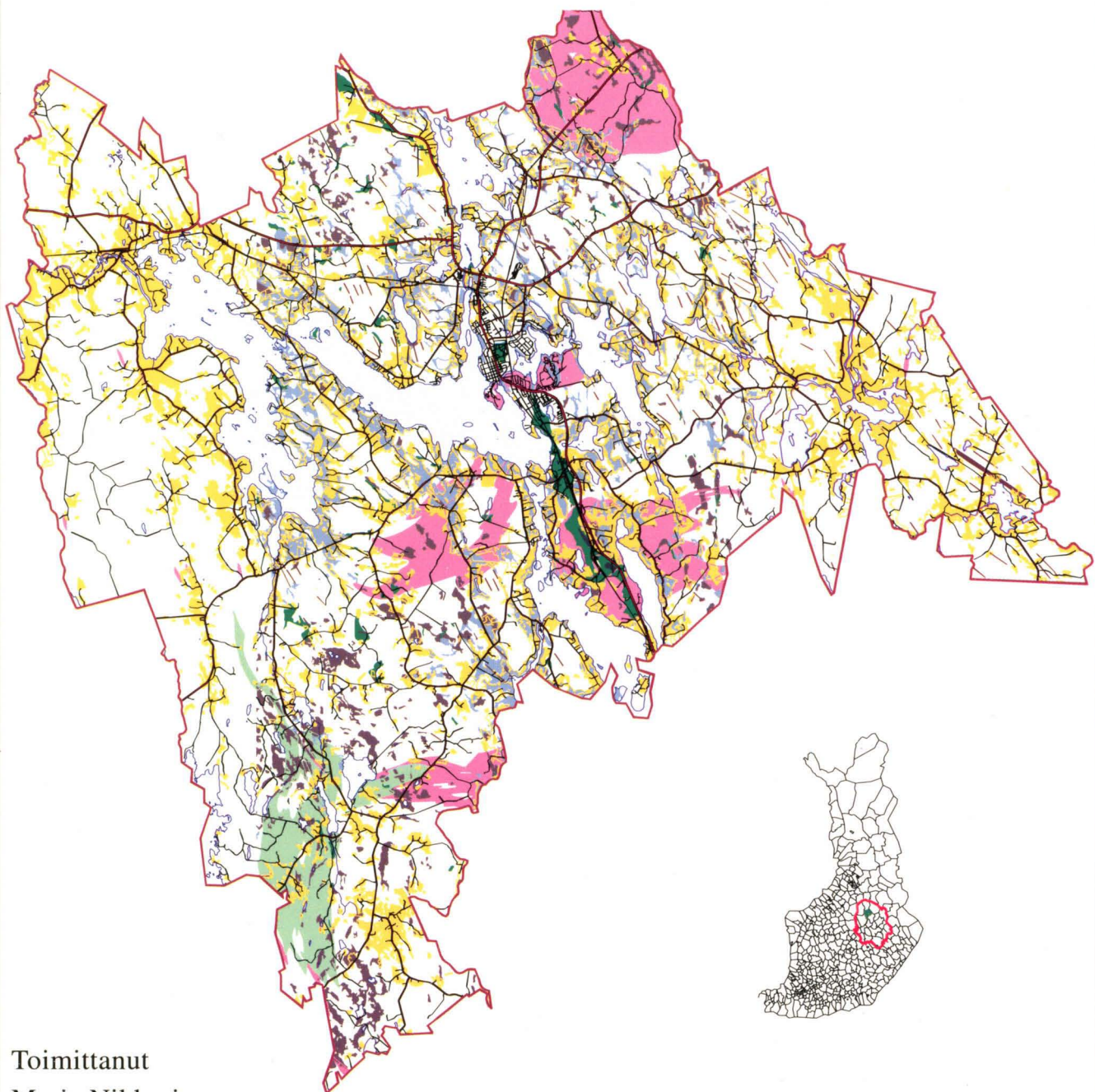




Geologian tutkimuskeskus
Opas 39

GEOLOGISTA TIETOA YHDYSKUNTASUUNNITTELUUN

Iisalmen teemakartat



Toimittanut
Maria Nikkarinen

Geologian tutkimuskeskus
Espoo 1995

Geologian tutkimuskeskus

Opas 39

**GEOLOGISTA TIETOA
YHDYSKUNTASUUNNITTELUUN**

Iisalmen teemakartat

Toimittanut Maria Nikkarinen

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

1995

Nikkarinen, Maria (toim.) 1995. Geologista tietoa yhdyskuntasuunnitteluun. Iisalmen teemakartat. Geologian tutkimuskeskus, Opas 39, 49 sivua, 24 kuvaa, 4 taulukkoa, liitekartta.

Hankkeen päämääränä on ollut tuottaa käyttökelpoisia, sisällöltään pelkistettyjä ja esitysmuodoltaan selkeitä maankamaran ominaisuustietoja sisältäviä karttoja kuntasuunnittelun tarpeisiin. Hankkeessa testattiin geologisten kartoitustietojen soveltuvuutta uudenlaisten teemakarttojen tuottamiseen. Kartat on tehty Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) tuotekehittelynä yhteistyössä Iisalmen kaupungin suunnittelijoiden ja ympäristöasiantuntijoiden kanssa. Teemakartat maankamaran luonnonvaroista, vedenhankinnasta, happamointimisherkyydestä ja ympäristövaikutuksista maapohjaan ovat esimerkkejä geologisen tiedon sovellettavuudesta.

Opas sisältää otteet teemakartoista, kuvaukset karttojen laadinnassa käytetyistä lähtötiedoista ja syventävää tietoa karttojen käytöstä. Oppaassa on esitetty perusteluja tehdyille tulkinnoille sekä kerrottu karttojen soveltuvuudesta eri käyttötarkoituksiin. Teemakarttojen lisäksi oppaassa esitellään Iisalmen kaupungin tilauksesta tehty maankäytön suunnittelua palveleva maaperäkartoitus ja kaatopaikan sijoittamiseen vaikuttavat geologiset tekijät.

Hanke osoitti, että GTK:ssa on runsaasti maankamaran ominaisuuksiin liittyviä tietoaineistoja, joita voidaan hyödyntää monipuolisesti yhdyskuntasuunnittelussa. Geologisen tiedon käyttöä yhdyskuntasuunnittelussa tulisi lisätä ja tehostaa. Saavutetut hyödyt näkyvät ennen muuta ympäristöongelmien ennaltaehkäisemisenä ja kustannussäästöinä.

AVAINSANAT: geologiset kartat, numeeriset kartat, teemakartat, maaperä, kallioperä, vedenhankinta, ympäristögeologia, kaupunkisuunnittelu, Iisalmi, Suomi

Maria Nikkarinen (toimittaja)

Esa Kauniskangas

Keijo Nenonen

Jorma Paavola

Jouko Saarelainen

Marja Liisa Räisänen

Timo Huttunen

Reino Kesola

Raimo Nevalainen

Geologian tutkimuskeskus

Väli-Suomen aluetoimisto

PL 1237

70211 Kuopio

puh. (971) 205 111,

telefaksi: (971) 205 215

Osmo Koivistoinen

Iisalmen Seudun Kansanterveystyön ky.

Ympäristöosasto

Teollisuuskatu 5

74120 Iisalmi

puh. (977) 156 1452,

telefaksi (977) 156 1456

Jukka Virtanen

Iisalmen kaupunki

Tekninen palvelukeskus

Pohjolankatu 14

74100 Iisalmi

puh. (977) 150 1288,

telefaksi (977) 150 1249

ISBN 951-690-587-0

ISSN 0781-643X

SISÄLLYSLUETTELO

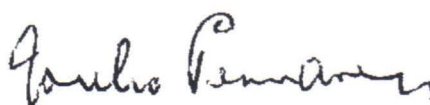
Geologisen tiedon merkitys kasvaa	5
1 Johdanto	
<i>Maria Nikkarinen</i>	7
1.1 Geologisen tiedon tarve ja käyttö kunnissa	
<i>Yleiskaavatutkija Jukka Virtanen</i>	8
1.2 Geologisen tiedon tarve ja käyttö ympäristönsuojelussa	
<i>Ympäristönsuojelupäällikkö Osmo Koivistoinen</i>	9
1.3 Maaperän yleispiirteet Iisalmen alueella	
<i>Jouko Saarelainen</i>	10
2 Iisalmesta tuotetut teemakartat	
<i>Esa Kauniskangas</i>	11
2.1 Lähtöaineistot	11
2.2 Menetelmät ja tulkinta	11
3 Kallioperäkartta	
<i>Jorma Paavola</i>	13
3.1 Retkeilykohteita	14
4 Maankamاران luonnonvarat	17
4.1 Käyttökelpoiset maalajit	
<i>Keijo Nenonen</i>	17
4.1.1 Sora ja hiekka	17
4.1.2 Savi	18
4.1.3 Turve	18
4.2 Käyttökelpoiset kivilajit	
<i>Jorma Paavola</i>	19
4.2.1. Rakennuskivet	19
4.2.2 Murskeet	20
4.2.3 Korukivet	20
5 Vedenhankintakartta	
<i>Esa Kauniskangas ja Keijo Nenonen</i>	21
5.1 Veden käyttö ja pohjavesipotentiaalit	23
5.2 Maaperän pohjaveden laatu ja siihen vaikuttavat tekijät	24
5.3 Kallioperän pohjavesipotentiaali ja siihen vaikuttavat tekijät	25
6 Maaperän raskasmetallit	
<i>Maria Nikkarinen</i>	25
7 Maaperän happamoitumisherkyys	
<i>Marja Liisa Räisänen</i>	28
8 Ympäristövaikutuskartta	
<i>Esa Kauniskangas, Keijo Nenonen ja Maria Nikkarinen</i>	31
8.1 Maaperän vedenläpäisevyys	33
8.2 Kallioperän heikkousvyöhykkeet	33
8.3 Kaunis maisema	34
8.4 Maankamara, ihminen ja terveys	34
9 Imeytyskartta Ahmon alueelta	
<i>Osmo Koivistoinen ja Jouko Saarelainen</i>	35

10 Taajaman maankäytön suunnittelua palveleva maaperäkartoitus	
<i>Keijo Nenonen, Timo Huttunen ja Jouko Saarelainen</i>	39
10.1 Kartoitus	39
10.2 Tärkeimmät tulokset	40
11 Kaatopaikan sijoitustutkimus	
<i>Reino Kesola</i>	40
12 Geologiset tietoaineistot	
<i>Raimo Nevalainen ja Maria Nikkarinen</i>	43
12.1 Numeeriset kartat	44
12.1.1 Maaperäkartta 1:20 000/1:50 000	44
12.1.2 Maaperäkartta 1:100 000	44
12.1.3 Maaperäkartta 1:1 000 000	44
12.1.4 Kallioperäkartta 1:100 000	44
12.1.5 Pienimittakaavainen numeerinen kallioperäkartta	46
12.2 Tietokannat	46
12.2.1 Maaperäkartoituksen pistetiedot ja maa-ainestietokanta	46
12.2.2 Turvetietojärjestelmä	46
12.2.3 Kallioperäkartoituksen pistetiedot	46
12.2.4 Geokemian tietokannat	47
12.2.5 Geofysiikan lentomittausaineistot	47
12.2.6 Muut aineistot	47
12.3 Teemakarttojen saatavuus ja myynti	47
Kiitokset	47
Geologian tutkimuskeskuksen yhteyshenkilöt:	49
Liitekartta: Iisalmen kaupunki, Ympäristövaikutuskartta	

GEOLOGISEN TIEDON MERKITYS KASVAA

Geologian tutkimuskeskus GTK on kehittänyt hyödyllisiä ympäristögeologisia ohjelmia, joita kunnat, valtio, yritykset ja muut yhteisöt voivat toteuttaa yhteistyössä. Yhdyskuntasuunnittelussa geologisen tiedon hyödyntäminen päätösten ja toimenpiteiden perustana on entistä tärkeämpää. Geologinen tieto edistää kestävästä kehitystä; uuden kuntalain mukaan kunta pyrkii edistämään asukkaidensa hyvinvointia ja alueensa kestävästä kehitystä.

Ylä-Savon kuntien päämäärä on vuonna 2000 hyvä ja viihtyisä ympäristö; 2010 päämäärä on kestävä kehityksen alue. Geologiset teemakartat Iisalimesta ovat karttoja laajan talousalueen keskuksesta, kaupungista, jossa on teollisuutta, rakentamista, kauppaa ja palveluja voimakkaan maa- ja metsätalouden, erityisesti karjatalouden, ja muiden maaseutuelinkeinojen rinnalla; vaihtelevasta ympäristöstä tehdyillä pilottitöillä, geoyhteistyöllä ja oppaalla on yleistä mielenkiintoa ja kasvavaa merkitystä.



Jouko Pennanen
Ylä-Savon Talousalueen
Liiton toiminnanjohtaja

1 JOHDANTO

Maria Nikkarinen

Geologian tutkimuskeskus (GTK) tekee valtakunnallista kallioperä- ja maaperäkartoitusta sekä geofysikaalista ja geokemiallista kartoitusta. Kartoitusten tulokset julkaistaan eri mittakaavaisina karttoina aihekohtaisesti ja karttalehtisidonnaisesti. Karttoihin sisältyy paljon tietoa maankamaran ominaisuuksista, joista on hyötyä maankäytön suunnittelussa. Tiedon hankkiminen perinteisiltä geologisilta kartoilta maankäytön suunnitteluun ja ympäristöhuollon erityistarpeisiin vaatii alan asiantuntijan tulkintaa, ja se on tästä syystä jäänyt vähäiseksi.

GTK:n tuotekehittelytyönä tehdyillä teemakartoilla testattiin geologisten kartoitustietojen käytökelpoisuutta kuntasuunnittelun tarpeisiin uudellisessa, tulkitussa muodossa. Esimerkkialueeksi valittiin Iisalmi, koska Iisalmissa on meneillään hankkeita, joissa yhteistyötä Iisalmen ja GTK:n välillä on ollut ennestään, ja lisäksi numeerista aineistoa geologian eri sektoreilta oli Iisalmen alueelta riittävästi. Hanke on toteutettu yhteistyössä Iisalmen kaupungin suunnittelijoiden ja ympäristöasiantuntijoiden kanssa.

GTK:n asiantuntijoiden ja Iisalmen kaupungin kaavoitus- ja ympäristösuunnittelijoiden tiiviillä yhteistyöllä ideoitiin geologisen tiedon uusia sovelluksia ja muokattiin geologinen aineisto havainnolliseen, ymmärrettävään ja käyttötarkoitusta vastaavaan muotoon. Hankkeen alkuvaiheessa tärkeää oli sopivan mittakaavan valinta kartoille. Kaavoituksessa ja maankäytön suunnittelussa 1:10 000 ja 1:5 000 mittakaavat ovat pohjana osayleiskaavoille. Peruskartan mittakaava 1:20 000 on sopiva monissa lupa-asioissa. Työryhmä päätyi mittakaavaan 1:50 000, sillä tässä mittakaavassa saadaan havainnollinen kuva koko kaupungista. Lisäksi koko kaupungin kattava maaseudun osayleiskaava on laadittu tähän mittakaavaan. Kehitystyön tuloksena tuotettiin Iisalmen kunnan alueen (868 km²) kattavat kartat seuraavista aiheista:

- 1) maankamaran luonnonvarat,
- 2) vedenhankinta,
- 3) maaperän happamoitumisherkkyys,
- 4) maaperän raskasmetallit,
- 5) ympäristövaikutukset maapohjaan ja
- 6) kallioperä.

Lisäksi tehtiin 75 km²:n kokoiselta Ahmon Kirmanjärven alueelta imeytyskartta, joka kuvaa alueen maaperän kykyä imeä ja sitoa jätevesiä.

Karttojen tarkoituksena on toimia esimerkkinä tulkitun geologisen tiedon saatavuudesta ja käyttömahdollisuuksista. Kunnilla on kuitenkin omat erityispiirteensä ja ajankohtaiset tarpeensa, eikä näitä kartoja ole tarkoitettu laadittavaksi samantyyppisiksi kaikista kunnista vaan aina pitää lähteä kunkin kunnan omista tarpeista. Kartta-alue voi käsittää koko kunnan tai jonkin maankäyttösuunnitelman perusteella rajatun ison tai pienen alueen. Geologisen perustiedon laajuus ja tarkkuus vaihtelee eri puolilla Suomea. Kartoitus on kattavinta Etelä-Suomessa ja taajamien ympäristössä. Itä-Suomesta ja Lapista maaperäkartoitustietoja puuttuu laajoilta alueilta.

Oppaassa on selvitetty, mitä lähtötietoja karttojen laadinnassa on käytetty, ja esitetty perusteluja tehdyille tulkinnoille sekä kerrottu karttojen soveltuvuudesta eri käyttötarkoituksiin. Keskeisiä geologisia maankamaran ominaisuuksia joudutaan toistamaan eri yhteyksissä. Korostuneimmin tämä näkyy kallioperän ruhjeista kirjoitettaessa niin vedenhankinnan, ympäristövaikutusten kuin kaatopaikkatutkimusten yhteydessä. Oppaan liitetaskussa on pienennös yhdestä alkuperäisestä kartasta. Teemakarttojen esittelyn yhteydessä on esimerkkikuvat vain osasta kartta-aluetta. Kappaleiden lopussa on luettelo aiheeseen liittyvästä keskeisestä lähdekirjallisuudesta.

Teemakarttoja varten ei tehty uusia maastokartoituksia tai tutkimuksia. Kartat perustuvat GTK:n tietovarastoista saatuun valmiiseen tietoon, jota on muokattu ja tulkittu uudella tavalla sekä yhdistelty muuhun paikkatietoon, kuten teihin, järviin ja suojelualueisiin. Kartoitustiedon tarkkuus määrää tason, jolle tulkinnassa päästään. Tulkinta ei voi tuottaa tarkempaa tietoa kuin minkä lähtöaineiston tarkkuus sallii. Erilliset Iisalmen kaupungin tilaamat kartoitukset ja tutkimukset tehtiin rajatuilla alueilla ja toteutettiin maksullisina toimeksiantoina. Näistä on oppaassa esitelty kaavoitusta palveleva maaperäkartoitus. Lisäksi on kuvattu kaatopaikan sijoitustutkimus, sillä vanhat ja uudet kaato-



Kuva 1. Jordanin asuntoalueen maaperä kartoitettiin, jotta rakennukset osattiin suunnitella otollisimmille rakennuspaikoille. Kuvan pienkerrostalot on perustettu hyvin kantavalle, edulliselle maapohjalle. Valokuva Jukka Virtanen.

paikat ovat ajankohtaisia ympäristökysymyksiä useissa kunnissa ja myös Iisalmi on tilannut GTK:lta kaatopaikansijoitustutkimuksen.

