuina (raekoko 40 µm - 40 mm). Suomugrafiitin käyttö monipuolisena teollisuusmineraalina perustuu sen fysikaalisiin ja kemiallisiin ominaisuuksiin (esim. hyvä tulenkestävyys, korkea lämmön- sekä sähkönjohtavuus, alhainen kitka ja kemiallisesti inertti). Suomugrafiittia käytetään mm. anodimateriaalina Li-ioni akuissa ja juuri akkusovelluksissa käytettynä grafiitille on ennustettu tulevaisuudessa lisääntyvää tarvetta.

Suomugrafiittia esiintyy yleisesti korkeassa paineessa ja lämpötilassa uudelleen kiteytyneissä (metamorfoituneissa) kiillegneisseissä ja liuskeissa. Nämä ovat vallitsevia kivilajeja Pohjois-Savon kaakkoisosassa Leppävirran ja Tuusniemen alueilla. Täältä tunnetaan myös vanhoja grafiittilouhoksia, jotka usein ovat pienialaisia linssejä ja joilla ei nykyittakaavassa ole taloudellista merkitystä (Ahtola ja Kuusela 2015). Grafiitin yleisyydestä huolimatta ovat taloudellisesti hyödynnettävät esiintymät harvinaisia ja grafiitin laadun selvittämiseksi tarvitaan monipuolisia mineralogisia ja rikastusteknisiä tutkimuksia.



Kuva 5 Koko Pohjois-Savon 3-luokan teollisuusmineraalialueet sekä 2-luokan alueista Rautalammin grafiittipotentialisuusalue ja Siilinjärven apatiittipotentialisuusalue.

5.1.1 Leppävirran – Tuusniemen alue

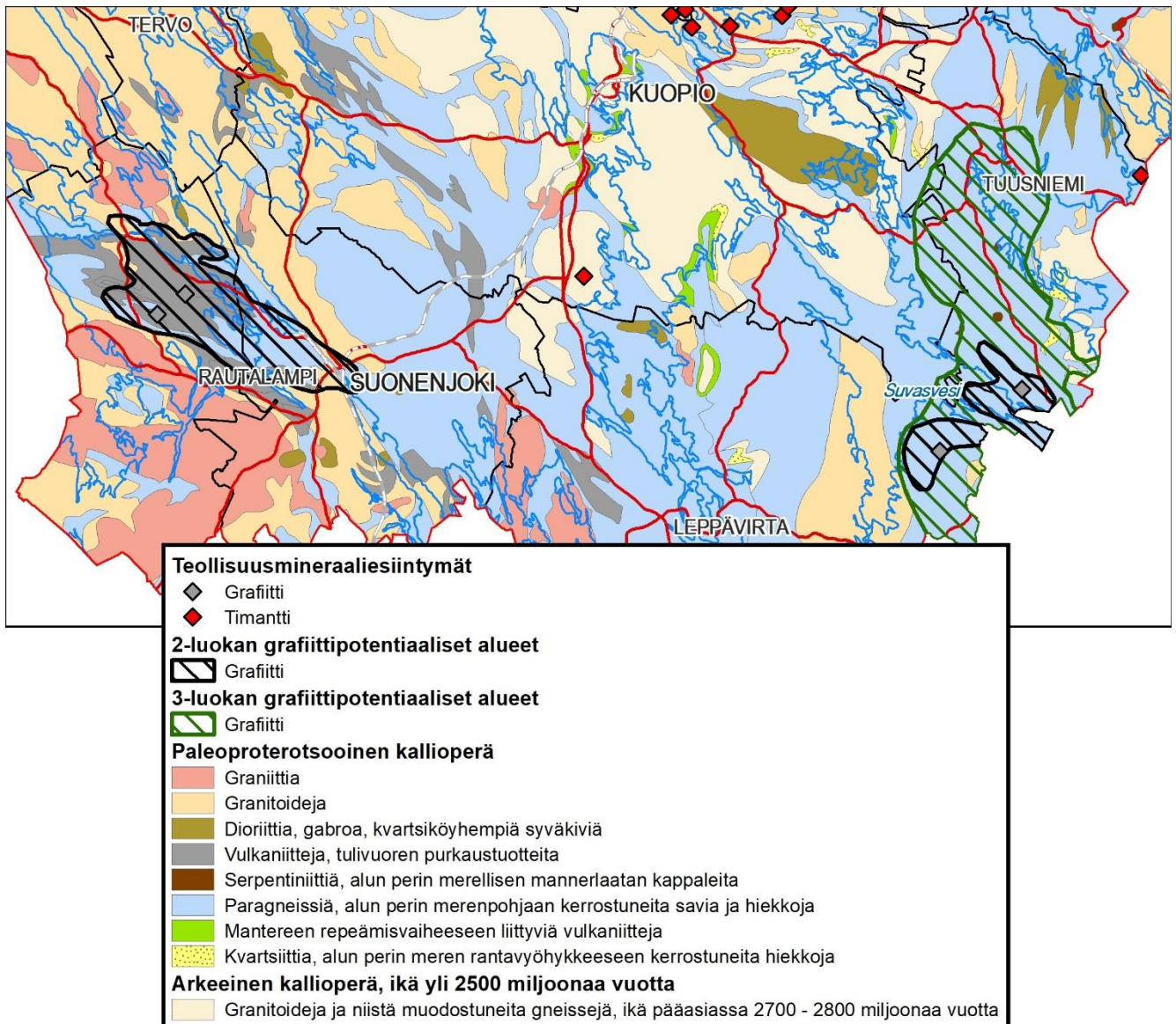
Leppävirran ja Tuusniemen alueelta tunnetaan Haapamäen ja Rääpysjärven grafiittiaiheet, joissa molemmissa on ollut hyvin pienimuotoista historiallista kaivostoimintaa 1800-luvun puolivälistä 1900-luvun alkuun. Nämä grafiittiaiheet liittyvät samaan geologiseen jaksoon, kuin Suomen toistaiseksi merkittävin grafiittiesiintymä Heinäveden Aitolammella. Rääpysjärven alueelle on Beowulf Mining Oy:n tehnyt malminetsintälupahakemuksen. Samalla yhtiöllä on myös Aitolammen esiintymän tutkimusoikeudet.