Iisalmen kaupungista työryhmään ovat kuuluneet ympäristönsuojelupäällikkö Osmo Koivistoinen, yleiskaavatutkija Jukka Virtanen sekä atk-päällikkö Jorma Väänänen, ja GTK:sta hankkeen

toteutuksesta vastannut geokemisti Maria Nikkarinen, atk-asiantuntija Esa Kauniskangas ja maaperägeologi Keijo Nenonen. Tutkimusaineiston tulkintaan ja teemakarttojen kehittäelytyöhön ovat osallistuneet monet Väli-Suomen aluetoimiston geologit omilla erikoisaloillaan.

1.1 Geologisen tiedon tarve ja käyttö kunnissa

Yleiskaavatutkija Jukka Virtanen

Kaavoittajia ja kuntasuunnittelijoita varten on ollut runsaasti tietoa maa- ja kallioperästä, mutta informaatio on ollut kunnittain vaikeasti tulkittavaa. Erilaisten karttojen kanssa painiskeleva suunnittelija on voinut leikkisästi todeta, että tutkijat ovat tehneet tutkimusta toisiaan varten ja lähinnä yleismaallisesti selvittelleet maailman historian kulkua. Samasta aineistosta on kuitenkin ollut mahdollista muodostaa oikein käsiteltyinä yksityiskohtaisempia, pienempiä alueyksiköitä ja uusia asiakokonaisuuksia palvelevia tiedostoja.

Iisalmen ensimmäinen tilaustyö GTK:lta käsitti noin 6 km²:n laajuisen alueen kaupungin pohjoispuolella. Tällä alueella aloitettiin kaavoitustyö, mutta riittävän yksityiskohtaista maaperä- ja kallioperätietoa ei ollut saatavissa kaavoituksen tueksi. Kun maaperäkartoitus oli valmistunut ja laadittiin kaavaa todettiin, että kaupungin oman tutkimusryhmän tehtäväksi jäi lähinnä maaperäkuvioiden huomioon ottaminen. GTK:n tekemästä selvityksestä oli kaupungille selvää säästöä lähinnä työmenekin pienenemisenä. Samassa yhteydessä saatiin myös vahvistusta käsitykselle, että maa-

perätieto auttaa myös kaupungin maanhankinnassa niin, ettei alueita hankita heikosti rakentamiseen soveltuvilta alueilta samoilla ehdoilla kuin hyviltä alueilta (kuva 1).

Kokemuksesta rohkaistuneena kaupunki lähti mukaan pilottihankkeeseen, jonka tarkoituksena oli laatia kartat palvelemaan eri toimialoja (vesihuolto, koulutus, kaupunkisuunnittelu). Näissä kartoissa informaatio on puettu kansantajuiseen muotoon, joten kartan käyttäjän ei tarvitse olla geologi, biologi tai muu aiheeseen koulutuksen saanut. Uuteen muotoon laaditut, sisällöllisesti pelkistetyt maa- ja kallioperäkartat — teemakartat — ovat luettavampia ja selkeämpiä käyttäjälle kuin perinteiset geologiset kartat. Luonnonvarakartan perusteella on päätetty, että alueelta tehdään tarkempi teollisuuskivilajiselvitys.

Vedenhankintaa ja pohjavesivaroja havainnollistavassa kartassa esitetään pohjavedenmuodostusalueet, joilta kunta voi tulevaisuudessa saada raakavetensä. Vedenhankintakarttaa on kaupungissa hyödynnetty jo eteläisen alueen vedenotto- paikkoja suunniteltaessa. Tämä selvitys tulee li-

salmelle kuitenkin tavallaan liian myöhään, sillä valtaosa kaupungista on kunnallisen vesihuollon piirissä. Ainoastaan kaupungin eteläosassa on puutteellisesti hoidettu vedenjakelu.

Ympäristönvaikutuskarttaan on koottu lähtötietoa ympäristönsuojelun tarpeisiin. Kartan perusteella kaupunkisuunnittelija, rakennus- tai terveystarkastaja saa ennakkokäsityksen siitä, millaisella alueella rakennushanketta ollaan toteuttamassa. Kun arvioidaan kaavoituksen ympäristövaikutuksia, kartan uusista näkökohdista on myös hyötyä.

Tähänastisten selvitysten pohjalta on havaittu,

että myös tarkempi maanhankintaa ja kaavoitusta palveleva tietopaketti on tarpeen. Uudessa tilaustyössä luokitellaan maaperä rakentamisen kannalta hyviin, tyydyttäviin ja rakentamiskelvottomiin alueisiin. Ymmärrettävästi näillä tiedoilla voidaan pienentää kunnan tarpeettomia investointeja.

Iisalmissa on pidetty yksiselitteisen myönteisenä sitä, että geologista tietoa on muokattu helpommin kuntasuunnittelussa ja kaavoituksessa käytettävään muotoon. Uudelleen jäsenelty tieto tuo koko ajan uusia käyttömahdollisuuksia.

1.2 Geologisen tiedon tarve ja käyttö ympäristönsuojelussa

Ympäristönsuojelupäällikkö Osmo Koivistoinen

Ympäristönsuojeluun kuuluvat esim. vesiensuojelu, ilmansuojelu, meluntorjunta, jätehuollon valvonta, kemikaalilain määrittelemät tehtävät sekä luonnonsuojeluun liittyvät asiat. Ympäristöasiat ovat usein monimutkaisia ja laajoja, joten yhteistyö eri viranomaisten ja yhteisöjen kesken on paras keino hoitaa ympäristönsuojelun ongelmat.

Pohjavesien suojeleminen on yksi ympäristönsuojelun tärkeimmistä tehtävistä. Pohjavesialueelle sijoituvat tehtaast, varastot sekä tie- ja rautatieliikenne voivat onnettomuustapauksissa olla merkittävä riski pohjavedelle. Maa-ainesten ottaminen aiheuttaa myös pohjaveden pilaantumisen riskin (kuva 2).

Tehtaiden, laitosten ja varastojen sijoittamiseen tarvitaan ympäristölupa, jonka käsittelee useimmiten kunnan ympäristölupaviranomainen. Suurten tehtaiden ja laitosten luvat käsittelee lääninhallitus. Lupia käsiteltäessä otetaan erityisesti huomioon pohjaveden suojeleminen. On ensiarvoisen tärkeää, että luvan myöntävällä viranomaisella on tarkat tiedot alueen maaperästä. Maaperätietojen tarve on erityisen suuri uusien kaatopaikkojen perustettaessa.

Maanteillä ja rautateillä kuljetetaan paljon öljyä ja vaarallisia kemikaaleja. Uusia teitä ja ratoja rakennettaessa otetaan huomioon pohjaveden saastumisriski. Tarvittaessa pohjavesi suojataan tiiviillä maa-aineksilla ja ojitusjärjestelyillä. Riski on siten uusilla teillä huomattavasti pienempi kuin aiemmin rakennetuilla teillä, joita perustettaessa ei ole varauduttu onnettomuuksiin.

Vanhat tiet ja radat on usein rakennettu pohjavesialueiden yli ilman suojauksia. Jotta voidaan pienentää näillä väylillä kuljetusten pohjavedelle aiheuttamia riskejä, tarvitaan riittävästi tietoa maaperän vedenläpäisevyydestä. Tietojen avulla voidaan toimenpiteet suunnata alueille, joilla riski pohjaveden pilaantumiseen on suurin. Vanhojen teiden suojaustoimet ja varautuminen onnettomuuksiin on järkevää toteuttaa yhteistyössä tielaitoksen,



Kuva 2. Usein pohjavesikaivot sijoitetaan teknis-taloudellisista syistä entisiin maa-ainestenottoaikkoihin, kuten kuvan Kuusimäen vedenottamo. Valokuva Jukka Virtanen.

valtionrautateiden sekä palo- ja pelastuslaitoksen kanssa.

Puutteellisesti käsitellyn jäteveden johtaminen avo-ojaan voi pilata pintavesiä ja pohjavesiä. Haja-asutusalueiden jäteveden käsittelymenetelmänä käytetään usein maaperäkäsittelyä, joka on oikein toteutettuna pitkäikäinen, toimintavarma ja tehokas. Hyvään toteutukseen vaaditaan kuitenkin riittävät tiedot maaperän kyvystä imeä vettä sekä tieto

pohjaveden pilaantumisriskistä.

Uudistuvien luonnonvarojen (esim. metsien ja viljelymaan) sekä vesien suojeleminen on ehkä tärkein haaste suomalaiselle yhteiskunnalle. Kuitenkin myös uusiutumattomien luonnonvarojen (turve, kiviaines ja mineraalit) käyttöön tulisi kiinnittää huomiota. Niiden käyttö on useimmiten ollut suunnittelematonta ja se on aiheuttanut vaurioita luonnolle sekä vaarantanut pohjaveden. Uusiutumattomien luonnonvarojen käyttämisestä tulisi laatia pitkän ajan suunnitelma kestävän kehityksen vaa-

timusten mukaisesti. Suunnitelman tekemisessä tarvitaan tarkkaa tietoa siitä, miten alueen uusiutumattomat luonnonvarat sijoittuvat sekä paljonko niitä on ja millaisia ne ovat.

Lopuksi on syytä mainita ympäristöä kuormittavien toimintojen vaikutusten seuranta. Kaikki tuotannollinen toiminta aiheuttaa päästöjä ympäristöön. Näiden päästöjen seuranta ja kriittisten kuormitusten määrittäminen kuormitustekijöittäin sekä alueittain vaatii myös erilaisten maaperän muutosten tutkimusta.

1.3 Maaperän yleispiirteet Iisalmen alueella

Jouko Saarelainen

Iisalmi on syntynyt vesistökapeikkoon, ja laajat järvenselät ovat leimaa-antavia kaupungin ydinalueelle. Keskustan länsipuolella aukeaa Porovesi. Kilpivirta ja Paloisvirta yhdistävät koillisesta Kainuun rajoilta lähtevän Sonkajärven reitin vedet Poroveteen, ja Vieremän reitti laskee Poroveteen Koljonvirran kautta.

Iisalmen korkokuva on vaihteleva. Korkeimmat mäet ovat etelässä Lapinlahden ja Pielaveden kuntien väliin työntyvissä kiilassa. Pölönmäki (249 m) ja Auvilanmäki (238 m) kohoavat noin 100 m lähimpien pikkujärvien pinnan yläpuolelle ja 150 m Onkiveden yläpuolelle.

Ylä-Savon maaston muodot ja vaihteleva maaperä ovat peräisin jääkaudelta. Mannerjätikön kuluttama ja tasoittama kallioperä peittyi moreenikerrostumien alle. Noin puolet Iisalmen maa-alasta on moreenikerrostumien peitossa. Moreeni on syntynyt mannerjätikön irrottamasta ja kerrostamasta materiaalista, ja se on mannerjätikön alle kerrostunutta lajittumatonta, tiukkaan pakkautunutta mineraalimaata. Suurin osa moreenista on kallioperää ohuelti, yleensä alle 5 metrisenä kerroksena verhoavaa pohjamoreenia. Vain noin 1,5 % pinta-alasta on moreenikukkuloiden ja -selänteiden peitossa. Näissä moreenimuodostumissa kerrostumien paksuus voi olla useita kymmeniä metrejä. Esimerkiksi Kiuruveden tien varrella on runsaasti tällaisia moreenikukkuloita.

Mannerjätikön sisällä ja alla virranneet sulamisvesivirrat kuluttivat moreenista ainesta, jonka ne kuljettivat, huuhtelivat ja kasasivat uudelleen harjuiksi. Iisalmen alueen suurin harjujakso on Valkeiskylältä Lapinniemen kautta Iisalmen keskustaan tuleva ja tästä edelleen Peltosalmen kautta Taipaleeseen jatkuva harju. Tämä harjujakso on osa Raahesta Siilinjärven kautta Outokumpuun kulkevaa laajaa harjujaksoa. Iisalmen alueella harjujakson aines on enimmäkseen hiekkaa, ja soraa on ainoastaan Ohenmäen ja Peltosalmen välillä.

Lisäksi alueella on muutamia erillisiä pieniä harjuja Huotarissa, Kuosmansaareissa ja Pörsänmäen länsipuolella.

Savikerrostumia on noin 20 % maa-alasta. Savikerrostumat syntyivät muinaisten Itämerivaiheiden pohjalle. Heti kun mannerjätikkö oli sulanut, kerrostui silloisen Yoldiameren pohjalle moreenin päälle noin metrinpaksuinen vuosikerrallisen hiesun ja saven kerros, joka syntyi mannerjätikön sulavesien mukanaan tuomasta aineksesta ja joka myötäilee pohjan muotoja. Mitä kauemmaksi luoteeseen jätikkö vetäytyi, sitä ohuemmiksi ja saviemmiksi kerrostuvat vuosilustot muuttuivat. Kerrostuman yläosa on savisinta, ja siinä vuosilustoja tuskin enää havaitsee. Savikerrostuman ylin 10 cm on väriltään punaharmaa. Kun punaharmaa savi kerrostui, oli mannerjätikön reuna peräytynyt jo Suomenselän luoteispuolelle. Punaharmaan saven punertava väri on ilmeisesti peräisin Muhoksen ja Oulun seudun punasävyisestä savikivesestä.

Mannerjätikön sulamisen jälkeen maa kohosi nopeasti ja veden syvyys vastaavasti pieneni. Aaltoliike ja virtaukset kuluttivat mataloituneilta alueilta pois aiemmin kerrostuneita savi- ja hiesukerrostumia. Aines kerrostui uudelleen painanteisiin ja alaiden pohjalle. Näin syntyivät nykyisten laaksojen ja alavien alueiden useita metrejä paksut savikerrostumat.

Alueen suot ovat syntyneet pääasiassa pienten järvien tai lampien umpeenkasvuna, mistä on osoituksena liejukerrostuma suon pohjalla. Osa soista on syntynyt myös metsämaan soistumina. Ensimmäisten soiden kehitys on alkanut heti mannerjätikön sulamisen jälkeen kuivaksi maaksi jääneillä alueilla. Suurin osa soista on syntynyt kuitenkin vasta muinaisten Itämeren vaiheiden ja Suursaimaa-vaiheen päättymisen jälkeen. Yli metrin syvyisiä soita on hieman yli 10 % maa-alasta.

LÄHDEKIRJALLISUUTTA

Kukkonen E. & Sahala L. (toim.) 1988. Iisalmen kartta-alueen maaperä. Summary: Quaternary deposits in the Iisalmi map sheet area. Geologian tutkimuskeskus, Maa-

peräkartojen selitykset 1 : 100 000. Lehti 3341, 45 s. Maaperäkartat 1:20 000. Karttalehdet 3341 01–06. Espoo: Geologian tutkimuskeskus; Helsinki: Maanmittauslaitos.

2 IISALMESTA TUOTETUT TEEMAKARTAT

Esa Kauniskangas

Geologian tutkimuskeskus hankki vuoden 1992 lopulla paikkatietojärjestelmän (Geographical Information System, GIS). Jokaiseen toimipisteesseen (Kuopioon, Otaniemeen ja Rovaniemelle) ostettiin UNIX-työasema ja kolmen yhtäaikaisen käyttäjän ARC/INFO-ohjelmistolisenssi. Samana vuonna oli Kuopioon hankittu Versatec-väripinta-*piirturi*, jolla voidaan tulostaa kartat A0-kokoon saakka.

Väli-Suomen aluetoimistossa aloitettiin GIS-järjestelmän käyttö vuonna 1993, ja tämä mahdollisti laajojen geologisten, geofysikaalisten ja geokemiallista tietoa-aineistojen entistä tehokkaamman yh-

distämisen ja analysoinnin. Iisalmen teemakartat on tuotettu tulkitsemalla GTK:n valmista numeerista tietoa-aineistoa ja liittämällä siihen muualta saatavaa paikkatietoa.

GTK:ssa on käynnissä maaperä- ja kallioperäkartojen numeeristaminen FINGIS-karttatuotantojärjestelmään. Kuvankäsittelylaboratorioissa on suoritettu mm. geofysikaaliseen mittausaineistoon ja satelliittikuviin pohjautuvaa kuvatulkintaa. Lisäksi on käytetty pääosin itse tehtyjä grafiikkaohjelmia tuottamaan karttoja analyysitietokannoista. Ongelmana on ollut näiden ohjelmistojen rajoittuminen vain yhden tietotyypin joustavaan käyttöön.

2.1 Lähtöaineistot

Teemakarttatuotannon perusaineiston muodostavat maa- ja kallioperäkartat, geofysikaaliset tiedot sekä pistekohtaiset kairaus- ja tutkimustiedot. Maaperän peruskartta 1:20 000 kuvaa maalajien jakautumista metrin syvyyteen maanpinnasta. Kallioperäkartta kertoo irtaimen maapeitteen alla olevan maapallon kiinteän kuoren koostumuksesta. Geofysikaalisista matalalentomittausaineistoista saadaan tiedot kallioperän magneettisten, sähköisten ja radiometristen ominaisuuksien vaihteluista. Eräs tärkeä käyttökohde tälle lentoaineistolle on ruhjetulkinta eli kallioperän rikkonaisten osien selvittäminen. Pistekohtaisia ominaisuustietoja on

geokemiallisista maalaji- ja vesianalyyseista, maaperäkairauksista, turvetutkimuksista sekä kalliopaljastumien maastohavainnoista.