Leppävirran itäisimpiin ja Tuusniemen eteläisimpään osaan on rajattu 2-luokan grafiittipotentiaalinen alue, joka sisältää tunnetut Haapamäen ja Rääpysjärven grafiittiaiheet sekä Rääpysjärven malminetsintälupahakemuksen alue. Rajattu alue on Aitolammen esiintymään liittyvän korkean sähkönjohtavuuden alueen jatke länteen ja luoteeseen. Näiden johtavuusanomalioiden voidaan tulkita aiheutuvan Aitolammen esiintymän kaltaisista grafiittirikkaista mustaliuskeista. 2-luokan alueelta pohjoiseen on lisäksi rajattu 3-luokan alue, missä kallioperässä esiintyy sähköä johtavia vyöhykkeitä ja joissa grafiitin esiintyminen on siten todennäköistä, mutta mistä hyvälaatuista suomugrafiittia ei toistaiseksi ole raportoitu. Systemaattisia grafiittitutkimuksia ei juurikaan ole tehty 3-luokan alueelta ja myös 2-luokan alue on edelleen varsin puutteellisesti tutkittu grafiitin suhteen.

5.1.2 Rautalammin alue

Rautalammin kunnan Pukkiharjun ja Vaajasalmen alueilla on GTK tutkinut vuodesta 2016 alkaen kahta vierekkäistä suomugrafiittiesiintymää, Käpysuo ja Koivuniemi, joiden etäisyys toisistaan on noin kolme kilometriä. Käpysuon grafiittipitoiset kivet löydettiin alun perin Outokumpu Oy:n Pukkiharjun sinkkikohteen tutkimuksissa 1970-luvulla. GTK on tutkinut grafiittiesiintymiä syväkairauksilla ja geofysiikan mittauksilla. Lisäksi grafiitin ominaisuuksia on selvitetty eri menetelmin laboratoriossa ja niistä on tehty rikastuskokeita. Tutkimukset ovat osoittaneet esiintymät ja alueen potentiaalisesti hyvälaatuisen suomugrafiitin esiintymiselle.

Rautalammin kunnan ja Suonenjoen kaupungin alueille on rajattu 2-luokan grafiittipotentiaalinen alue, joka sisältää GTK:n tutkimat esiintymät sekä niihin liittyvät ja niitä ympäröivät korkean sähkönjohtavuuden vyöhykkeet, joilla oletettavasti esiintyy samankaltaisia grafiittipitoisia kiviä.



Kuva 6. Pohjois-Savon grafiittipotentiaaliset alueet kallioperäkartalla. Pohjakartta © Maanmittauslaitos.

5.2 Apatiitti/fosfori

Siilinjärvellä sijaitseva arkeinen karbonaattikompleksi koostuu karbonaatti-intruusiosta ja sitä ympäröivästä feniittikehästä. Hyödynnettävä osa kompleksista on kokonaisuudessaan karbonaatti-intruusiota. Karbonaatti-kompleksi on kokonaispituudeltaan noin 16 km ja leveimmillään Särkijärven avolouhoksen kohdalla noin 800-900 metriä. Esiintymän tunnettu syvyys on ainakin 800 metriä. Siilinjärven kaivos muodostuu nykyisellään kahdesta louhoksesta joista louhintamäärät jakautuvat suhteessa Särkijärvi 75% ja Saarinen 25%. Saarisen louhos sijaitsee Särkijärven louhoksesta 5 kilometriä pohjoiseen ja louhos suljetaan vuoden 2021 loppuun mennessä. Yara Suomi Oy on hakenut toiminnalleen vastikään uusia lupia louhosalueen laajentamiselle nykyisestä avolouhoksesta pohjoiseen.