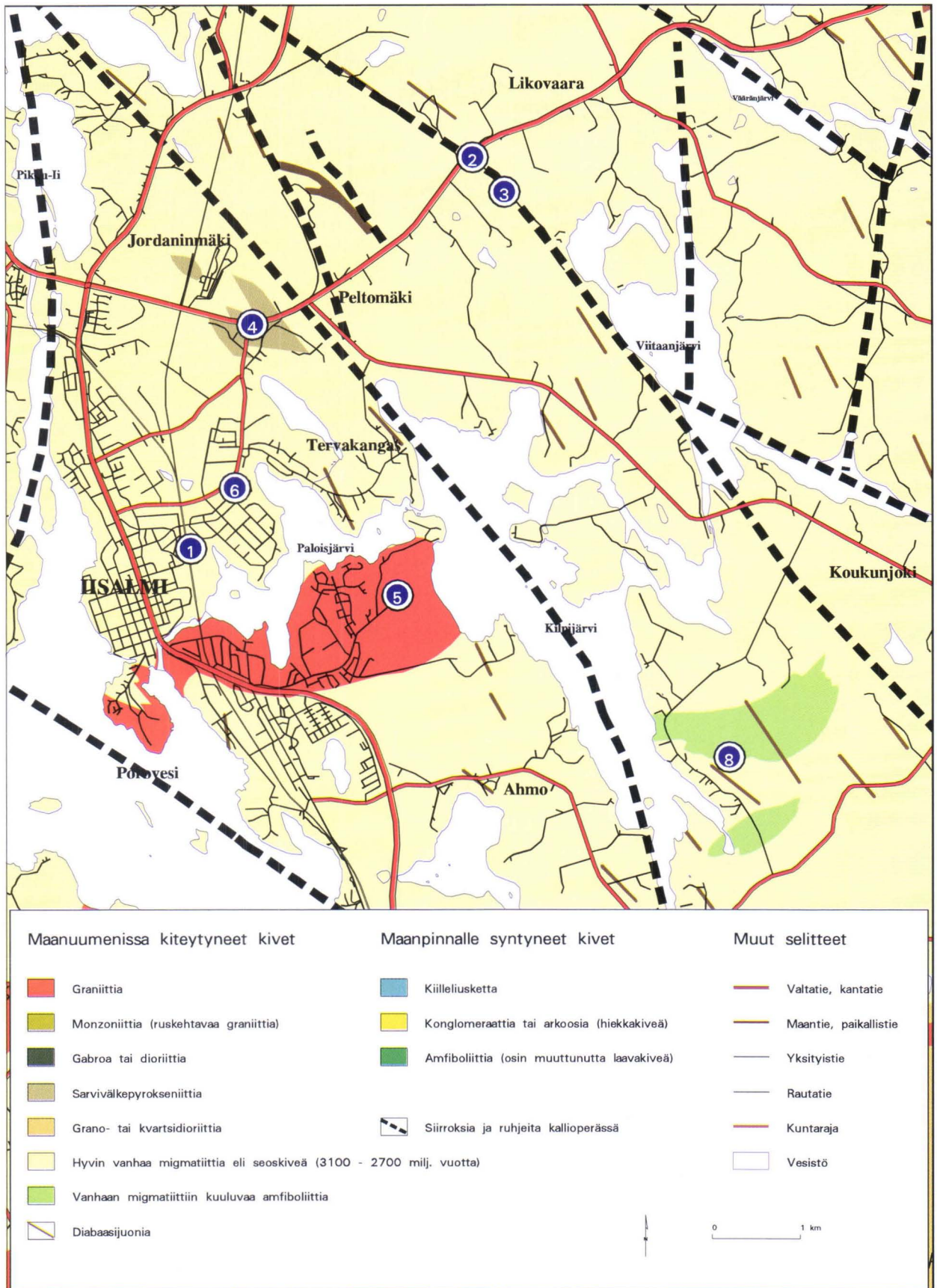
Iisalmen kaupunki toimitti omia vektori- ja ominaisuustietoa-aineistojaan karttoihin yhdisteltäviksi. Näitä tietoja ovat tiestö, paikannimistö, laitosten sijaintitiedot sekä kaivovesianalyysitulokset. Myös lääninhallituksen ylläpitämiä rajoitetietoja hyödynnettiin. Lisäksi ostettiin maanmittauslaitokselta kaupungin vesistö- ja peltorajat sekä rasteri- ja vektorikorkeusaineistoja. Iisalmen alueelta on käytössä myös GTK:n ostama Landsat-satelliittikuva.

2.2 Menetelmät ja tulkinta

Jotta paikkatietoja on voitu tulkita kuntakohtaisiin teemakarttoihin, on käytetty lukuisia GIS-ohjelman tarjoamia toimintoja. Jokainen numeerinen tema (maaperän vedenläpäisevyys, kallioperän ruhjeet jne.) säilytetään GIS-ohjelmassa omana tasonaan. Näin kukin tulkittu aihepiiri on erikseen käytettävissä teemakarttoja koottaessa. Jos kuviosta tallennetaan vain niitä rajaavat viivat, puhutaan vektoritietomallista. Tällä tavalla on tallennettu kallioperä- ja maaperäkartta-aineistot. Vektoritasojen lisäksi on teemakarttojen tekemisessä käytetty rasteriaineistoja. Rasteritietomallissa jokaiseen nelikulmaiseen ruutuun eli pikseliin liittyy arvo, joka tyypillisesti on geofysikaalinen tieto tai

vaikkapa keskimääräinen korkeus pikselin edustamassa maastokohdassa. Paikkatieto-ohjelmistossa pisteeseen, viivaan tai alueeseen voidaan liittää ominaisuustietoa. Esimerkiksi maaperäkartassa jokaisen maaperäalueen tunnuspisteeseen on liitetty ominaisuustietona sen maalajikoodi. Halutun luokituksen määrittelyyn teemakartalle vaaditaan geologista asiantuntemusta, ja siksi GTK myy aineistonsa ensisijaisesti tulkittuna.

Numeeristettu aineisto voi olla minä tahansa koordinaattijärjestelmänä. ARC/INFO:lla voidaan muuntaa kartta esimerkiksi joidenkin kuntien käyttämään omaan koordinaattijärjestelmään. Suositeltavaa on kuitenkin käyttää yhtenäiskoordinaatis-



Kuva 3. Kallioperäkartan selite ja ote kallioperäkartasta. Karttaan on merkitty numeroituja kohteita, joissa voi tutustua Iisalmen kallioperän tavallisimpiin kivilajeihin.

toa, joka on käytössä myös automaattisilla mittauslaitteilla (GPS) sijaintia määrittäessä. Numeerisia teemakarttoja tarkasteltaessa on muistettava, että tallennusmittakaava ratkaisee aineiston käytettävyyden. GIS-ohjelmistolla mittakaava voidaan vapaasti valita, mutta esimerkiksi 1:100 000-mittakaavaisena toimitettua tietoa ei voi käyttää mittakaavassa 1:20 000. Millimetrin virhe (joka tallentaessa helposti syntyy) 1:100 000:n mittakaavassa on maastossa 100 metriä, kun vastaava virhe numeeristettaessa 1:20 000 mittakaavaan on maastossa vain 20 metriä.

GTK:n ominaisuustiedot ovat pääosin relaatiotietokantoina. Relaatiokannat sisältävät useita tauluja, joihin tieto on järjestetty asiakokonaisuuksiksi. Esimerkiksi kalliopaljastumasta voi olla useita kivilajihavaintoja, useita näytteitä ja kemiallisia analyyseja. Nämä tiedot tallennetaan omiin tauluihinsa, jotka liittyvät paljastuman yleistiedot sisältävään tauluun. Ominaisuustiedot linkitetään karttatason pisteisiin, jonka jälkeen tiedot ovat käytävissä kyselyissä ja paikkatietoanalyyseissa.

GIS-ohjelmiston analyysitoiminnoista yleisimpiä ovat aluevalinnat joko rajaamalla kohde ruudulla näkyvästä kartasta tai etsimällä tietyt ehdot täyttävät kohteet ominaisuustiedon perusteella. Rutiinotoimintoja ovat myös kohteen ominaisuuksien kysely ja tilastollisten tunnuslukujen laskeminen kohdejoukoista. Alueiden pinta-alat ohjelmisto laskee automaattisesti, kun alueen rajaviivoihin tehdään muutoksia. Aineistoa voidaan paloitella minkä tahansa monikulmion rajaviivan mukaan. Tällä toimenpiteellä kaikki käytetyt aineistot — niin rasteri- kuin vektorimuotoisetkin — saadaan

leikattua esimerkiksi kuntarajan mukaan. Pisteiden, viivojen tai alueiden ympäriltä voidaan laskea vaikutus- eli puskurivyöhykkeitä. Iisalmen pääteiden vaikutusalueiksi on ympäristövaikutuskartassa laskettu 100 m leveä vyöhyke tien molemmin puolin ja tulkittu vyöhykkeeltä riskialueet. Vastavalla menetelmällä voidaan esimerkiksi etsiä teollisuudelle sopivia sijoituskohteita rajaamalla toivottu sijainti halutulle maapohjalle ja tietylle etäisyydelle tiestä tai vesistöä.

Korkeusaineistoa voidaan hyödyntää monipuolisesti GIS-tekniikalla. Vinalaistussa tasomaisessa korkeusmallissa mittakaava säilyy tarkkana (ks. raskasmetallikartta). Topografia on esitettävissä myös perspektiiviesityksenä, jolloin mallin pinnalle saadaan tulostettua mitä tahansa muuta tietoa. Perspektiiviesitys ei kuitenkaan ole mittakaavaltaan tarkka. Rinteiden kaltevuudet ja kahden tason väliin sijoittuvan maalajimuodostuman massat ovat niin ikään laskettavissa korkeustiedoista.

Teemakarttojen taustana voidaan käyttää maanmittauslaitoksen tekemää rasterimuotoista pohjakarttaa. Sen viivat saadaan tulostettaessa näkyväksi muiden aineistojen läpi. Pohjakartta on hankittava oikeassa mittakaavassa eli tässä tapauksessa tarvittaisiin 1:50 000:n rasteripohjakarttaa, jota ei ole kaikkialta Suomesta saatavilla. Tarkempaa 1:20 000-mittakaavaista rasteripohjakarttaa ei kannata käyttää, koska tulostuslaitteiden erotuskyky ei riitä toistamaan pieniä kuvioita kunnolla. Vektorimuotoisissa aineistoissa ei tätä ongelmaa ole, mutta niiden käyttöoikeuksien hinta on olennaisesti vastaavia rasteriaineistoja kalliimpi.

3 KALLIOPERÄKARTTA

Jorma Paavola

Kallioperäkartta on yleiskartta, joka kertoo, mitä kivilajeja alueella on kalliopaljastumissa havaittu. Se sisältää tulkinnan myös maapeitteiden alla olevan kallioperän laadusta. Kartta soveltuu hyvin opetusmateriaaliksi ja omatoimiseen seutukunnan kiviin perehtymiseen ja geologian opiskeluun. Karttaan on merkitty tutustumiskohteiksi soveltuvia alueen kallioperän tavallisimpia kivilajityyppejä. Retkeilykohteet esitellään tämän luvun lopussa.

Iisalmen kaupunkialueen kallioperäkartta (kuva 3) pohjautuu 1:100 000:n mittakaavaan painetuihin kallioperäkarttoihin 3341 Iisalmi, 3332 Lapinlahti, 3314 Pielavesi ja 3323 Kiuruvesi. Karttalehtiin on suomenkielinen selitysvihkonen. Varsin

nainen kartoitustyö tehdään 1:20 000:n peruskarttamittakaavassa, jolloin käydään läpi kaikki alueen kalliopaljastumat. Niistä määritetään kivilajit, tehdään rakennemittaukset ja tarvittaessa otetaan tyyppinäyte, josta mitataan sen fysikaaliset ominaisuudet ja usein tehdään myös ohuthie (0,03 mm:n paksuinen leike) mikroskooppitutkimuksia varten. Kallioperän hyvä paljastuneisuus lisää karttakuvan tarkkuutta. Huonosti paljastuneiden tai täysin paljastumattomien alueiden kallioperän selvittämisessä on geofysikaalinen matalalento- ja maastomittausaineisto erityyppisine tulosteineen korvaamaton apu.

Itä-Suomen kallioperä on pääosin arkeeista eli yli 2 500 miljoonaa vuotta vanhaa. Valtaosa myös Iisalmen, kuten koko Ylä-Savon alueen kallioperä-



Kuva 4. Raitainen migmatiitti on Iisalmen yleisin kivilaji. Tummat amfiboliittiraidat ovat yli 3000 miljoonaa vuotta vanhoja. Valokuva Jorma Paavola.

rästä, on arkeista raitaista migmatiittia eli seoskiveä (kohde 1), jonka vanhinta, tummaa amfiboliittista ainesta suonittaa vaalea ja karkearakeinen kvartsista ja maasälvästä koostuva aines (kuva 4). Arkeisia kiviä on ajoitettu eri isotooppimenetelmillä muutamista kohteista Ylä-Savon alueelta. Lapinlahden Mäkikylän Kiikkukallion ajoitustulos (3136 ± 20 miljoonaa vuotta) on toistaiseksi korkein ikä Suomen arkeisesta kallioperästä, joka valtaosin on ‘vain’ 2800–2700 miljoonan vuoden ikäistä. Kansainvälisestikin Ylä-Savon kallioperä on Euroopan vanhimpiin kuuluvaa. Maailman muilta arkeisilta alueilta on tosin mitattu huomattavasti suurempiakin ikä — suurin Kanadasta, lähes 4000 miljoonaa vuotta.

Proterotsooiset (< 2 500 miljoonaa vuotta vanhat) sulasta syntyneet kivet ovat tunkeutuneet vanhempaan, arkeiseen kallioperään. Tällaisia kiviä ovat mm. diabaasijuonet (“musta graniitti”) (kohde 6) sekä grano-, kvartsidioriitit (kohde 7) ja graniitit (kohteet 5 ja 9). Iisalmen kaupunkialueen kallioperäkartan länsiosissa näkyvät liuskeet ja

amfiboliitit ovat alun perin proterotsooisena aikana maan pinnalle kerrostuneita hiekkvoja, savia ja erilaisia tuliperäisen toiminnan tuotteita.

Lohkomainen rikkonaisuus on ominaista Ylä-Savon kallioperälle, jota leikkavat mittavat siirrosruhjeet. Osa ruhjeista voidaan havaita jo maastossa, osa näkyy geofysikaalisilla kartoilla. Ruhjeiden kivet ovat hiertyneet useiden kilometrien syvyydellä maankuoressa, ja ne ovat yleensä tiiviitä ja hienorakeisiksi kiteytyneitä ns. myloniitteja (kohde 2). Ylempänä maankuoressa syntyneissä ruhjeissa saattaa toisaalta olla tiheästi rakoilevaa tai murskaantunutta kiveä, jossa kalliopohjavedelläkin on tilaa kiertää.

Iisalmen kallioperäkarttaa voidaan käyttää lähtötietona valittaessa kohdealueita eri toiminnoille. Toteuttamisvaiheessa kohteelliset hankkeet, kuten kiviaineksen otto, kaatopaikan sijoitus tai kalliopohjaveden etsintä, vaativat karttakuvan tarkentamista ja lisätutkimuksia. Jokaisessa kallioperän erityistutkimuskohteessa harkitaan tarvittavat lisätutkimusmenetelmät, kuten erilaiset geofysiikan maastomittaukset, maatutkaus tai kairaus.

3.1 Retkeilykohteita

1) Makkaralahti (3341 05A, x = 7051.600, y = 3510.100)

Iisalmen ratapihan laidalle on louhittu pitkä kallioseinä alueen valtakivilajiin, jota kutsutaan migmatiitiksi eli seoskiveksi. Se koostuu nimensä mukaisesti eri ikäisistä (3100–2700 miljoonaa vuotta vanhoista) komponenteista, joista valkeat osat ovat nuorinta ja tummat osueet vanhinta ainesta.

2) Pohjoisvuori (3341 05B, x = 7056.100, y = 3513.300)

Mittavan siirrosruhjeen vahvasti hiertynyt kivi eli myloniitti (kvartsi-epidoottikivi). Ruhjeeseen liittyy runsaasti juonikvartsia, jota on aikanaan louhittu ilmeisesti lasiteollisuuden tarpeisiin. Myloniittinen kvartsi-epidoottikivi soveltuu korukiveksi. Epidootti on lasikiiltoinen, kellanvihreä mineraali.

3) Pohjoisvuori (3341 05B, x = 7055.700, y = 3513.660)

Edelliseen ruhjeeseen liittyvä murroskivi, tektoninen breksia. Myloniitti on siis myöhemmissä liikunnoissa särkynyt murskaleiksi, ja välitilat ovat täyttyneet juonikvartsilla.

4) Poskimäki (3341 05A, x = 7054.180, y = 3510.800)

Tieleikkaus mustaa (emäksistä eli pii-köyhää) kiveä, jota on kutsuttu sen mineraalikoostumuksen mukaan sarvivälkepyrokseeniitiksi tai pyroseenihornblendiiitiksi.

5) Paloisvuori (3341 05A, x = 7051.060, y = 3512.440)

Tasalaatuinen, harmaa graniitti, jota on louhittu rakennuskiveksi.

6) Pitkälahti (3341 05A, x = 7052.300, y = 3510.600)

Emäksinen (gabro-koostumuksinen) juonikivi eli diabaasi. Diabaasi on tyypillisimmillään tumma, massamainen ja tasarakeinen kivilaji, jossa voi usein nähdä sokin sokin vaaleita plagioklaasiliistakkeita.

7) Palomäki (3341 04D, x = 7045.580, y = 3519.360)

Tasalaatuista, keskirakeista kvartsidioriittia.

8) Levämäki (3341 04D, x = 7049.200, y = 3516.200)

Granaattipitoinen amfiboliitti. Alueella on lukuisia näyttäviä paljastumia, joissa on poikkeuksellisen runsaasti punaista granaattimineraalia.

9) Kukkerinvuori (3341 04A, x = 7041.270, y = 3514.740)

Punertavaa, tasalaatuista graniittia.

LÄHDEKIRJALLISUUTTA

Marttila, E. 1981. Kiuruveden kartta-alueen kallioperä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the Kiuruvesi map-sheet area. Suomen geologinen kartta 1:100 000, Kallioperäkarttojen selitykset, lehti 3323, 48 s.

Paavola, J. 1988. Lapinlahden kartta-alueen kallioperä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the Lapinlahti map-sheet area. Suomen geologinen kartta 1:100 000, Kallioperäkarttojen selitykset, lehti 3332, 60 s.

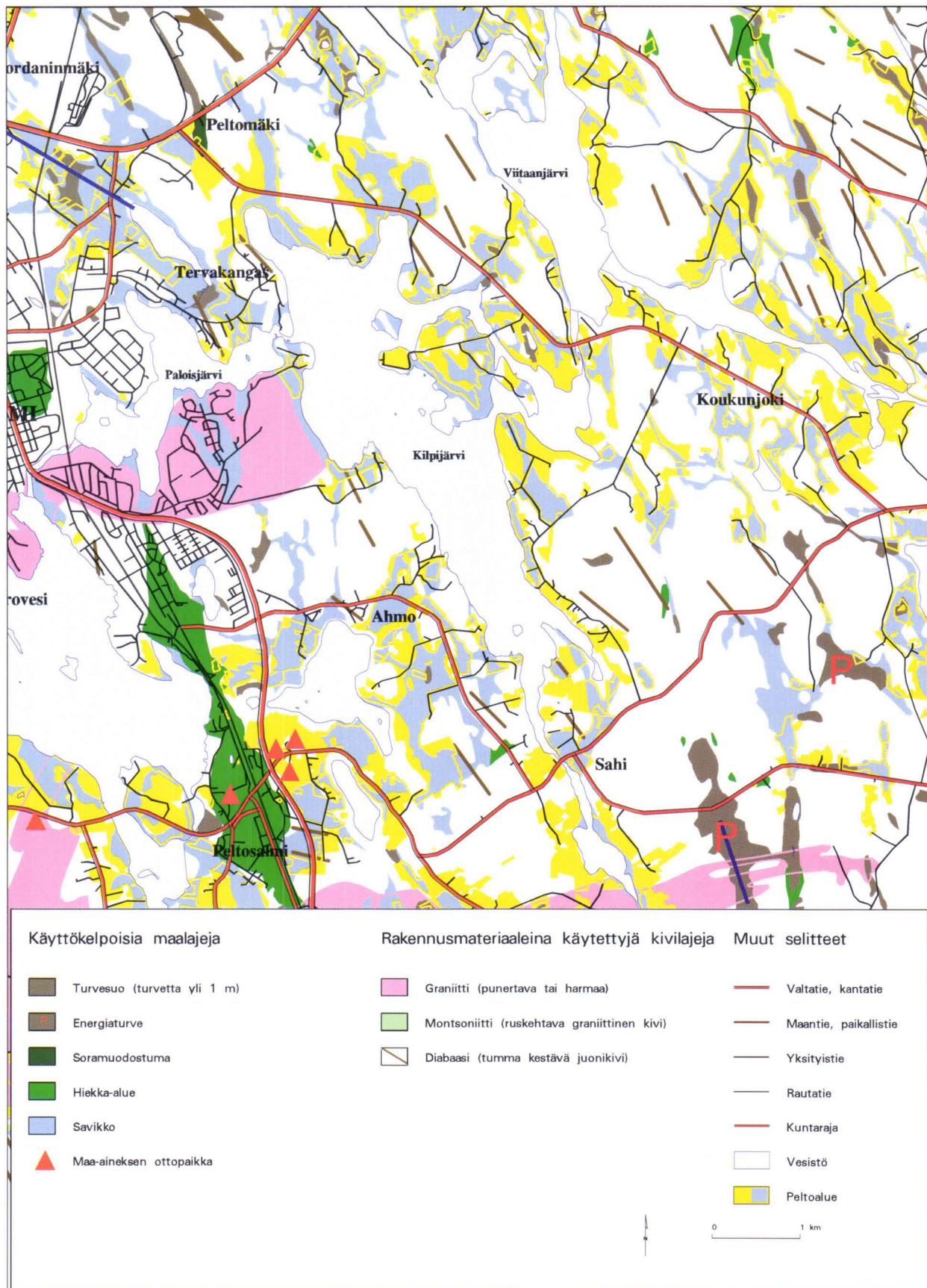
Paavola, J. 1991. Iisalmen kartta-alueen kallioperä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the Iisalmi map-sheet area. Suomen geologinen kartta 1:100 000, Kallioperäkarttojen

selitykset, lehti 3341, 44 s.

Paavola, J. 1993. Mitä erityistä Ylä-Savon kallioperässä? Savon luonto 24, 11–13.

Salli, I. 1983. Pielaveden kartta-alueen kallioperä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the Pielavesi map-sheet area. Suomen geologinen kartta 1:100 000, Kallioperäkarttojen selitykset, lehti 3314, 28 s.

Toivola, V. 1988. Varpaisjärven alueen diabaaseista. Julkaisematon pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto, geologian ja mineralogian laitos. 73 s.



Kuva 5. Luonnonvarakartan selite ja ote luonnonvarakartasta. Iisalmessa on runsaasti käyttökelpoisia maalajeja sekä rakennusmateriaaleina käytettyjä kivilajeja.

4 MAANKAMARAN LUONNONVARAT

Luonnonvarakartta osoittaa maa- ja kallioperän mahdollisten luonnonvarojen sijainnin. Luonnonvarakartan tiedot ovat suuntaa-antavia, yleiskaava- ja seutukaavatarkasteluun tarkoitettuja. Yksityiskohtaiset luonnonvaratiedot on aina selvitettävä esiintymäkohtaisesti.

Luonnonvarakartan (kuva 5) kivilajitiedot pohjautuvat koko alueen kattavaan kallioperäkartaan. Maaperätiedot ovat tarkemmat kartta-alueen keskiosassa, josta on tehty maaperän peruskartoitus, mutta epätäydellisemmät alueen itä- ja länsiosassa. Maaperän tärkeimpiä luonnonvaroja ovat maa-ainekset: hiekka, sora ja savi, turve (energiaraaka-aine) sekä pohjavesi. Pohjavesitiedot on esitetty erikseen vedenhankintakartalla. GTK:n luonnonvara-arkistoissa on tietoa sora- ja hiekkavaroista, savesta ja energiaturpeesta. Kallioperän luonnonvaroista on karttaan merkitty rakennusmateriaaleina käytettyjä kivilajeja: graniitti, montsoniitti ja diabaasi.

Iisalmen alue on sikäli poikkeuksellinen, että siellä on teollista käyttöä kaikille alueen maaperän luonnonvaroille. Hiekka ja soravaroja hyödynnetään rakennuselementiteollisuudessa, savea on hyödynnetty Soinlahden tiilitehtaalla ja turvetta Iisalmen energialaitoksella. Energiaturve tuodaan kuitenkin tällä hetkellä muissa kunnissa olevilta turvesoilta.

Ylä-Savon alueella on myös rakennuskiviteollisuudella pitkät perinteet. Alueella on menossa GTK:n rakennuskiviprojekti, jossa myös Iisalmen alueen kaikki kohteet tarkistetaan ja lupaavimmat tutkitaan tarkasti. Varpaisjärven kunnan alueella vuosina 1992–93 toteutettiin vastaavanlainen projekti ja se tuotti yhden välittömästi tuotantoon otetun kohteen ja lisäksi muutaman hyvin lupaavan alueen jatkotutkimuksiin. Mainittakoon, että Varpaisjärven alueen lupaavimpia rakennuskivityyppejä (diabaaseja ja erilaisia seoskivityyppejä) esiintyy myös Iisalmen alueella.

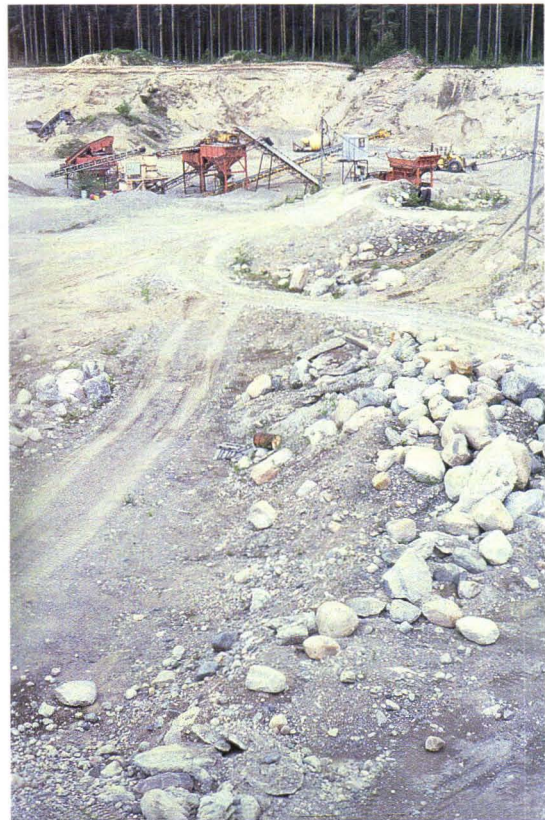
4.1 Käyttökelpoiset maalajit

Keijo Nenonen

4.1.1 Sora ja hiekka

Iisalmen pohjaveden pinnan yläpuolella olevat sora ja hiekkavarat on arvioitu Geologian tutkimuskeskuksen ja Tie- ja vesirakennuslaitoksen yhteistyönä (Tikkanen ja Niemelä 1975). Osa 70-luvulla arvioiduista hiekka ja soraesiintymistä on jo hyödynnetty. Maaperän peruskartoituksen myötä on kertynyt uutta aineistoa maa-ainesten arviointiin. Iisalmen kaupungin alueella on 1392 hehtaaria hiekka ja soramaita. Niissä on 1,2 miljoonaa m³ murskauskelpoista karkeaa soraa, 6,4 miljoonaa m³ soravaltaista ainesta ja 60,2 miljoonaa m³ hiekkavaltaista ainesta pohjaveden pinnan yläpuolella.

Tärkein alueellinen maa-ainesmuodostuma on Iisalmen läpi kulkeva valtakunnallinen Raahen-Siilinjärven-Outokummun harju, jossa Iisalmen kohdalla ovat Kilmulan (n. 3 miljoonaa m³), Karinahon (n. 7 miljoonaa m³), Peltosalmen (n. 12 miljoonaa m³), Pakaskylän (n. 7 miljoonaa m³) ja Ohenmäen (n. 20 milj. m³) maa-ainesmuodostumat. Ohenmäen muodostumassa on suurin osa Iisalmen alueen maa-ainesten ottoapaikoista. Muodostuman 1 miljoonan m³:n murskauskelpoisesta ja 3 miljoonan m³:n soravaltaisesta aineksestä tosin huomattava osa on jo käytetty (kuva 6). Ohenmäen harjumuodostuman maa-ainesvarojen hyödyntämistä rajoittaa se, että harju on Iisalmen kaupungin tärkeä pohjavesivarasto. Pääharjumuodostuman ulkopuolella on pienialaisia rantakerrostumia ja



Kuva 6. Iisalmen maa-ainesten ottoapaikoista suurin osa on Ohenmäen muodostumassa. Valokuva Jukka Virtanen.



Kuva 7. Soinlahden tiilitehdas on hyödyntänyt alueen savivarvoja. Kuvassa etualalla näkyy tehtaan tiilisaviraaka-ainetta. Valokuva Jukka Virtanen.

muuta lajittuneita muodostumia, joissa on yleensä hiekkavaltaista ainesta ja pieniä määriä soravaltaista ainesta. Niiden pohjaveden pinnan yläpuolisten maa-ainesvarojen määrä vaihtelee suuresti muodostuman kerrospaksuuden mukaan ja on yleensä noin 100 000 m³. Pienialaisilla maa-ainesmuodostumilla on paikallista merkitystä kyläkunnille ja paikallisteiden kunnossapidolle, eikä niiden hyväksikäyttö yleensä uhkaa tärkeitä pohjavesialueita.

Kartalla on esitetty hiekka- ja soravarvoja sisältävät alueet, mutta ei tarkkaa tietoa maa-ainesta-seesta. Maa-ainesten tilakohtaista omatarvekäyttöä laajempi hyödyntäminen vaatii maa-ainelain edellyttämät ottopaikkakohtaiset tutkimukset ja viranomaisten myöntämän maa-aineluvan. Lisätutkimuksilla selvitetään erilaisten maa-ainesten tarkka määrä ja paikalliset pohjavesiolot. Geologian tutkimuskeskus tekee tarvittavia inventointeja ja selvityksiä tilaustyönä.

4.1.2 Savi

Iisalmen pohjoispuolella toiminut Soinlahden tiilitehdas on alueen ainoa savea hyväksikäyttävä laitos. Rakennusalan suhdanteen vuoksi tiilitehdas on ollut pysähdyksissä vuodesta 1993 lähtien (kuva 7).

Iisalmen ympäristön savien tiiliteknisiä ominaisuuksia on tutkittu laajasti 1970- ja 1980-luvulla (Sahala 1982 ja Kukkonen ja Sahala 1988). Tutkimusaineiston savista 12,5 % kuului tiilisavi-luokituksen parhaaseen tyyppiin, jossa savilajitetta on 30–40 %, hiesua 35–45% ja loput hieta-

lajitetta. Teknisesti käsittelykelpoista tiilisaveksi soveliaista savea oli lisäksi 26,5 % koealueiden tutkituista näytteistä. Romun (1978) tekemien selvitysten mukaan Iisalmen seudun hiesusavet soveltuvat kuivauskutistuman, muovauskosteuden ja tiilenpolttokokeiden perusteella hyvin tiilien valmistukseen. Saven tekninen käyttö edellyttää kuitenkin homogenisointia, muokkausta ja osin hiekan lisäystä, jolloin luonnonsaven laatuerot tasoittuvat. Savialueiden kuiva pintaosa, i. kuivakuori, on usein käyttökelpoista tiilien raaka-ainetta, sen sijaan tiiliteollisuudelle ei kelpaa kuivakuoren alla oleva sininen savi, joka on vesipitoista ja pelkistyneessä tilassa. Iisalmen alueen savikoilta löytyy raaka-ainetta tiiliteollisuuden tarpeisiin myös tulevaisuudessa. Kartalla (kuva 5) savi käsittää sekä hiesu- että savimaat, jotka yleensä ovat viljeltyjä. Laajimmat raivaamattomat metsämaapohjana olevat savialueet ovat kartan mukaan Suokylästä, Lampaanjärveltä ja Kumpuselta.

4.1.3 Turve

Iisalmen sähkö- ja kaukolämpölaitos käyttää kaukolämmön tuottamiseen pääasiassa turvetta, joka kuljetetaan Oulun läänistä Turveruukki Oy:n turvetuotantoalueilta. Energialaitos polttaa turvetta noin 100 000 m³ (1993:n tilasto) ja tuottaa kaukolämpöä 81 468 MWh vuodessa. Kaupungin energiantuotannosta turpeen osuus on n. 60 %.

Suomen turvevaraselvityksen (Lappalainen ja Hänninen 1993) mukaan Iisalmen 2 655 hehtaarin suoalasta on tutkittu 693 ha eli 26 %. Iisal-

men alueella on kaikkiaan 21 pinta-alaltaan yli 50 ha:n suota. Tutkittujen soiden keskisyvyys on noin 1,1 m, ja tutkittu turvemäärä on kaikkiaan 7,8 miljoonaa m³. Koko Iisalmen kaupungin suoalan sisältämäksi turvemääräksi on arvioitu 30,1 miljoonaa m³. Turvetuotantoon käyttökelpoista suoalaa on 146 hehtaaria, jolla on energiaturpeeksi kelpaavaa ainesta 2,8 miljoonaa suokuutiometriä. Kuiva-ainetta tämä turvemäärä sisältää 0,2 miljoonaa tonnia ja sen energiasisältö on 1,6 miljoonaa MWh.

Iisalmen alueen suot ovat pienialaisia. Karttaan on merkitty 14 energiaturvetuotantoon soveltuvaa suota. Kaupungin länsiosassa on laajoja soita, joita ei ole vielä inventoitu. Paras suo on 77 ha:n Pölöhsuo, jonka 1,25 miljoonasta suokuutiometristä 620 000 suokuutiometriä kelpaa energiaturvetuo-

tantoon. Muilla karttaan merkityillä energiaturvesoilla on yleensä yli 100 000 suokuutiometrin potentiaali pienimuotoiseen turvetuotantoon, esimerkiksi tilakohtaiseen palaturvetuotantoon, jos materiaalilla on kaupallista kysyntää.

Iisalmen alueen suot ovat yleensä ojitettuja tai muuten ihmisen toiminnan muuttamia. Valtakunnalliseen soidensuojeluohjelmaan kuuluvia soita ei ole Iisalmissa. Soiden osuus maapinta-alasta on runsas 10 %. Turvemaiden ja järvi- ja järvikuivoiden yhteydessä on myös lieju- ja multamaita, jotka saattavat olla hyviä raaka-ainelähteitä viherrakentamiseen ja maanparannukseen. GTK:n suotietorekisteristä ja turvearkistosta löytyy kuntakohtaista tarkkaa tietoa energiaturpeeksi soveltuvista soista.

LÄHDEKIRJALLISUUTTA

- Lappalainen, E. & Hänninen, P. 1993.** Suomen turvevarat. Summary: The peat reserves of Finland. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 117. 118 s.
- Kukkonen, E. & Sahala, L. (toim.) 1988.** Iisalmen alueen maaperä. Summary: Quaternary deposits in the Iisalmi area. Suomen geologinen kartta 1:100 000, Maaperäkarttojen selitykset, lehti 3341, 45 s.
- Romu, M. 1978.** Iisalmen alueen kvartaarisavista ja niiden tiiliteknisistä ominaisuuksista. Turun yliopisto, maaperä-

geologian osaston julkaisu 37, 34 s.

- Sahala, L. 1982.** Maaperän rakenteesta ja savien tiiliteknisistä ominaisuuksista Iisalmen ympäristössä. Julkaisematon pro gradu-tutkielma, Turun yliopisto, maaperägeologian osasto, 88 s.

- Tikkanen, J. & Niemelä, J. 1975.** Soravarojen arviointi TVL:n Kuopion piirin länsiosissa. Geologinen tutkimuslaitos, maaperäosasto, raportti P 13.3, 116 s.

4.2 Käyttökelpoiset kivilajit

Jorma Paavola

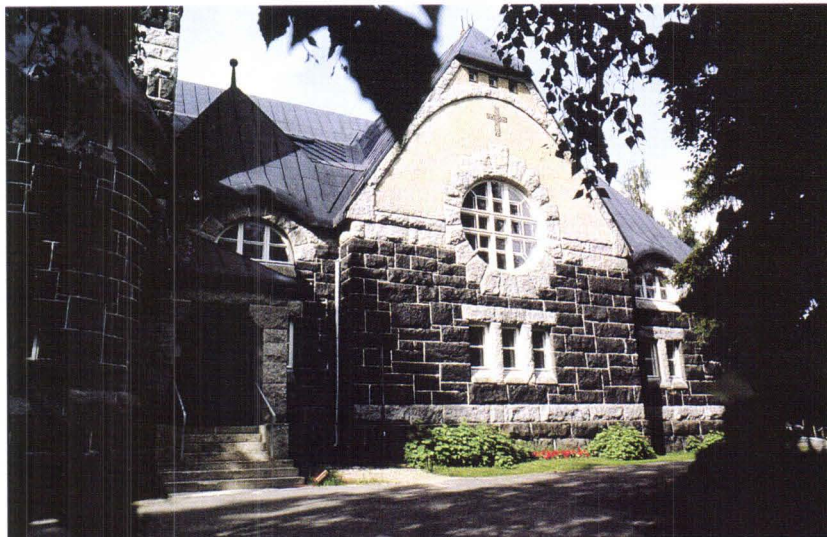
Iisalmen kaupunkialueen kallioperä ei ole malmisinnällisesti erityisen lupaavaa, mutta sen sijaan käyttökelpoisten rakennuskivien ja kalliomurskeiden hyödyntämiseen on mahdollisuuksia. Luonnonvarakartalla (kuva 5) esitetään rakennusmateriaaleina ja murskeina käytettyjä kivilajeja. Tiettyissä kivilajeissa voi olla murskekäytölle haitallista asbestia, uraania tai runsaasti kiillettä, mutta tämä voidaan ottaa huomioon jo alkuvaiheessa. Rakennuskivitutkimukset vaativat aina runsaasti yksityiskohtaista työtä kalliolla, koska kiven laatu ja eheys täytyy varmistaa tarkasti ennen louhinnan aloitusta. Suomalaisessa rakennuskivessä on ominaisuuksia, jotka tekevät ne kestäväksi kaupunkililmastossa.