Siilinjärvellä on ollut kaivostoimintaa vuodesta 1979 aluksi Kemira Oy:n toimesta. Vuodesta 2007 alkaen Yara Suomi Oy on ollut alueen operatiivinen toimija. Siilinjärven kaivos sijaitsee 4km

kuntakeskuksesta koilliseen. Vuosilouhinta Siilinjärven kaivoksella on noin 10 miljoonaa tonnia malmia. Apatiittirikastetta malmista tuotetaan noin miljoona tonnia vuodessa. Nykysuunnitelman mukaan kaivostoiminta jatkuu vuoden 2035 loppuun saakka. Karbonaatti-intruusiosta keskimäärin noin 10% on apatiitti-mineraalia, jota louhitaan mineraalin sisältämän fosforin vuoksi. Fosfori on tärkeä lannoitteiden raaka-aine ja Yara Suomi Oy tuottaakin louhitun apatiitin Siilinjärvellä lannoitteeksi saakka. Jonkin verran tuotettua apatiittirikastetta ja siitä valmistettua fosforihappoa viedään myös muihin Yaran lannoitetehtaisiin ulkomaille. Tällä hetkellä Yara tutkii esiintymää nykyisestä louhoksesta etelään turvataksaan toimintansa vuoteen 2060 saakka.

Koko kompleksiin kuuluva karbonaatti-intruusio, josta on tunnistettu apatiittipitoisia tai karbonaattikiviä on rajattu 1-luokan alueeksi (kuva 7). 2-luokan alueeksi (kuva 7) on rajattu karbonaattikompleksiin kuuluvat alueet koillis- ja lounaisosissa kompleksia, joista on tunnistettu pelkästään feniittiä. Feniitti ympäröi kauttaaltaan apatiittipitoista karbonaatti-intruusiota, joten feniittialueet on syytä huomioida mineraalipotentialiaa arvioitaessa, sillä feniitin yhteydestä on mahdollista löytää lisää apatiittipitoista karbonaattia. Pohjois-Savon alueelta ei tunneta muita hyödyntämiskelpoisia karbonaattiesiintymiä.

5.3 Nilsin kvarttsialue

Nilsin (nykyään Kuopion) Kinahmin kvartsiitista koostuvan kallioselänteen länsirinteellä, noin 7 km Nilsin keskustaajaman kaakkoispuolella, Sibelco Nordic Oy Ab louhii kvartsiittia ja jalostaa siitä puhdasta kvartsia. Nykyinen avolouhos perustettiin vuonna 1976 ja siitä on louhittu yhteensä noin 8 miljoonaa tonnia kiveä ja tuotettu noin 5,5 miljoona tonnia kvartsirikastetta. Louhos ja viereinen tuotantolaitos perustettiin Suomen lasiteollisuuden tarpeisiin, mutta nykyään kvartsia käytetään ja sekoitetaan enenevässä määrin moniin erikoistuotteisiin, kuten induktiouunien vuorausmassoihin ja laasteihin. Vuonna 2013 toteutetun YVA:n käyttö- ja apualueajennusten tavoite oli turvata toiminnan edellytykset nykyisten päätuotteiden osalta seuraaviksi 20 vuodeksi. YVA:n täydennyksessä 2019 arvioitiin malmivarojen riittävän nykyisillä tuotantomäärillä 100 vuotta.

Kinahmin alueella on kaksi kaivospiiriä, Kinahmi ja selvästi pienempi Kvarttsila, jotka sijaitsevat kahden kilometrin etäisyydellä toisistaan. Näiden ympärille on piirretty 1-luokan kvartsiittipotentialisen alueen raja (kuva 7), joka sisältää yhtiön kaivostoimintaan varaaman ja tutkiman alueen Kinahmin kvartsiittijaksosta. Tällä alueella tuotantokelpoisen kvartsiitin löytyminen on todennäköistä. Toinen laajempi 3-luokan alue kattaa koko Kinahmin jakson, jatkuen erityisesti nykyisen toiminta-alueen pohjoispuolelle aina Tahkomäen alueelle Nilsin pohjoispuolelle. Tällä laajemmalla alueella kvartsia louhittiin Nilsin taajaman viereisestä Hiekkamäen avolouhoksesta yhtäjaksoisesti 1950-luvun alusta aina vuoteen 1988. Lisäksi kvartsia on louhittu 1940-luvulla pienestä avolouhoksesta Reittiöstä Tahkovuoren länsipuolella.