4.2.1. Rakennuskivet

Hyvän rakennuskiven perusedellytys on eheys, väri ja tasalaatuisuus. Aivan viime vuosina ovat erilaiset eläväkuvioiset ja moniväriset kivityypit tulleet suosituiksi maailmanmarkkinoilla. Hyödynnettäviä rakennuskiviesiintymiä on parhaat edellytyk-

set löytää Iisalmen itä- ja eteläosista. Iisalmen alueella valtakivilajina on raitainen ja monivärinen migmatiitti eli seoskivi, jolla on käyttömahdollisuuksia rakennuskivenäkin, koska se on riittävän ehjää ja värikästä. Migmatiittien lisäksi on Iisalmissa useita erilaisia tasavärisiä graniitti-, granodioriitti- ja kvartsidioriitti-intruusioita (esim. retkeilykohteet 5, 7 ja 9 kivilajikartassa), jollaisia on perinteisesti käytetty moninaiseen rakentamiseen, kuten kivijalkoihin, seiniin, katujen kivetykseen jne. Mankonmäessä on erikoista montsoniittia, jossa on ruskehtava värisävy ja on paikoin pyöreitä kehämäisiä maasälpärakeita.

Mustille kiville on aina ollut kysyntää, koska ne ovat olleet perinteisiä hautakiviä. Poskimäessä on mustaa sarvivälkepyrokseniittia (retkeilykohde 4). Myös useat diabaasijuonet ovat tummia, ja tämän vuoksi mustat diabaasit on alueen etsityin rakennuskivi. Diabaasien hyödyntämisen estää useimmiten kiven rikkonaisuus. Honkakoskella on diabaasilouhimo, josta Sukevan Kivi Oy ottaa raaka-ainetta. Alueen diabaasia voi ihailia Sonkajärven kirkkorakennuksessa, joka on rakennettu pääosin diabaasista



Kuva 8. Sonkajärven kirkko on tehty alueen diabaasista. Valokuva Eero Pitkänen.

(kuva 8). Varpaisjärven diabaasi — kauppanimeltään “musta graniitti” — on laajalti tunnettu.

4.2.2 Murskeet

Koska hyödynnettäväksi kaavoitetut soravarat ehtyvät sekä toisaalta louhinta- ja murskaustekniikka edistyvät, on kalliomurskeen käyttö tullut yleiseksi moninaisissa tarkoituksissa.

Kallion kiviaineksen käyttäjillä on kalliomurskeen suhteen erilaisia laatuvaatimuksia. Tielaitos tarvitsee teiden päällystämiseen kiveä, joka kestää hyvin nastojen kuluttavaa voimaa. Rautatierakentamisen laatuvaatimukset painottuvat ratasepelin tärinän kestävyteen. Betoniteollisuuden kiviainekselle on tärkeää, että se ei rapaudu helposti ja rakeet liimautuvat hyvin sementtiin. Murskeeksi aiottujen kallioiden soveltuvuus voidaan alustavasti arvioida kiven mineraaleja tutkimalla. Lopullinen kiven soveltuvuus murskeeksi tehdään erilaisin testeillä, joilla saadaan kiville laatuarvot ja muotoluokat. Lujuus- ja muotoluokkia on kaikkiaan neljä. Ne määräytyvät toisistaan riippumatta heikoimman ominaisuuden mukaan.

Iisalmissa on kaatopaikan vieressä mittava murskeenottoaika, jossa tielaitos louhii ja murskaa migmatiittia ja diabaasia (kuva 9). Kumpikin näistä kivilajeista on laatuluokitukseltaan parasta ensiluokkaista päällystekiveä, joka soveltuu vilkkaasti liikennöidyn tien päällystämiseen.

Iisalmen alueella on diabaaseja, joita kannattaa tarkastella sopivina murskekohteina. Murskeapaikoja arvioitaessa on otettava huomioon laadun lisäksi myös kuljetuksen osuus hintatekijänä. Pitkät kuljetusmatkat rajoittavat usein laadultaan hyvien kallioiden hyödyntämistä kaukana asutuskeskuksista. On myös korostettava, että jokainen murskekohde on aina tutkittava yksityiskohtaisesti erikseen. Ulkonäöltään ja mineraalikoostumukseltaan samannäköinen kivi voi tarkemmissa tutkimuksissa osoittautua hauraaksi ja murenevaksi ja näin ollen käyttökelpottomaksi kiviaineksi.

4.2.3 Korukivet

Koru- ja taide-esineiden valmistamiseen sopivan kiven valinta on paljon riippuvainen siitä, pitääkö katsoja kiveä kauniina. Arvottomaltakin näyttävä kivi voi taidokkaasti hiottuna olla kaunis.

Iisalmen Pohjoisvuorella on louhos, josta on korutarkoituksiin otettu vihertävää kvartsi-epidoottikiveä (retkeilykohde 2 kivilajikartalla). Tämä kivi on saanut myös laajempaa tunnustusta, ja se mainittu jopa Suomen korukivikirjassa. Pohjoisvuoren louhoksesta on aikanaan otettu juonikvartsi lasiteollisuuden tarpeisiin. Levämässä (retkeilykohde 8) on kivessä punaviolettisia granaattirakeita (kuva 10). Granaattia käytetään korukivenä. Levämäen granaattipitoinen amfiboliitti saattaa myös soveltua korukiveksi.

LÄHDEKIRJALLISUUTTA

Virkkunen, M., Kinnunen, P. & Partanen, S. J. 1987. Suomen jalo- ja korukivet. Jyväskylä: Gummerus Oy. 136 s.
Virkkunen, M. & Partanen, S. 1994. Suomen kivet. Helsinki: Suomen matkailuliitto. 168 s.

Murskaustyöt. Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset 1993. Helsinki: Tielaitos, kehittämiskeskus. 168 s.



Kuva 9. Peltosalmen murskelouhos. Etualan kasoissa näkyy raekooltaan kahta erilaista murskaussepeä. Taustan kallioseinämässä vaalea kivi on migmatiittia ja tummat osuudet diabaasia. Valokuva Jukka Virtanen.



Kuva 10. Levämäen amfiboliittikivi sisältää runsaasti punavioletin värisiä granaattirakeita. Valokuva Jorma Paavola.

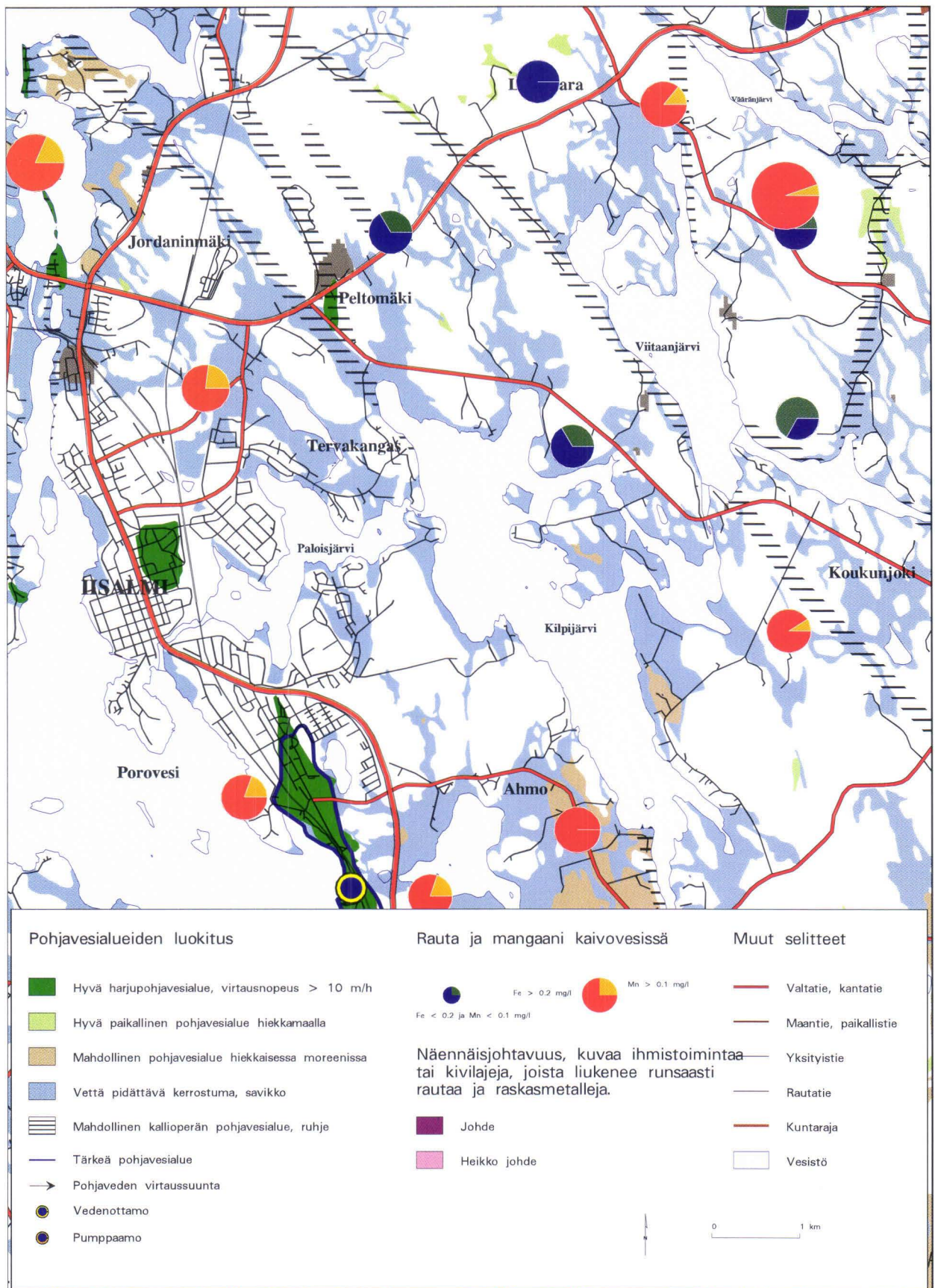
5 VEDENHANKINTAKARTTA

Esa Kauniskangas ja Keijo Nenonen

Vedenhankintakartta osoittaa geologisesti otollisten pohjavesialueiden sijainnin. Kartta soveltuu taajamien ja haja-asutusalueiden vesihuollon yleissuunnitteluun.

Numeerisesta maaperäaineistosta ja tietokannoista poimittiin harjupohjavesialueet ja esitettiin kartalla kirkkaan vihreällä (kuva 11). Näillä alueilla pohjavettä muodostuu runsaasti ja veden virtaus-

nopeus on suuri. Lisäksi maaperäkartalta eroteltiin vaaleanvihreällä hyvät, paikalliset pohjavesialueet eli hiekkamaat. Erikseen on merkitty hiekkamaat, joilla paikallisten pientalouksien tarpeet tyydyttävä pohjaveden esiintyminen on mahdollista. Myös hiekkamoreenialueilla voi olla hyvälaatuista pohjavettä, jos moreenikerrostumat sijaitsevat riittävän jyrkillä rinteillä. Vettä pidättävät ja huonosti johtavat savialueet on merkitty kartalle sinisellä.



Kuva 11. Vedenhankintakartan selite ja ote vedenhankintakartasta.

Maaperämuodostumien lisäksi pohjaveden saannin kannalta tärkeitä ovat kallioperän ruhjealueet, jotka merkittiin kartalle vaakaviivoitettuna vyöhykkeenä. Kalliopohjaveden käyttö on hyvä vaihtoehto alueilla, joilla ei ole harjuja tai muita vedenottoon sopivia maaperämuodostumia.

Pohjaveden muodostumiselle otollisten vesialueiden rajaamisen lisäksi kartalla havainnollistetaan pohjaveden laatutekijöitä geologisen tiedon pohjalta. Sähköisestä matalalentoaineistosta laskettiin näennäisjohtavuus. Tuloksesta luokiteltiin johteet ja heikot johteet, ja ne merkittiin kartalle violetin sävyillä. Iisalmen alueella voimakkaat johteet ovat hyvin pienialaisia ja heikkojakin johteita on vain vähän. Tulos kertoo johdealueina ilmenevien mustaliuskeiden ja rautakiisuja sisältävien kivilajien niukkuudesta alueella. Voimakkaita johteita tavataan Iisalmen välittömässä läheisyydessä Vierevän ja Kiuruveden kunnissa. Jos kallioperässä on runsaasti rautaa ja raskasmetalleja, on näiden aineiden pitoisuus keskimääräistä suurempi myös maaperässä ja suotuisissa hapetus-pelkistys-olosuhteissa ne myös liukenevat pohjaveteen.

5.1 Veden käyttö ja pohjavesipotentialit

Iisalmen vesilaitos käyttää vuodessa vettä 1 679 580 m³ (1993:n tilaston mukaan). Vesilaitos myy tilaajille vettä keskimäärin 4 674 m³ vuorokaudessa. Kaupunki laskuttaa puhtaasta vedestä vuodessa noin 9,8 miljoonaa markkaa.

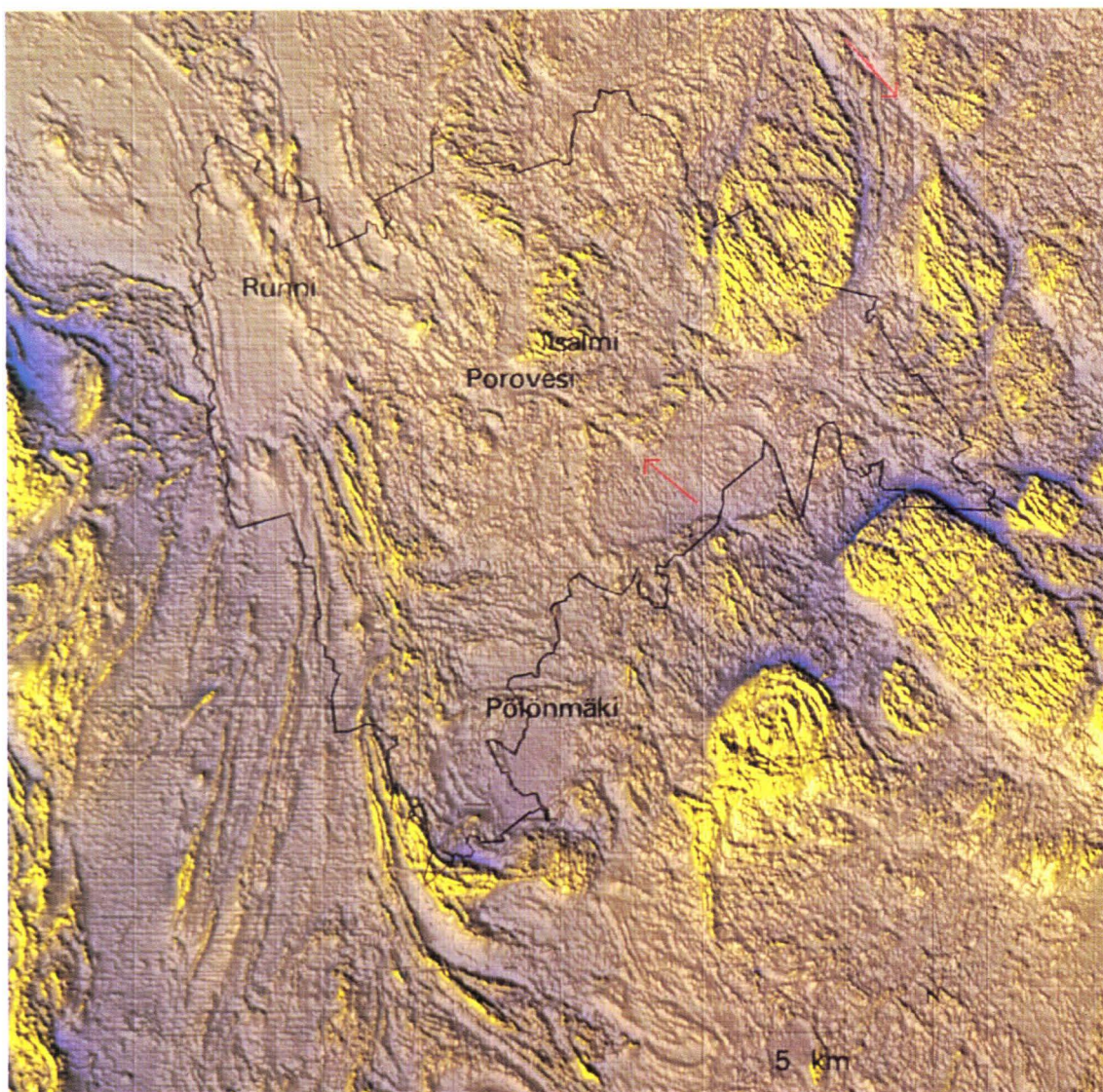
Iisalmen halki kulkeva Raahen–Siilijärven–Outokummun harju on suuri pohjavesivarasto. Iisalmen vesihuolto on keskittynyt kaupungin eteläosan harjupohjavesilähteisiin. Vuosittain muodostuvan pohjaveden määrä arvioidaan vuosittaisen sadannan (Iisalmissa 550–600 mm) ja suodattavan maalajimuodostuman vaikutuksen perusteella siten, että harjuissa vajonaksi lasketaan 60 % ja rantakerrostumien heikommin lajittuneissa hiekoissa ja sorissa 40 %. Harjualueilla Iisalmen seudulla muodostuu hehtaarilla runsas 9 m³ pohjavettä vuorokaudessa ja pienialasilla matalilla hiekkakerrostumilla hehtaarilla runsas 6 m³/vrk. Seuraavat pohjavesipotentialit on laskettu kartalla merkityn muodostuman pinta-alan perusteella. Harjumuodostumien liepeillä on kuitenkin aina vettäpidättäviä savi- ja silttikerrostumia, joten koko muodostuman karttaan merkitty ala ei muodosta luonnon-tilassa pohjavettä, toisaalta harjun liepeitä kattavat vettä pidättävät kerrostumat suojaavat harjupohjavesivarastoa. Tarkempi selvitys vaatii kairauksia ja luotauksia harjualueiden liepeillä. Harjupohja-

Rengaskaivoista, porakaivoista ja lähteistä oli käytettävissä Iisalmissa aiemmin tehtyjen vesianalyysien tulokset, jotka tallennettiin GTK:n paikkatietojärjestelmään. Kaivovesien rauta- ja mangaanipitoisuudet on esitetty kartalla pallosymboleilla. Sinivihreällä pallosymbolilla on esitetty ne analyysit, joiden rauta- (Fe) ja mangaanipitoisuudet (Mn) täyttävät hyvälle talousvedelle asetetut laatutavoitteen. Vastaavasti keltapunainen pallosymboli kertoo ainakin toisen alkuaineen normin ylittymisestä kaivovedessä. Laatutavoitteen enimmäispitoisuus raudalle on 0,2 mg/l ja mangaanille 0,1 mg/l. Pallosymbolin koko kasvaa summapitoisuuden suuretessa. Suurimmat rauta- ja mangaanipitoisuudet on mitattu Runnin terveyskylpylän vesianalyyseissa. Paitsi alueen geologia voivat muutkin tekijät, kuten kaivon tyyppi ja rakennusmateriaali vaikuttaa veden laatuun.

Vedenhankintakartalle on merkitty Kuopion vesi- ja ympäristöpiirin rajaamat tärkeät pohjavesialueet, pohjaveden virtaussuunnat sekä toiminnassa olevat vedenottamot ja pumppaamot.

vesivaraston suuruus määräytyy muodostuman paksuuden ja laajuuden mukaan.

Peltosalmen pohjavesimuodostumassa syntyy pohjavettä noin 2 080 m³ vuorokaudessa, Pakaskylän muodostumassa on vesipotentialia 1 600 m³/vrk ja Ohenmäen muodostumassa lähes 3 000 m³/vrk (Kukkonen ja Sahala 1988). Kaupungin eteläosan pohjavesialueilla asutus, liikenne ja soranotto heikentävät pohjaveden laatua ja uhkaavat tärkeää pohjavesivarastoa myös ennalta arvaamattomilla onnettomuuksilla. Valkeiskylässä haja-asutusalueella olevat Haukimäen (2 550 m³/vrk) ja Marjomäenselänteen (900 m³/vrk) pohjavesimuodostumat täydentävät lähitulevaisuudessa kaupungin pohjavesihuoltoa pumppaamoiden ja runkovesilinjan valmistuessa. Harjupohjaveden lisäksi rantakerrostumissa ja muissa karkearakeisissa lajittuneissa muodostumissa on paikallisesti merkittäviä pohjavesiesiintymiä. Rantakerrostumien alla on yleensä vettä pidättäviä maalajeja, savea tai hienoainesmoreenia, jolloin pohjavesivarasto on rajallinen. Laaksojen pohjilla olevat ohuet hiekkakerrostumat eivät ole merkittäviä pohjavesilähteitä. Pohjaveden laatu Iisalmen seudun hiekk- ja sorakerrostumissa on yleensä hyvä, mutta rauta- ja mangaanipitoisuudet heikentävät paikoin veden käyttökelpoisuutta.



Kuva 12. Ruhjeet näkyvät geofysiikan matalalentokartoilla rakenteita leikkaavina suuntina (kuvassa kaksi ruhjetta osoitettu punaisilla nuolilla).

5.2 Maaperän pohjaveden laatu ja siihen vaikuttavat tekijät

Haja-asutusalueen kaivojen veden laatuun vaikuttavat usein maankamaran laatuun liittyvät tekijät. Yleensä karkeilla hiekka- ja soramailla pohjavesi on hyvälaatuista, lisäksi jyrkät rinteet ja pohjaveden pinnan vietto parantavat pohjaveden laatua ja antoisuutta. Savikkojen liepeillä, savenalaisten moreenikerrosten pohjavesi ja hienoainesmoreenialueilla olevien niukka-antoisien maakajojen pohjavesi on yleensä rauta- ja mangaanipitoista ja pitoisuudet ylittävät hyvän talousveden laatuvaatimukset. Kartan eteläosan hiekkamoreenialue on haja-asutusalueen pohjavesihuollon kannalta otollista. Hiekkamoreeniin tehtyjen kaivojen antoisuus ja veden laatu on parempi kuin Iisalmen muilla, lähinnä hienoainesmoreenialueilla. Mainittakoon, että hiekkamoreenin vedenläpäisykyky ($K = 10^{-6}$ – 10^{-7} m/s) on verrattavissa

hietamaihin, kun taas savipitoisen hienoainesmoreenin vedenläpäisykyky ($K = 10^{-9}$ – 10^{-10} m/s) on savimaiden luokkaa. Pitkäjärven ympäristössä on lisäksi hiekka- ja sorakerrostumia, pieni harju, jolla on paikallista merkitystä pohjavesilähteenä.

Veden kemiallinen tila (happamuus pH ja hapetus-pelkistys-potentiaali Eh) vaikuttaa ratkaisevasti pohjaveden kykyyn liuottaa maa- ja kallioperästä rautaa, mangaania ja muita epäpuhtauksia. Saven, siltin tai turpeen muodostaman eristekerroksen alla hitaasti liikkuva pohjavesi pelkistyy, kun happea kuuluu orgaanisten aineiden hajoamiseen (Lahermo et al. 1990). Eristekerroksen alla karkeissa maalajeissa ja syvissä kallioraioissa on pelkistyneessä tilassa olevaa pohjavettä ja se on usein huonolaatuista. Hapekas karkeissa maalajeissa ja kallion avoimissa ruhjeissa

ja raoissa nopeasti virtaava pohjavesi on raikasta, eikä yleensä sisällä rautaa ja mangaania haitallisessa määrin. Maakaivojen ja vedenottoaikkojen sijoittamisessa on otettava huomioon käymälöiden, navettarakennusten, likavesien imeytyskaivojen, viemäreiden, peltolannoituksen, viherrehuauomojen ja kaatopaikkojen yms. pohjavettä pilaava vaikutus. GTK:n valtakunnallisen pohjavesikartoituksen (Lahermo et al. 1990) mukaan haja-asutusalueilla yksityiskaivojen

veden laatu vaihtelee suuresti ja 12 %:ssa kaivovesinäytteistä nitraattimäärä (NO_3) ylittää 30 mg/l. Erityisen likaantumisherkkiä olivat Itä- ja Kaakkois-Suomen kivi- ja puukehyksiset vanhat, huonokuntoiset maakaivot. Liukkauden torjuntaan ja pölyn sidontaan käytetty suola pilaaa pohjavesiä tienvarsilla ja piha-piirissä. Suolapitoisuus voi tienvarsikaivoissa kohota kymmeniin milligrammoin litrassa.

5.3 Kallioperän pohjavesipotentiali ja siihen vaikuttavat tekijät

Kartalle (kuva 11) on merkitty kallioperän ruhjevyöhykkeitä ja maankamaran voimakkaiden sähköjohteiden sijainti. Kallioperän ruhjevyöhykkeet ovat kalliopohjaveden esiintymiselle tärkeitä, koska niissä vesi liikkuu kuin konsanaan harjussa. Maaperän peittämässä kallioruhjeessa pohjavesi on turvassa ihmistoiminnan ja vakavienkin ympäristöonnettomuuksien saasteilta. Ruhjeiden pohjavesi on vanhaa, usein vuosien, joskus jopa tuhansien vuosien ikäistä (vrt. Hyyppä 1980). Kallioruhjeisiin tehdyt porakaivot saattavat tyydyttää suurtenkin taajamien vedentarvetta ja ovat haja-asutusalueella varteenotettava vaihtoehto kylätaajamien vesihuollossa. Kaikki kartalle merkityt ruhjevyöhykkeet eivät sisällä pohjavettä, vaan osa niistä on kivettynyt uudelleen tai rapautunut vettä pidättäväksi kalliosaveksi. Luotauksilla ja kairauksilla on tapauskohtaisesti selvitettävä ruhjelinjan todellinen vesipotentiali (kuva 12).

Maankamaran sähköjohteet kuvaavat kallioperän kiisupitoisuutta. Rapautuessaan metalleja ja rikkiä sisältävät kiisumineraalit liukenevat ja aiheuttavat rauta-, rikki- ja mangaanipitoisuutta pohjavesiin. Niinpä esimerkiksi Runnin terveyskylpylän mineraalipitoinen vesi on peräisin kartalla sähköjohteena näky-

västä kiisupitoisesta kallioperävyöhykkeestä. Runnin vedessä on rautaa 24 mg/l, kun raudan määrä kaivovesissä Iisalmen alueella on tavallisesti alle 1 mg/l.

Kalliopohjavedessä ongelmana ovat yleensä suuret rauta- ja mangaanipitoisuudet ja syvässä kallioporakaivoissa lisäksi veden suolaisuus. Kallioporakajoja ei tulisi tehdä liian syviksi, koska 100 m:n jälkeen suolaisen pohjaveden todennäköisyys lisääntyy (Hyyppä 1984). Suolaiset kalliopohjavedet ovat tavallisesti jätteitä muinaisista merivesistä, ja yli 300 m:n syvyydessä voidaan tavata kivikehään kuuluvia suolaisia vesiä, joita muodostuu geologisissa prosesseissa kivilajien syntyessä ja muuntuessa. Suunnitelmalla kallioporakaivo kiisuttomaan runsaasti vaakarajoja tai ruhjeita sisältävään kallioon ja karkeiden maalajien alueelle, saadaan tavallisesti laadultaan käyttökelpoista vettä. Graniittiset kivet ja runsaasti kvartseja ja maasälpää sisältävät kiisuttomat liuskeet ovat yleensä otollisia hyvälaatuisen kalliopohjaveden esiintymiselle. Grafiittia ja kiisumineraaleja sisältävät mustaliuskeet ja kiilleliuskeet sekä runsaasti rapautunutta kiillettä sisältävät gneissit ovat yleensä huonoja kallioporakajojen sijoituspaikkoja.

LÄHDEKIRJALLISUUTTA

Hyyppä, J. 1984. Pohjaveden kemiallinen koostumus Suomen kallioperässä. Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta (YJT), raportti YJT-84-10, 69 s.

Kukkonen, E. & Sahala, L. (toim.) 1988. Iisalmen alueen maaperä. Summary: Quaternary deposits in the Iisalmi area. Suomen geologinen kartta 1:100 000, Maaperäkarto-

jen selitykset, lehti 3341, 45 s.

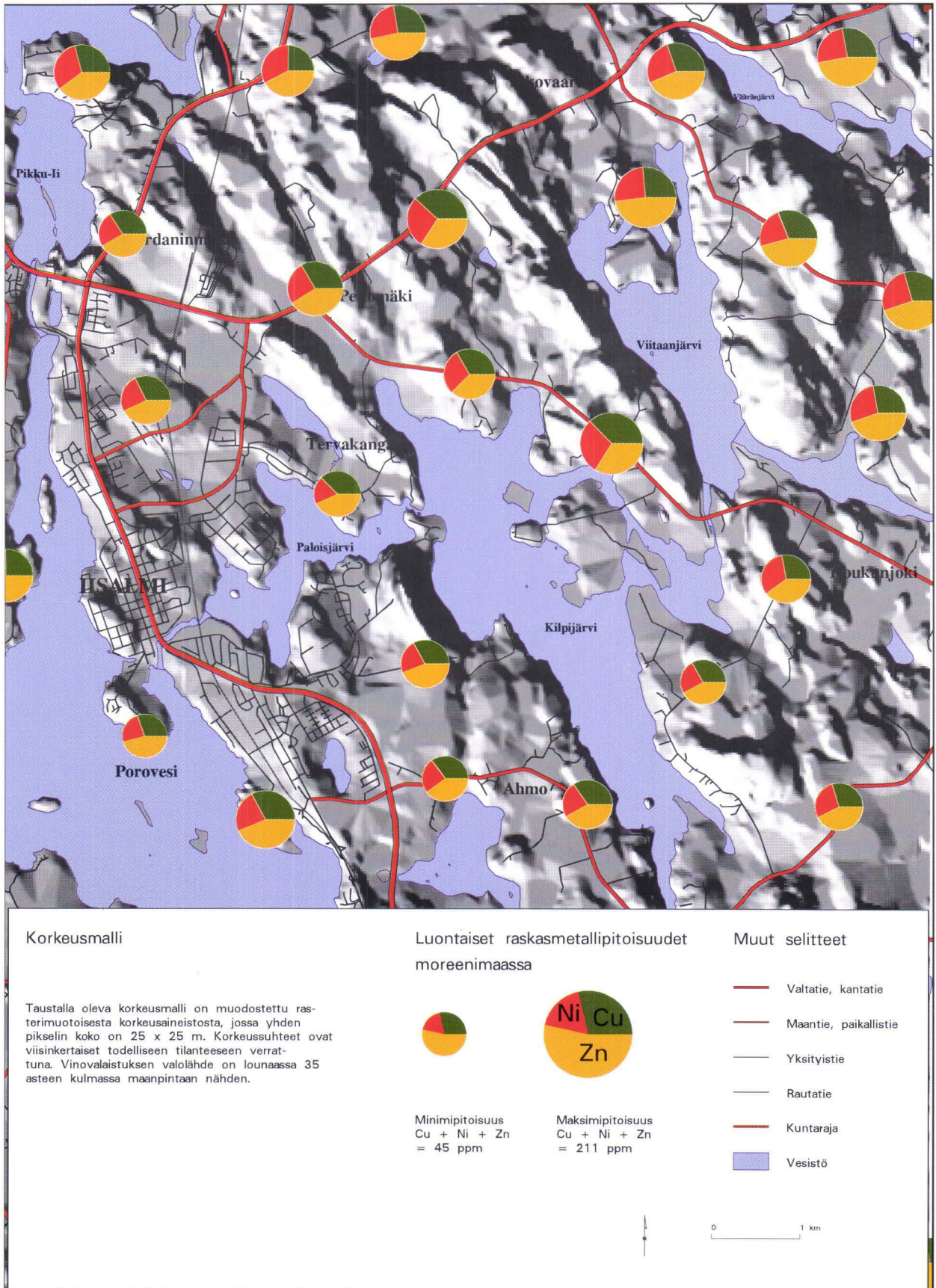
Lahermo, P., Ilmasti, M., Juntunen, R. & Taka, M. 1990. Suomen geokemian Atlas, osa 1. Suomen pohjavesien hydrokemiallinen kartoitus. The Geochemical Atlas of Finland, part 1: The hydrogeochemical mapping of Finnish groundwater. Espoo: Geologian tutkimuskeskus. 66 s.

6 MAAPERÄN RASKASMETALLIT

Maria Nikkarinen

Raskasmetallipitoisuuskartta kuvaa moreenin hienoaineksen luontaisia raskasmetallipitoisuuksia. Moreenin raskasmetallipitoisuuksien vaihtelut johtuvat lähinnä kallioperän laadun vaihteluista. Karttaa voidaan käyttää taustatietona sel-

vitettäessä maaperän saastuneisuutta. Toisaalta ympäristöterveysriskien kannalta on tärkeää tietää alueet, joilla haitallisten raskasmetallien pitoisuudet ovat luontaisesti suuret.



Kuva 13. Raskasmetallipitoisuuskartan selite ja ote raskasmetallipitoisuus kartasta. Raskasmetallipitoisuutta osoittavat pallosymbolit on merkitty korkeuseroja kuvaavalle karttapoljalle.

Taulukko 1. Moreenin hienoaineksen hivenmetallipitoisuuksia Iisalmen alueella ja koko maassa.

Alkuaine	Iisalmi		Koko maa ¹⁾
	vaihteluväli mg/kg	keskiarvo mg/kg	keskiarvo mg/kg
Koboltti Co	5,6–22,4	12,4	6,7
Kromi Cr	16,2–71,2	36,5	27,9
Kupari Cu	12,4–94,3	28,3	21,1
Nikkeli Ni	10,4–53,6	22,3	16,7
Fosfori P	724 –2190	959,2	620
Sinkki Zn	15,9–105,0	46,6	32

¹⁾ Koljonen 1992

Maaperän luontaisia raskasmetallipitoisuuksia kuvaava kartta (kuva 13) perustuu Geologian tutkimuskeskuksen tekemän valtakunnallisen geokemiallisen kartoituksen tuloksiin. Geokemiallisessa moreenikartoituksessa näytteet on otettu moreenista noin 2 m:n syvyydeltä. Näytteet on otettu tiheydellä yksi näyte kultakin 4 km²:n suuruiselta alueelta. Lopullinen näyte on koottu 3–4 osanäytteestä edustavuuden lisäämiseksi. Kemiaaliseen analyysiin näytteestä on seulottu kaikkein pienirakeisin osa eli alle 0,064 mm:n fraktio. Kemiaalissa analyysissä näytteet on uutettu kuningasvedellä ja analysoitu ICP-AES-analyysitekniikalla (induktiivisesti kytketty plasma-atomiemissiospektrometria). Kuningasvesi liuottaa alkuaineita lähinnä kiille- ja savimineraleista sekä kiisuista. Raskasmetalleista kuningasvesiuuttotulos kertoo lähes näytteen kokonaispitoisuuden.

Moreenin raskasmetallipitoisuuksien vaihtelut johtuvat kallioperän ja maaperän laadusta. Geokemiallisen kartoituksen tärkein käyttöalue on perinteisesti ollut malminetsintä, sillä malmit aiheuttavat yleensä poikkeavia alkuainepitoisuuksia moreenin hienoainekseen. Nykyisin ympäristötietoisuuden kasvaessa on maaperän luontaisilla alkuainepitoisuustiedoilla käyttöä myös maaperän saastuneisuuden arvioinnissa. Osa metalleista on pieninä pitoisuuksina välttämättömiä eliöstölle — sekä ihmisille että kasveille — mutta suurina pitoisuuksina haitallisia jopa myrkyllisiä (Lääkintöhallitus 1983). Haitallisimpia metalleja ovat kadmium, elohopea, lyijy, arseeni ja kupari. Kaikkia näitä alkuaineita on luonnostaan kallioperässä ja maaperässä, joka on syntynyt kallioperästä. Raskasmetallit eivät ole maankuoren pääainesosia vaan kuuluvat monien muiden alkuaineiden kanssa hivenalkuaineiden ryhmään, jonka yhteenlaskettu osuus on alle 2 % maankuoren massasta.

Ympäristöministeriö on antanut ohjeelliset raja-arvot maaperän saastuneisuuden arvioimista varten. Saastuneiksi maa-alueiksi kutsutaan sellaisia alueita, joihin on ihmisen toiminnan vuoksi joutu-

Taulukko 2. Maan saastuneisuuden arvioinnissa käytettävät arvot (Ympäristöministeriö 1994).