5.4 Lapinlahden anortosiittipotentialinen alue

Paroc Oy on vuodesta 1998 louhinut Lapinlahden Joutsenenlammen avolouhoksesta anortosiittia vuorivilla- ja lasiteollisuuden raaka-aineeksi. Louhos sijaitsee 5 km kunnan keskustaajamasta itään. Joutsenenlammen esiintymästä on louhittu yhteensä noin 3,7 miljoonaa tonnia kiveä, josta noin 2,7 miljoonaa tonnia anortosiittimalmia. Yhtiön arvion mukaan nykyiseltä louhosalueelta louhittava bruttokivimäärä on 4,7 miljoonaa tonnia, joka vastaa 30 vuoden tarvetta nykyisellä käyttömäärällä. Anortosiitti on melko harvinainen sulasta magmasta maan kuorella kiteytynyt syväkivi, joka koostuu kalsiumrikkaasta plagioklaasista. Joutsenenlammen anortosiitti liittyy noin 5 km halkaisijaltaan

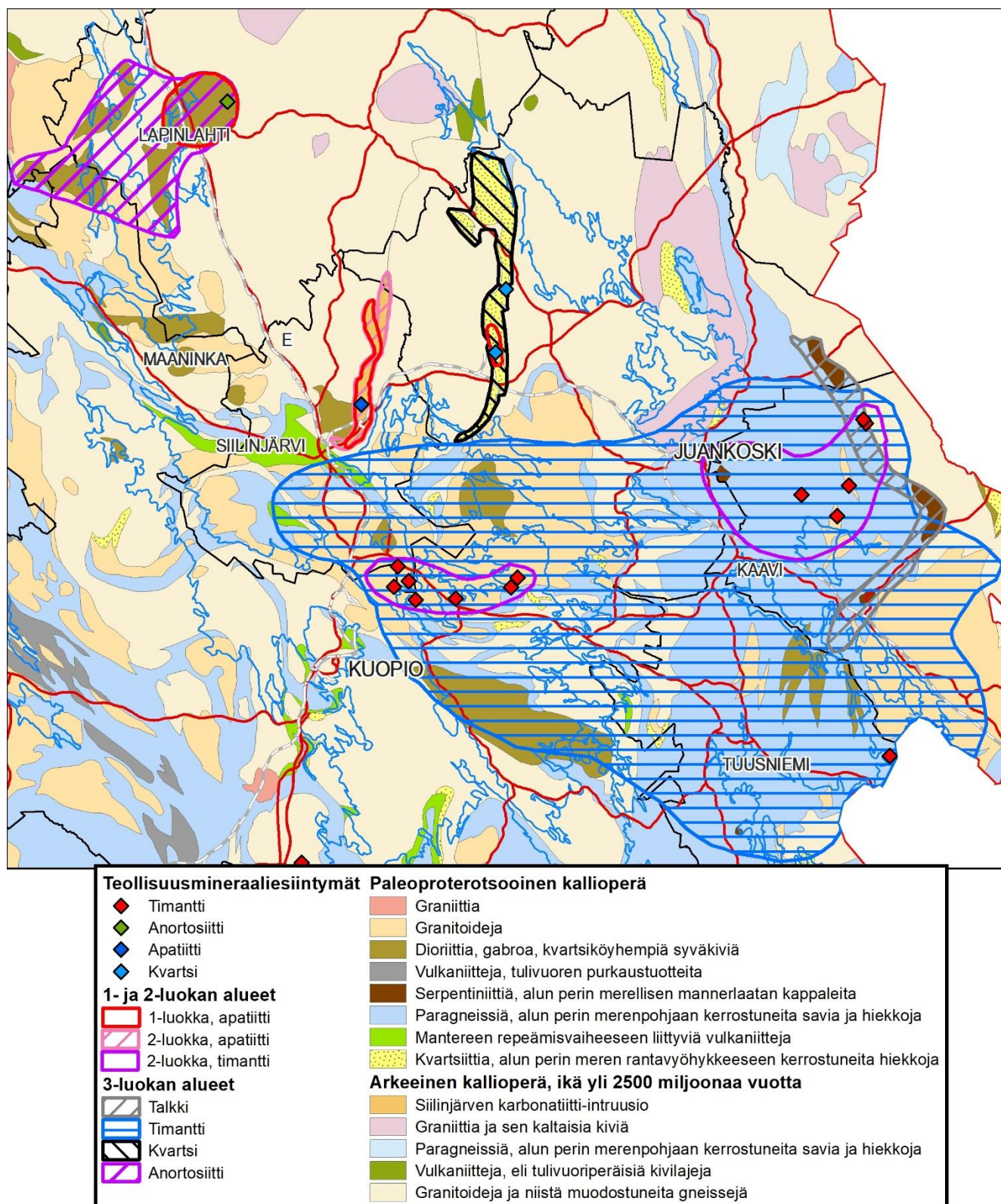
olevaan, kehärakenteiseen Lapinlahden emäksiseen intruusioon, joka koostuu pääosin gabroista, mutta jonka ulkoreunan lähellä esiintyy noin 100 m paksuja anortosiittikerroksia.