Metalli	Ohjearvo mg/kg	Raja-arvo mg/kg
Kupari Cu	100	400
Nikkeli Ni	60	200
Sinkki Zn	150	700

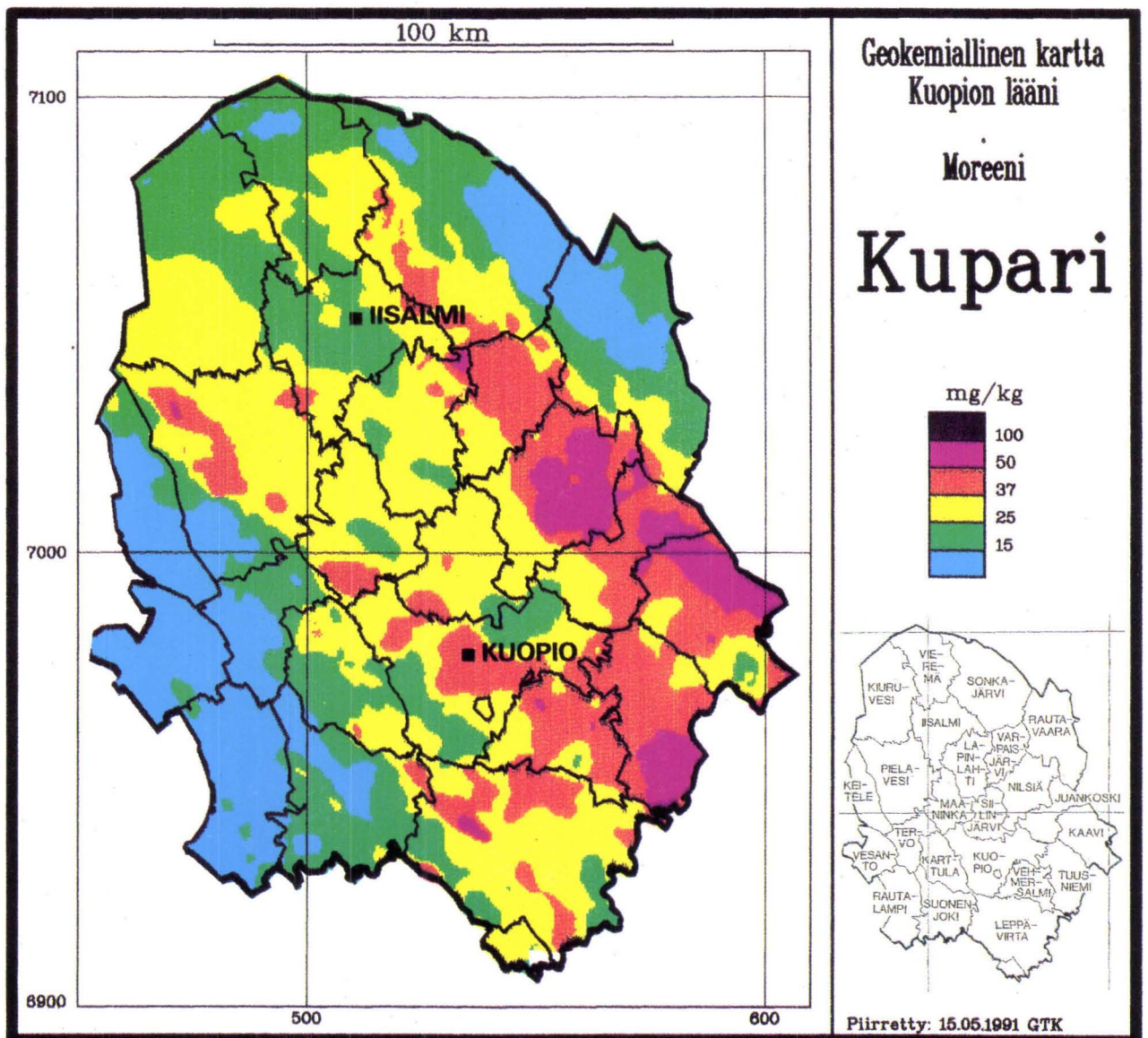
nut sellaisia määriä haitallisia aineita, että ne aiheuttavat haittaa terveydelle, ympäristölle tai rakenteille (U. Jeltsch 1990). Arvioitaessa ihmistoiminnan vaikutuksia pitää tietää kohteen luonnolliset pitoisuudet, sillä luontaiset vaihtelut ovat suuria.

Maaperässä raskasmetallit ovat luonnostaan sitoutuneet erityyppisiin maahiukkasiin, mineraaleihin. Mineraalien ominaisuudet, ennen kaikkea rapautumisalttius, ja toisaalta maaperän olosuhteet vaikuttavat siihen, irtoaako metallia mineraalista maaveteen ja kuinka paljon vai pysyykö se liukenemattomassa muodossa kiinni mineraalissa. Ihmiselle ja eliöstölle terveydellistä haittaa koituu vasta, kun metallit joutuvat kiertokulkuun mukaan ja haitallisessa määrin esim. juomaveteen.

Raskasmetallikartassa on esitetty kuparin (sininen), nikkelin (punainen) ja sinkin (keltainen) luontaista pitoisuuden vaihtelua Iisalmen alueen moreenissa (kuva 13). Pallon koko kasvaa alkuaineiden yhteispitoisuuden kasvaessa ja pallon sektorin suuruus kertoo yksittäisen alkuaineen suhteellisen osuuden. Pitoisuuspallo on esitetty karttapohjalla, joka kuvaa maanpinnan korkeuden vaihteluita.

Iisalmen alueella raskasmetalleja on luontaisesti niukasti. Näiden alkuaineiden pitoisuudet ovat Iisalmen alueella vähän Suomen keskimääräisiä pitoisuusarvoja suuremmat (taulukko 1). Kuparin, nikkelin ja sinkin maksimi-arvotkaan eivät ylitä ympäristöministeriön ohjearvoja näille metalleille (taulukko 2). Metallit ovat maakamarassa epätaisisesti jakautuneena, joten jo Iisalmen naapurikunnissa on kohteita, joissa maaperän luontaiset raskasmetallipitoisuudet ovat suuret. (kuva 14).

Monikäytön ohjearvo osoittaa sellaista haitta-aineen pitoisuutta, jota pidetään ihmiselle, ja ympäristölle vaarattomana. Tällöin ei alueen maankäytölle ja maamassojen sijoittamiselle aseteta rajoituksia. Jos ohjearvon ylittyy, on syytä selvittää mahdolliset ympäristövaikutukset. Jos raja-arvo ylittyy on alueen maankäyttöä rajoitettava siten, että maaperän haitta-ainepitoisuuksien lisääntyminen ei aiheuta vaaraa terveydelle tai ympäristölle.



Kuva 14. Moreenin kuparipitoisuuden vaihtelu Kuopion läänissä.

LÄHDEKIRJALLISUUTTA

Koljonen, T. (toim.) 1992. Suomen geokemian atlas, osa 2: Moreeni. Espoo: Geologian tutkimuskeskus. 218 s.
Jeltsch, U. 1990. Saastuneiden maa-alueiden kunnostus. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja — sarja A. 44, 178 s.
Manninen, S. & Willamo, R. 1993. Ympäristön laadun ohjeavrot Suomessa -arvoja ja arvioita. Environmental Fennica 17. 106 s.

Vitamiinit ja hivenaineet 1983. Lääkintöhallituksen työryhmien mietintöjä 13. 104 s.

Ympäristöministeriö 1994. Saastuneet maa-alueet ja niiden käsittely Suomessa. Saastuneiden maa-alueiden selvitys ja kunnostusprojekti; loppuraportti. Ympäristönsuojeluosasto. Muistio 5. 218 s.

7 MAAPERÄN HAPPAMOITUMISHERKKYYS

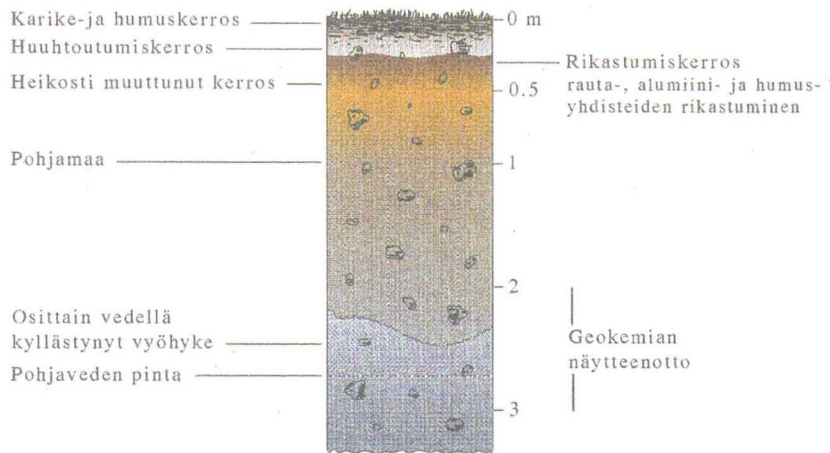
Marja Liisa Räisänen

Happamoitumisherkkyysskartta kuvaa sitä, kuinka paljon metsämaannoksen alapuolinen kivennäismaakerros hidastaa happamoitumisen vaikutuksia pohjaveteen. Karttaa voidaan hyödyntää maankäytön suunnittelussa, kun etsi-

tään sijoituspaikkaa maaperän happamuutta kiihdyttävälle toiminnalle.

Lukuisat tekijät, ilmasto, kasvillisuus, maaperän geokemiallinen koostumus ja sadeveden valun-

PODSOLIMAANNOS



Kuva 15. Rauta ja alumiini saostuvat pintakerrosten alapuoliseen rikastumiskerrokseen, jonka väri vaihtelee luonnossa yläosan tumman ruskeasta astettain vaalenevaan kellanruskeaan alaosaan. Heikosti muuttuneen pohjamaan väri on yleensä kellertävän harmaa.

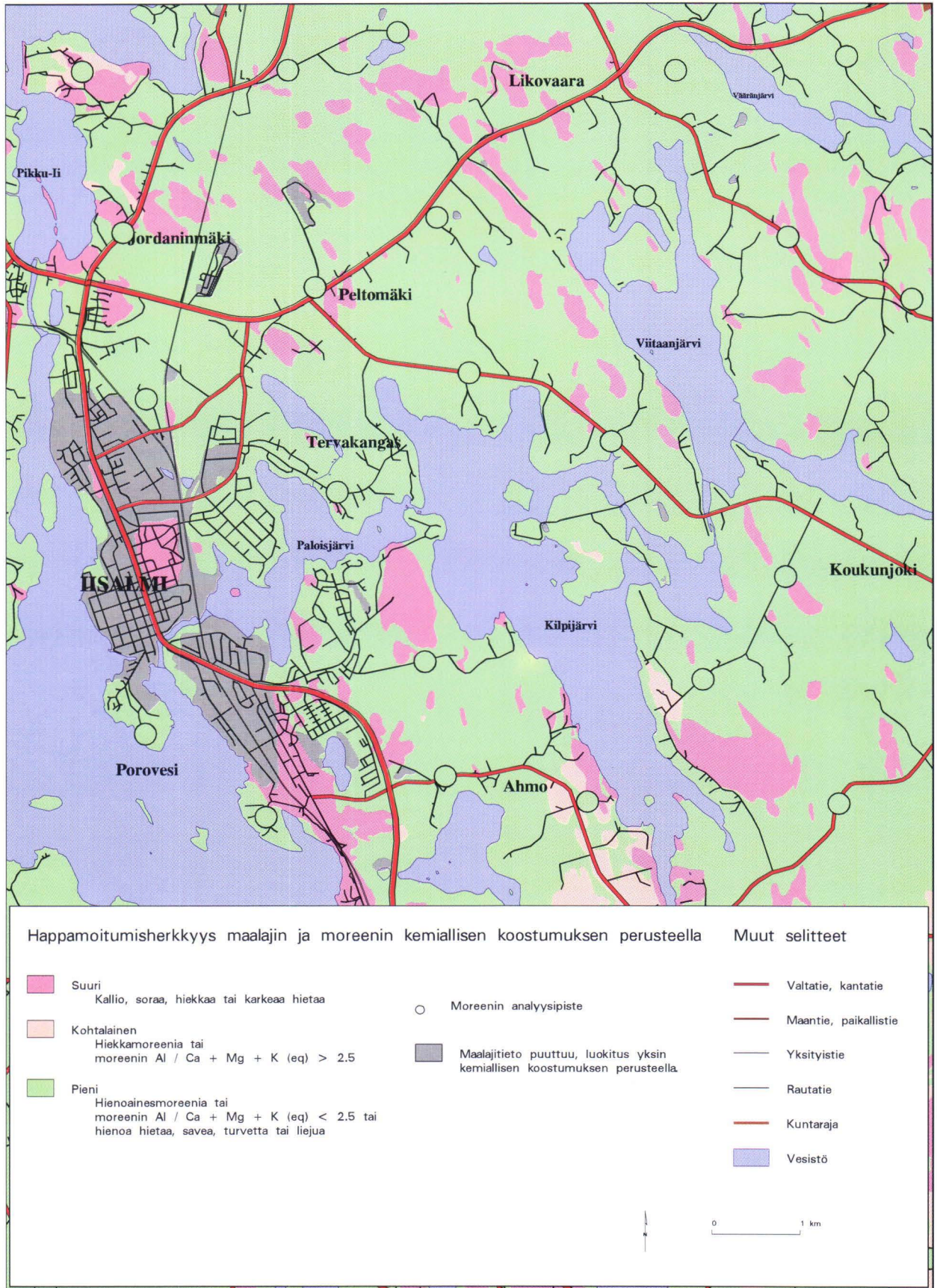
tanopeus maassa, säätelevät maaperän kykyä hidastaa niitä muutoksia, jotka liittyvät happamoitumiseen ja huonontavat ja pohjaveden laatua. Suomessa metsämaiden pintamaakerrokset ovat jo luontaisesti happamoituneet podsolimaannoksen muodostuessa (kuva 15). Podsolimaannos syntyy, kun humuskerroksesta ja kasvien juuritoiminnasta lähtöisin oleva hapan valumavesi rapauttaa kivennäismaan mineraaleista ravinteita ja rautaa sekä alumiinia.

Osa kivennäisravinteista varastoituu kasveille käyttökelpoisessa muodossa pintakerrokseen, humukseen ja tuhkanharmaaseen huuhtoutumiskerrokseen, osa huuhtoutuu alempiin kerrokseen ja osa pohjaveteen. Luontaiseen happamoitumiseen kuuluu se, että hyödyllisiä ravinteita huuhtoutuu vai vähän alempiin maakerrokseen ja edelleen pohjavesiin. Toisena ilmiönä on alumiinin ja raudan sekä muiden raskasmetallien saostuminen vaikealiukoisina yhdisteinä pintamaakerrokseen, jotka erottuvat ruosteenvärisinä kerrosraitoina. Hyvin vettä läpäisevissä maissa metalleja saostuu myös syvemmälle, pohjaveden pinnan yläpuolisiin kivennäismaakerrokseen. Kivennäismaissa happamuus vähenee luontaisesti pintakerroksista alempiin kerrokseen päin. Hapan sadevesi liuottaa humuksesta ja sen alapuolisesta kivennäismaasta ravinteita, kuten kalsiumia (Ca), magnesiumia (Mg) ja kaliumia (K) ja jos happamoituminen voimistuu myös haitallista alumiinia (Al). Se kuinka paljon ravinteita ja alumiinia sitoutuu uudelleen pintamaakerrokseen ja kuinka paljon huuhtoutuu alempiin maakerrokseen ja edelleen pohjavesiin, riippuu ensisijaisesti maa-

aineksen reaktiivisuudesta, koostumuksesta ja veden läpäisykyvystä. Nämä tekijät säätelevät ensisijaisesti maaperän happamoitumisherkkyyttä.

Maaperän happamoitumisherkkyys Iisalmen alueella on arvioitu maaperäkartan 1:20 000 ja moreenin hienoaineksen geokemiallisen kartoitusaineiston perusteella (kuva 16). Geokemiallisen aineiston moreeniäytteet on otettu noin kahden metrin syvyydestä, kun taas maaperäkartoituksessa maalaji on määritetty noin yhden metrin syvyydestä. Moreenin happamoitumisherkkyyttä kuvaavana kemiallisena indeksinä on käytetty alumiinin suhdetta kalsiumin, magnesiumin ja kaliumin summaan (laskettu ekvivalenttipainona = eq). Analyysit on tehty valikoivasti moreenin hienoaineksen kiille- ja savimineraalilajitteesta, jonka koostumus ensisijaisesti vaikuttaa happamoitumisen neutralointiin. Mitä enemmän lajitteessa on kalsiumia, magnesiumia ja kaliumia (pieni suhdeluku), sitä paremmin maa-aines pystyy torjumaan happamoitumisen haitat pohjavesiin. Suhde kuvaa myös, mikä osuus alumiinin liukenemis- ja saostumisreaktioilla on happamuuden torjunnassa. Niillä moreenimailla, joilla alumiinia on runsaasti suhteessa kalsiumin, magnesiumin ja kaliumin määrään, haitallista alumiinia saattaa esiintyä, jos happamoituminen voimistuu.

Maa-alueista herkimpiä happamoitumaan ovat hyvin vettä läpäisevät harjukankaat sekä ohutpeitteiset ja paljaat kallioalueet. Näillä alueilla sadeveden virtaus on nopeampaa kuin hieta- ja hiesupitoisissa maissa, joten valumaveden ja kivennäismaa-aineksen väliset kemialliset reaktiot ovat hyvin vähäisiä.



Kuva 16. Happamoitumisherkkyyskartan selite ja ote happamoitumisherkkyyskartasta. Maaperän happamoitumisherkkyyttä on arvioitu maaperän laadun ja moreenin kemiallisen koostumuksen perusteella.

Harjukankailla karkea- ja hienorakeisten kerrosten vuorottelu ja paksuus sekä myös maan pinnalla olevan metsämaannoksen paksuus ja reaktiivisuus säätelevät alempien maakerrosten ja pohjaveden happamoitumisen nopeutta. Hiekkamoreenimailla ja niillä moreenimailla, joiden $Al/(Ca+Mg+K)$ on yli 2.5, on kohtalaisen hyvä kyky torjua voimistuvaa happamoitumista. Jos maa-alue koostuu hienoainesmoreenista, hienosta hiedasta, savesta, turpeesta ja liejusta, se neutraloi hyvin voimistuvaa happamoitumista. Se pystyy myös sitomaan maan pintakerroksista liuenneita, myrkyllisesti vaikuttavia metalleja ja yhdisteitä ja siten estämään pohjavesien liiallisen happamoitumisen ja saastumisen.

Happamoitumisherkkyyskartta kuvaa lähinnä metsämaannoksen alapuolisten kivennäismaakerrosten

kykyä hidastaa happamoitumisen haitallisia vaikutuksia pohjaveteen. Maalajite- ja geokemiallinen koostumusluokittelu on karkea ja perustuu maa-ainesten yleistettäviin ominaisuuksiin koko Suomen alueella, siksi alueellisia eroja pitää tarkastella vain suuntaantavina eroina. Vaikka pohjamaan geokemialliset ominaisuudet, maalajitejakauma ja vedenläpäisykyky heijastuvat myös metsämaannoksen kemiallisiin ominaisuuksiin, kartta ei kuvaa suoranaisesti metsämaiden humuskerroksen happamoitumisherkkyyttä. Happamoitumisherkkyyskartta on tuotettu Kuopion läänin ympäristötoimiston toivomuksesta, ja tällä teemalla tuotetut kartat hyödyntävät ehkä paremmin lääneittäin tapahtuvaa alueiden luokittelua kuin kunnan sisäistä suunnittelua.