Lapinlahden intruusio on rajattu kokonaisuudessaan 1-luokan malmipotentialisena alueena (kuva 7). Rajatulla alueella tiedetään esiintyvän hyödyntämiseen soveltuvaa anortosiittia. 1-luokan alueen länsipuolelle on rajattu laajempi 3-luokan alue, joka kattaa Lapinlahden intruusion kanssa samaan syväkivien ryhmään kuuluvat emäksiset intrusiot, joissa anortosiitin esiintyminen on mahdollista, mutta joista sitä ei toistaiseksi ole tavattu.

5.5 Kuopion – Kaavin timanttipotentialinen alue

Pohjois-Savon alueella on etsitty timantteja 1980-luvun puolivälistä lähtien ja erityisen aktiivista etsintä oli 1990-luvun alusta noin vuoteen 2005. Etsintöjen tuloksena on löydetty lukuisia piippumaisia vulkaanisia muodostumia, kimberliittejä, jotka ovat tärkeimpiä timanttien isäntäkiviä. Timanttipitoisia kimberliittejä tunnetaan erityisesti kahdelta alueelta, joista toinen sijaitsee Kuopion kaupungin koillispuolella Jännevirran alueella ja toinen Kaavin kunnan pohjoisosassa. Merkittävin timanttiesiintymistä on Kaavin Lahtojoki, jossa on Karelian Diamond Resources Plc hallinnassa oleva kaivospiiri ja josta tehdyn varantoarvion mukaan esiintymä sisältää 440 kg timantteja. Muissa tunnetuissa esiintymissä timanttien määrä, laatu ja/tai esiintymän koko ei ole ollut riittävä, jotta niitä kannattaisi hyödyntää taloudellisesti tai edes tutkia tarkemmin.

Sekä Kuopion että Kaavin timanttikohteiden ympärille on rajattu 2-luokan alueet, jotka sisältävät timanttipitoisia kimberliittejä ja joissa timanttien esiintyminen on siten todennäköistä (Kuva 7). Näiden alueiden ympärille on rajattu suurempi 3-luokan alue, jossa on harjoitettu intensiivistä timantinetsintää ja jossa timanttien löytäminen on mahdollista. Näistä alueista itään ja pohjoiseen on laajoilla alueilla yksittäisiä etsintä- ja tutkimuskohteita. Voidaankin sanoa että koko Pohjois-Savon maakunnan itä- ja koillisosasta on timanttipitoisten kimberliittien löytäminen jossain määrin mahdollista. Näin suuren alueen rajaaminen tähän työhön ei kuitenkaan ole perusteltua.



Kuva 7. Pohjois-Savon timantti-, kvartsi-, apatiitti-, anortosiitti- ja talkkipotentiaaliset alueet kallioperäkartalla. Pohjakartta © Maanmittauslaitos.

5.6 Kaavin - Juankosken talkkipotentiaalin alue

Talkki on pehmeä magnesiumsilikaatti ($\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$), joka tyypillisesti muodostaa levymäisiä tai suomumaisia kiteitä. Talkkia käytetään monipuolisesti erilaisissa teollisissa tuotteissa ja prosesseissa, mm. paperi-, maali-, muovi- ja keraamisessa teollisuudessa sekä lääke- ja elintarviketeollisuudessa. Suomi on Euroopan suurin talkin tuottaja.

Pohjois-Karjalan puolella Polvijärvellä esiintyy merkittäviä talkkiesiintymiä. Ne liittyvät Outokumpu tyyppin kivilajiseurueeseen, joka tunnetaan erityisesti merkittävistä metallimalmeistaan. Outokumpu tyyppin kiviä ja metallimalmeja esiintyy myös Pohjois-Savossa Kaavilla ja Juankoskella. Talkkiesiintymiä niistä ei kuitenkaan tunneta eikä talkkimalmin etsintäkään juuri tehty.

Outokumpu -jakson talkki liittyy pitkälle muuttuneisiin ultraemäksisiin syväkiviin. Vähemmän muuttuneina nämä esiintyvät serpentiniitteinä, jotka ovat Pohjois-Savossakin yleisiä. Kunnollisten talkkimalmiviitteiden puuttuessa Kaavilta Juankosken eteläosiin on rajattu talkkimalmeille 3-luokan talkkipotentiaalin alue joka on sama, jolla esiintyy Outokumpu -tyypin kivilajeja ja erityisesti serpentiniittejä, joihin talkin esiintyminen liittyy.

KIRJALLISUUSVIITTEET

Ahtola, T. & Kuusela, J. 2015. Esiselvitys Suomen grafiittipotentialista. Geologian tutkimuskeskus, Arkistoraportti 88/2015. 14 s. http://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/88_2015.pdf

Eilu, P. (toim.) 2012. Mineral deposits and metallogeny of Fennoscandia. Geologian tutkimuskeskus, Special Paper 53. 2. painos. 401 s. http://tupa.gtk.fi/julkaisu/specialpaper/sp_053.pdf

Eilu, P., Rasilainen, K., Halkoaho, T., Huovinen, I., Kärkkäinen, N., Kontoniemi, O., Lepistö, K., Niiranen, T., & Sorjonen-Ward, P. 2015. Quantitative assessment of undiscovered resources in orogenic gold deposits in Finland. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 216, 318 s. http://tupa.gtk.fi/julkaisu/tutkimusraportti/tr_216.pdf

Mikkola, P., Nironen, M., Kousa, J. & Luukas, J. 2016. Yleistetty Suomen kallioperäkartta - 1:1 000 000. Geologian tutkimuskeskus, Erikoiskartta 99. http://tupa.gtk.fi/kartta/erikoiskartta/ek_099_300dpi.pdf

Rasilainen, K., Eilu, P., Äikäs, O., Halkoaho, T., Heino, T., Iljina, M., Juopperi, H., Kontinen, A., Kärkkäinen, N., Makkonen, H., Manninen, T., Pietikäinen, K., Räsänen, J., Tiainen, M., Tontti, M. & Törmänen, T. 2012. Quantitative mineral resource assessment of nickel, copper and cobalt in undiscovered Ni-Cu deposits in Finland. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 194, 514 s. http://tupa.gtk.fi/julkaisu/tutkimusraportti/tr_194.pdf

Rasilainen, K., Eilu, P., Halkoaho, T., Karvinen, A., Kontinen, A., Kousa, J., Lauri, L., Luukas, J., Niiranen, T., Nikander, J., Sipilä, P., Sorjonen-Ward, P., Tiainen, M., Törmänen, T., & Västi, K. 2014. Quantitative assessment of undiscovered resources in volcanogenic massive sulphide deposits, porphyry copper deposits and Outokumpu-type deposits in Finland. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 208, 60 s. http://tupa.gtk.fi/julkaisu/tutkimusraportti/tr_208.pdf

Rasilainen, K., Eilu, P., Halkoaho, T., Karinen, T., Konnunaho, J., Kontinen, A. & Törmänen, T. 2016. Quantitative assessment of undiscovered resources in stratiform and podiform chromite deposits in Finland. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 226, 34 s. http://tupa.gtk.fi/julkaisu/tutkimusraportti/tr_226.pdf

Rasilainen, K., Eilu, P., Ahtola, T., Halkoaho, T., Kärkkäinen, N., Kuusela, J., Lintinen, P. & Törmänen, T. 2018. Quantitative assessment of undiscovered resources in lithium–caesium–tantalum pegmatite-hosted deposits in Finland. Geologian tutkimuskeskus, Bulletin 406. 31 s.
http://tupa.gtk.fi/julkaisu/bulletin/bt_406.pdf

LIITE**KOHDEKORTIT, 36 KAPPALETTA**

KOHDEKORTTIEN KENTÄT

Kunta: Esiintymän sijaintikunta

Nimi: Esiintymän ensisijainen, tai yleisimmin käytetty nimi

Nimi 2: Mahdolliset muut esiintymästä käytetyt nimet

Y-koordinaatti EUREF: Esiintymän sijainti itäsuunnassa EUREF-järjestelmän mukaisessa koordinaatistossa

X-koordinaatti EUREF: Esiintymän sijainti pohjoissuunnassa EUREF-järjestelmän mukaisessa koordinaatistossa

Y-koordinaatti YKJ: Esiintymän sijainti itäsuunnassa vanhassa kansallisessa yhtenäiskoordinaatistojärjestelmässä

X-koordinaatti YKJ: Esiintymän sijainti pohjoissuunnassa vanhassa kansallisessa yhtenäiskoordinaatistojärjestelmässä

Päämetalli: Esiintymän taloudellisesti merkittävin metalli, teollisuusmineraaliesiintymillä mineraali

Kokoluokka: Esiintymän koko asteikolla Erittäin pieni – Pieni – Keskikokoinen – Suuri – Erittäin suuri.

Kaikki päämetallit: Merkittävimmät esiintymän sisältämät arvometallit

Muut metallit: Pienempinä pitoisuuksina esiintymässä esiintyvät metallit

Esiintymätyyppi: Esiintymän tutkimusten taso luokiteltuna seuraaviin ryhmiin:

Malmiesiintymä tai teollisuusmineraaliesiintymä, esiintymästä on olemassa virallinen arvio koosta ja arvoaineiden pitoisuuksista. Poikkeuksena aktiiviset ja suljetut kaivokset, jotka tässä luokassa lukuun ottamatta pieniä historiallisia kaivoksia.

Malminetsintäkohde, esiintymällä suoritettu tai suoritetaan malminetsintää joka tähtää virallisen varantoarvion laadintaan.

Esiintymä, paljastumalta tai kairaamalla paikallistettu esiintymä.

Status: Aktiivinen kaivos tai suljettu kaivos, jos ei louhittu kenttä on tyhjä

Löytövuosi: Esiintymän löytövuosi

Raaka-aineen kokonaismäärä: Esiintymän sisältämien arvoaineiden määrä tonneina, mukaan luettuna sekä louhitut että louhimattomat osat.

Mineraalivarannot: Esiintymän sisältämän materiaalin määrä tonneina, sekä arvoaineiden pitoisuudet siinä prosentteina tai ppm:niä. ppm = parts per million, eli grammaa arvoainetta tonnissa kiveä.

Malmivarat: Se osa esiintymää joka arvioitu taloudellisesti hyödyntämiskelpoiseksi, malmin määrä tonneina ja arvoaineiden pitoisuudet siinä prosentteina tai ppm:niä. ppm = parts per million, eli grammaa arvoainetta tonnissa kiveä.

Raportointistandardi: Mineraali- ja malmivarantojen raportoinnissa käytetty standardi.

PERC code = Pan European Resource Code. Pan-European Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Reserves. Eurooppalainen malminetsintätulosten ja mineraalivarantojen raportointikoodi.

JORC code = Joint Ore Reserves Committee Code. Australialainen malminetsintätulosten ja mineraalivarantojen raportointikoodi.

Ei standardin mukainen = mineraalivarantoarvio on tehty tavalla joka ei täytä nykyisiä raportointistandardeja.

Laskentavuosi: Minä vuonna mineraali-/malmivarantoarvio on laadittu.

Haltija: Yhtiö jonka hallussa olevalle valtaukselle, malminetsintäluvalle, varaukselle tai kaivosluvalla ko. esiintymä sijoittuu.,

Malmityyppi: Geologinen luokittelu malmiesiintymän syntytavalle ja geologiselle ympäristölle. Englanniksi.

Isäntäkivi: Kivilaji(t) joissa esiintymä sijaitsee. Englanniksi.

Sivukivi: Esiintymää ympäröivä(t) kivilaji(t). Englanniksi.

Pituus: Muodoltaan laattamaisen esiintymän pituus, jos se on määritetty.

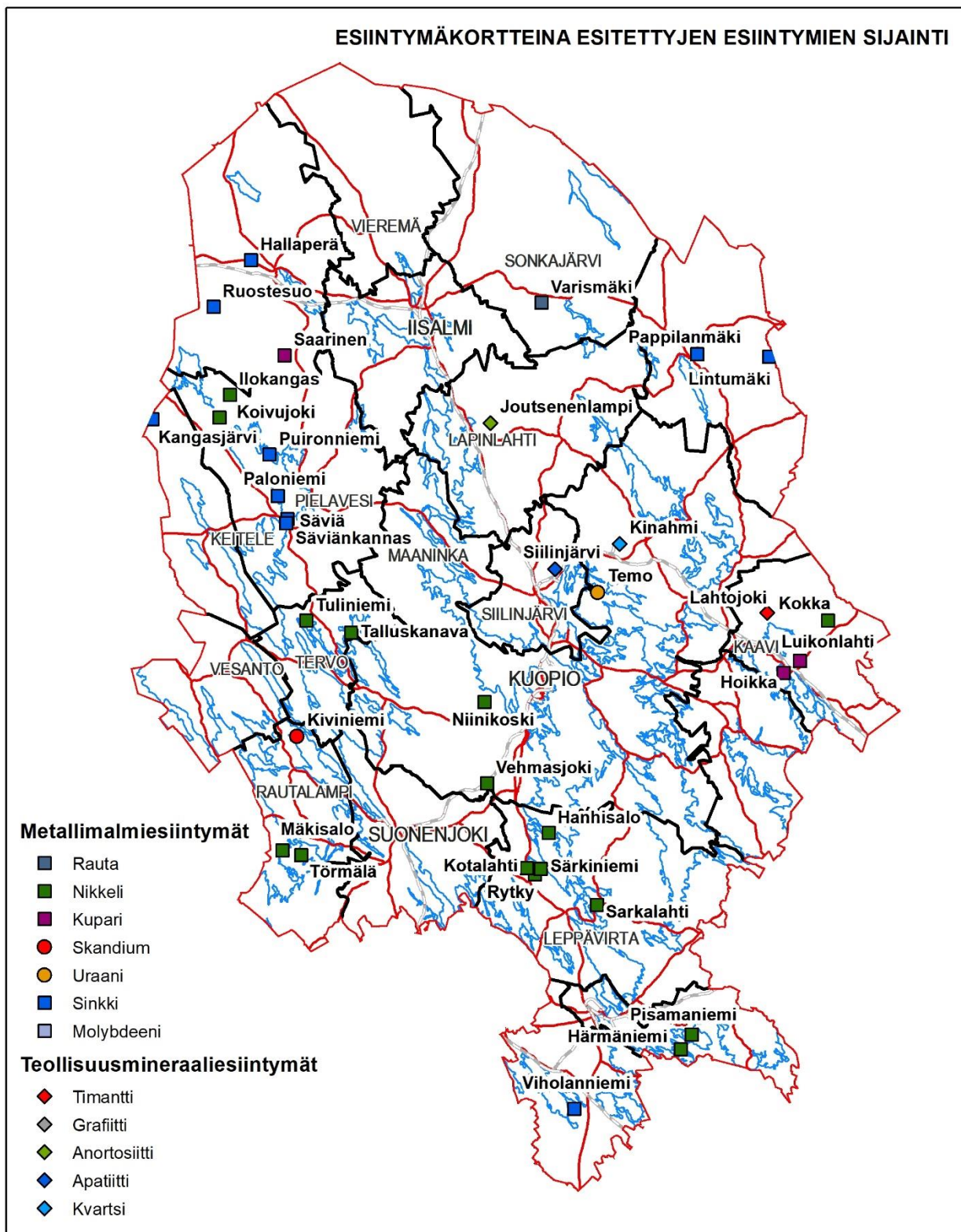
Leveys: Esiintymän ulottuvuus sen toiseksi pisimmän akselin suunnassa.

Paksuus: Esiintymän ulottuvuus sen lyhimmän akselin suunnassa.

Syvyys: Muodoltaan piippumaisen esiintymän suurin tunnettu syvyydulottuvuus.

Päivitetty: Koska esiintymän tietoja on viimeksi tarkistettu.

Sijaintikartta: Esiintymän ja sen lähistölle sijoittuvien samantyyppisten esiintymien sijainti peruskartalla. Kartat © Maanmittauslaitos.



Nimi	Vaihtoehtoiset nimet	Päämetalli, -mineraali
Hallaperä	Sainlehto	Sinkki
Hanhisalo		Nikkeli
Hoikka	Koskenniemi 1	Kupari
Härmäniemi		Nikkeli
Ilokangas		Nikkeli
Joutsenenlampi		Anortosiitti
Kangasjärvi	Kotilahti 1, Kotilahti	Sinkki
Kinahmi	Nilsä	Kvartsi
Kiviniemi		Skandium
Koivujoki		Nikkeli
Kokka		Nikkeli
Kotalahti	Oravikoski	Nikkeli
Lahtojoki	Body #7 (Malmikaivos Oy)	Timantti
Lintumäki	Sotinpuro, Saahkari	Sinkki
Luikonlahti		Kupari
Mäkisalo		Nikkeli
Niinikoski		Nikkeli
Paloniemi	Palolampi, Jylhä, Kärppäsaaret	Sinkki
Pappilanmäki	Rautavaara, Rautavaara R1	Sinkki
Pisamaniemi	Kurkisuo	Nikkeli
Puironniemi	Puiroo, Joutsenniemi	Sinkki
Ruostesuo	Kalliojärvi, Kalliokylä, Penkkilehto, Penkkimetsä, Ruostemäki	Sinkki
Rytky	Valkeisenranta, Valkeinen	Nikkeli
Saarinen		Kupari
Sarkalahti		Nikkeli
Siilinjärvi		Fosfori
Särkiniemi		Nikkeli
Säviä		Sinkki
Säviänkannas	Leväniemi	Sinkki
Talluskanava		Nikkeli
Temo		Uraani
Tuliniemi		Nikkeli
Törmälä		Nikkeli
Varismäki		Rauta
Vehmasjoki	Vehmasjärvi	Nikkeli
Viholanniemi		Sinkki