LÄHDEKIRJALLISUUTTA

Räisänen, M. L. 1989. Mineraalimaan happamoituminen eräillä koaloilla teollisuuden lähiympäristössä ja tausta-alueilla Suomessa. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 91. 74 s.

Räisänen, M. L. 1991. Muuttuva maaperä — happamoitumisen riskit. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 345. 39–48.

8 YMPÄRISTÖVAIKUTUSKARTTA

Esa Kauniskangas, Keijo Nenonen ja Maria Nikkarinen

Ympäristövaikutuskartta kuvaa maapohjan vedenläpäisykyvyn vaihtelua, sillä se hyvin pitkälti säätelee ympäristövaikutusten laajuutta ja pohjaveden saastumisriskin suuruutta. Karttaa voidaan hyödyntää ympäristövaikutusten arvioinnissa, riskien hallinnassa ja maankäytön suunnittelussa. Paras hyöty saadaan ongelmien ennaltaehkäisystä.

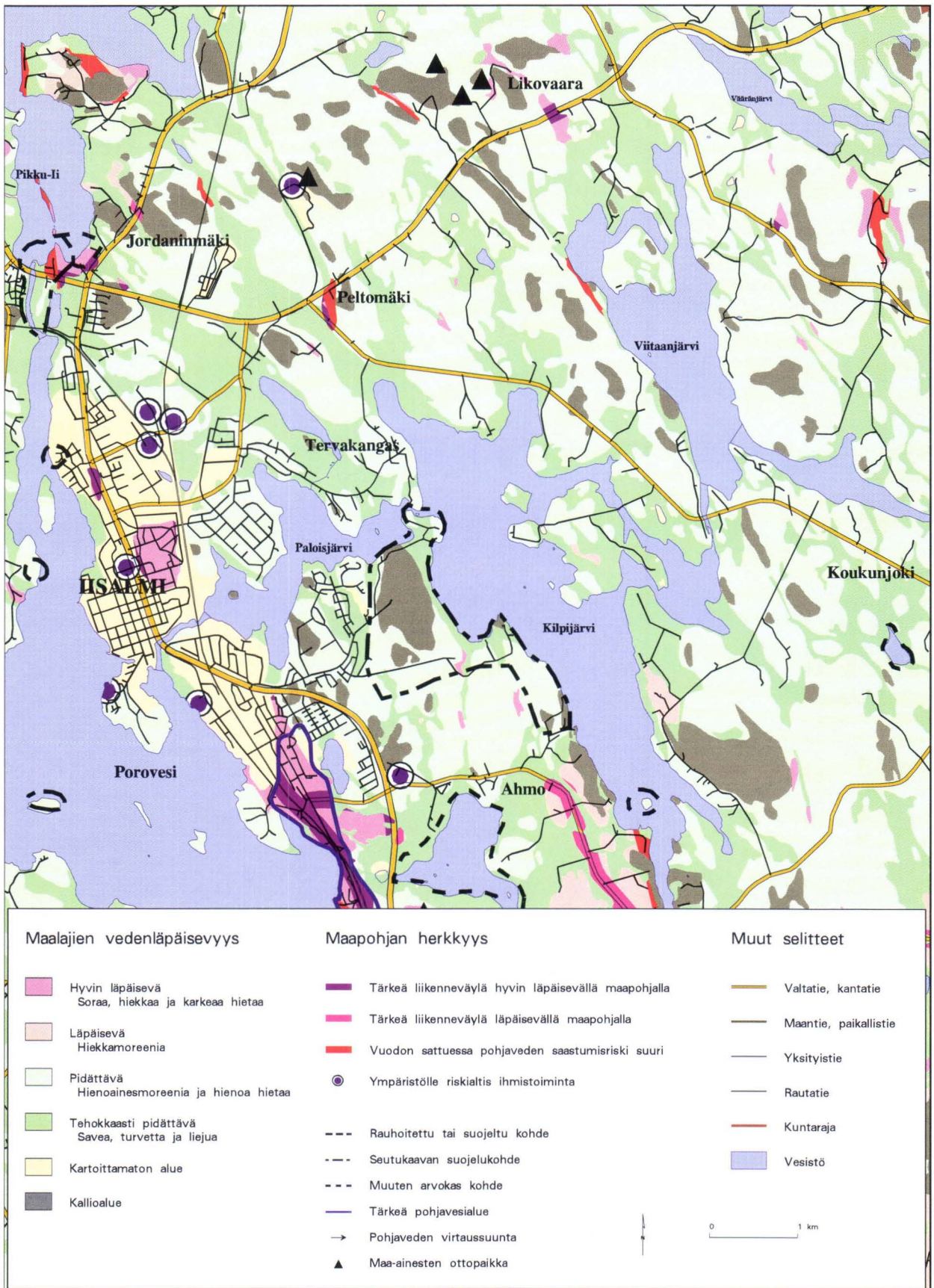
Ympäristöriskien hallinnassa tärkeitä geologisia tekijöitä ovat maaperän vedenpidätyskyky, kallioperän sisältämät rikkonaiset vyöhykkeet (ruhjeet), maisemarakenne ja maaston korkeuserot.

Geologisella ympäristövaikutuskartalla maaperäalueet luokiteltiin maalajien vedenläpäisevyyden mukaan. Onnettomuustilanteessa erityisen riskialttiita ovat kartalle punaisella värillä merkityt sora- ja hiekkavaltaiset, hyvin läpäisevät alueet, jotka eivät juurikaan estä veden tai haitallisten aineiden imeytymistä maaperään ja pääsyä pohjavesiin. Läpäiseviä alueita ovat hiekkamoreenialueet, jotka on kuvattu kartalla hieman vaaleammalla punaisella kuin hyvin läpäisevät alueet. Pidättävät alueet on merkitty karttaan vihreän eri sävyillä. Pidättäviä ja erityisen pidättäviä maalajeja ovat hienoainesmoreenit, hieta, savet, turve ja lieju (kuva 17).

Ympäristövaikutuskarttaa tehtäessä käytettiin

hyväksi GIS-ohjelmiston monen muuttujan yhteisvaikutukseen perustuvaa analyysikykyä. Liikenneväylät ovat Iisalmessa merkittävä ympäristöriski. Tiestöstä eroteltiin ne liikenneväylät, joilla kuljetaan runsaasti kemikaaleja ja joilla liikennemäärät ovat suuria (kuva 18). Niiden ympärille laskettiin 200 m leveä vyöhyke ja etsittiin ohjelmallisesti kaikki sellaiset vyöhykkeiden osa-alueet, jotka kulkevat joko hyvin läpäisevällä tai läpäisevällä maapohjalla. Nämä alueet merkittiin kartalle violetin sävyillä. Etsittäessä sellaisia alueita, joilla pohjaveden saastumisriski on erittäin suuri, käytettiin kriteereinä tietoja maalajien vedenläpäisevyydestä ja tulkittua tietoa kallioperän ruhjeista. Avonaisia kallioruhjeita pitkin haitalliset aineet voivat kulkeutua esteettä pitkien matkojen päähän onnettomuuspaikasta. Analyysin tulos on esitetty kartalla kirkkaan punaisella värillä huomion herättämiseksi.

Geologinen ympäristövaikutuskartta osoittaa selvästi ongelma-alueet, jotka vaativat lähempää tarkastelua ja suojausta esimerkiksi rakennuksia tai teitä suunniteltaessa. Karttoja voidaan parhaiten hyödyntää ohjaamalla rakennustyöt ympäristövaikutuskartan vihreille, riskittömille alueille. Iisalmen alueelta ihmisen toiminnalle kriittisiä kohteita on mm. taajaman eteläpuolisella harjujaksolla sekä kaupungin alueen pohjoisosasta Ouluun johtavan tien varrella.



Kuva 17. Ympäristövaikutuskartan selite ja ote ympäristövaikutuskartasta.



Kuva 18. Iisalmen tärkeä kulkuväylä — viitostie — kulkee ajoittain hyvin vettäläpäisevällä maapohjalla, kuten kuvassa. Onnettomuuden sattuessa tällaisella alueella on pohjaveden saastumisriski suuri. Valokuva Jukka Virtanen.

8.1 Maaperän vedenläpäisevyys

Maaperän vedenläpäisevyys on suorassa suhteessa maaperän raekoostumukseen, maaperän muodostumien rakenteeseen ja maaperän kerrosjärjestykseen. Harjumuodostuman karkeassa sorassa vesi ja neste-mäiset haitta-aineet vajoavat tai virtaavat lähes esteettä, ja savimaihin ne eivät imeydy käytännössä lainkaan, vaan virtaavat pintavaluntana vesistöön. Vaikka maalajin vedenläpäisevyys poikkeaa haitallisten aineiden pidätyskyvystä (taulukko 3), antaa vedenläpäisevyyteen perustuva luokittelu yhden mittarin maalajien keskinäiseen vertailuun.

Vedenläpäisevyyden arvioimiseen tarvitaan maaperäkartoitustietojen lisäksi geologista tulkintaa. Vettäpidättävien maaperäkerrosten alla on maaperän syntyvän vuoksi melkein aina vettäjohtavia maakerroksia, moreenia tai lajittunutta hiekkaa ja soraa. Vettäjohtavien maaperämuodostumien lievealueilla vettäpidättävien savi ja silttikerrosten päälle on usein huuhtoutunut vettäjohtava kerrostuma, hietaa, hiekkaa ja soraa. Maaperän kerrokset ovat esimerkiksi harjuissa suorassa hydraulisessa yhteydessä toisiinsa, jolloin muodostuu yhtenäinen vettäjohtava kerrostuma. Koska harjut ovat myös hyviä rakennuspohjia teille, rautateille ja taajamille, on ympäristöä vaarantava ihmisten toiminta keskittynyt tässä suhteessa geologisesti vaikeimmalle alueelle. Tulevaisuu-

Taulukko 3. Maalajien vedenläpäisevyysskertoimet ja öljynpidätyskyky.

Maalaji	Vedenläpäisevyyskerroin k (cm/s)	Öljynpidätyskyky		
		(l/m ³)		
		Bensiini	Petroli	Kevyt polttoöljy
Sora	10 ⁻¹ –10 ⁻³	2,5–4	5–8	10–16
Hiekka	10 ⁻² –10 ⁻⁶	4–13	8–25	16–50
Hiekkamoreeni	10 ⁻⁶ –10 ⁻⁹	-	-	-
Siltti	10 ⁻⁵ –10 ⁻⁹	20	40	80
Hienoainesmoreeni	< 10 ⁻⁹	ei imeydy	ei imeydy	ei imeydy
Savi	< 10 ⁻⁹	ei imeydy	ei imeydy	ei imeydy

dessä tulisikin välttää kartalle merkittyjä riskialueita haitallisen toiminnan sijoittamisessa. Riskialueella sijaitseva haitallinen toiminta voidaan toisaalta tarvittaessa suojata ja eristää vettäjohtavista maakerroksista erilaisilla teknisillä ratkaisuilla. Eristämiseen on edullisinta käyttää Iisalmen alueelta helposti saatavia vettäpidättäviä maalajeja, savea ja hienoainesmoreenia (kartan vihreät alueet).

8.2 Kallioperän heikkousvyöhykkeet

Kallioperän heikkousvyöhykkeet, avoimet ruhjeet, johtavat vettä ja haitta-aineita pitkiä matkoja. Kallioruhje on ikään kuin kalliosta oleva salaoja, joka kerää vesiä laajalta alueelta kallioperän rakoverkostosta ja

päällä olevasta maaperästä. Haitta-aineiden tiedetään muualla Suomessa vaeltaneen kallioperän rikkonaisissa vyöhykkeissä kymmeniä kilometrejä ilman, että siitä olisi näkynyt merkkiäkään maanpinnalla. Geo-



Kuva 19. Koljonvirta johtaa vedet Vieremän reitiltä Poroveteen. Valokuva Jukka Virtanen.

logisesti otollisissa oloissa haitta-aineet ovat purkautuneet maan pinnalle pohjavesilähteessä tai alapuolisessa vesistössä.

Erityisesti kaatopaikkojen, romuttamoiden, teollisuuslaitosten, sahojen, jätevesipuhdistamojen, lietelantaloiden yms. alapuolisten pohjavesialueiden kallioporakaivot ovat yleensä vaaravyöhykkeessä. Jos haitta-aineita pääsee valumaan esteettä vuosi-

kymmeniä kallioperän avoimiin ruhjeisiin, voi kalliopohjavesivarasto saastua käyttökelvottomaksi pitkäksi ajaksi tulevaisuudessakin. Eräät kallioperän heikkousvyöhykkeet ulottuvat peruskalliolaatan läpi kymmenien kilometrien syvyyteen. Iisalmen aluetta sivuavan Laatokan–Perämeren vyöhykkeen eräiden luode–kaakko-suuntaisten kallioperän ruhjeiden tiedetään olevan syvämurroksia.

8.3 Kaunis maisema

Ympäristön muutokset näkyvät selvimmin maiseman muutoksena. Kaunis harjumaisema on saattanut tärveltyä aikaisemman suunnittelemtoman maa-ainesten oton vuoksi. Toisaalta hyvin suunniteltu ja linjattu tie voi korostaa maiseman rajoja ja muodostaa aukioita ja näköaloja, joiden kautta kulkija voi kokea maiseman kauneuden. Ympäristövaikutuskartalla ja muilla teemakartoilla ilmenee maiseman keskeiset geologiset rakenteet. Korkokovaltaan vaihtelevat ylänköalueet, harjumaisemat ja järvien loivasti viettävät viljellyt rantamaisemat sekä salmialueet ovat maisemansuojelulle tärkeitä ja arkoja alueita.

Erityisesti Koljonvirran seutu harjusaarineen ja Runnin–Kurenpolven moreenikumpualue ovat Iisalmen maisemalle leimaa-antavia geologisia kokonaisuuksia, joilla ihmistoiminta, maanviljelys ja taajamarakentaminen pelkistävät muotojen ääriviivat (kuvat 19, 20). Laaksoalueet ja metsäiset ja soistuneet tasankoalueet ovat maisemallisesti näitä kestävämpiä. Kartalle on merkitty erilaisia lain voimalla suojeltuja alueita ja Iisalmen kaupungin inventoimia arvokkaita alueita. Maa-aineslain mukaiset luvanvaraiset maa-ainesten ottoapaikat ja tärkeät pohjavesialueet on niin ikään merkitty kartalle.

8.4 Maankamara, ihminen ja terveys

Maahan valuneet haitta-aineet ovat aiheuttaneet maassamme viime aikoina useita vaaratilanteita — bensiinisäiliön särkyminen huoltoasemalla, rikkihapovuoto ratapihalla ja jätevesiputken halkeaminen pohjavesialueella. Maankamaraan joutuneet haitalliset kemikaalit koituvat ihmiselle terveydelliseksi riskitekijäksi, ellei niiden kiertokulkua maankamarassa tunneta ja hallita. Kaikkein kohtalokkaimpia ovat kuitenkin tapaukset, joissa haitallista ainetta on joutunut pitkän ajan kuluessa ja ilman näkyvää onnetto-

muutta maankamaraan ja sitä kautta kiertokulkuun.

Pohjaveden suuret arseeni- ja fluoripitoisuudet tai suositukset ylittävät radonpitoisuudet huoneilmassa ovat esimerkkejä luontaisista alkuaineiden aiheuttamista terveysriskeistä.

Eräällä paikkakunnalla todettiin, että aiemmin suljettulta sahalta oli joutunut huomattavia määriä kloorifenolia maaperän kautta pohjaveteen ja paikalliseen järveen (Nysten 1994). Veden ja kalaravinnon aiheuttama kloorifenolialtistus on lisännyt paikallisen väes-



Kuva 20. Runnin moreenikumpualueita. Valokuva Jouko Saarelainen.

tön riskiä sairastua eräisiin syöpämuotoihin (Suomen Lääkäriliitto 1993). Vaikka altistus on koskenut vain pientä väestöryhmää on terveyshaitta vakava ja tapaus osoittaa, että vastaavanlaiset ympäristönettomuudet ovat mahdollisia muuallakin Suomessa. Löytyypä meiltä esimerkkejä myös raakaveden hitaasta saastumisesta. Saastuttavat aineet ovat olleet yhdisteitä, joita ei raaka-veden rutiinitarkkailussa tavallisesti analysoida.

Paras tapa varjeltua ympäristön välityksellä terve-

yttä uhkaavilta katastrofeilta on ennakoita ja ehkäistä suunnittelussa vaaratilanteiden syntyminen. Useiden aineiden kemiallista käyttäytymistä, vaikutuksia ja hajoamista maakamarassa ei riittävästi tunneta, mutta sen sijaan geologisella tiedolla pystytään arvioimaan haitallisten aineiden kulkeutumista maankamarassa. Ympäristövaikutuskartta on yksi työkalu suunnittelijoiden käyttöön ympäristön aiheuttamien terveydellisten riskien ennaltaehkäisyssä.

LÄHDEKIRJALLISUUTTA

Geomekaniikka I. Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL-157-1. 1985.

Nysten, T. 1994. Mathematical modelling of groundwater pollution in a small heterogenous aquifer at Kärkölä, southern Finland. Publications of the Water and Environmental Research Institute 15. 75 s.

Suomen Lääkäriliitto 1993. Terveellinen ympäristö — ym-

päristöryhmän raportti. Suomen Lääkäriliiton julkaisusarja 1993: 1. 49 s.

Tie- ja vesirakennushallitus 1970. Maanrakennusalan tutkimus- ja suunnitteluohjeita osa 1. 328 s.

Vaarallisten aineiden kuljetuksista pohjavesille aiheutuvien riskien todennäköisyys, hallinta ja ehkäisy. Tielaitos, Turun tiepiiri 1992.

9 IMEYTYSKARTTA AHMON ALUEELTA

Osmo Koivistoinen ja Jouko Saarelainen

Imeytyskartta antaa perustietoa maaperän imeytyvyyskapasiteetista. Karttaa voidaan käyttää haja-asutusalueilla kotitalouksien jätevesien imeytyskenttiä suunniteltaessa. Maaperän imeytyvyysluokituksen avulla valvova viranomainen voi antaa yksityiskohdaisempia ohjeita jätevesien maaperäkäsittelystä.

Haja-asutusalueella voidaan kotitalouksien jätevedet vain harvoissa tapauksissa johtaa yleiseen viemäriverkostoon. Tästä syystä yhden tai muutaman talouden jätevesien käsittelymenetelmänä on käytetty niiden johtamista kahden tai kolmen saostuskaivon kautta

joko avo-ojaan tai maaperään.

Saostuskaivojen puhdistusteho on melko vaatimaton. Jäteveden sisältämistä ravinteista jää kaivoihin noin 20 %. Kun kaivojen kautta kulkenut vesi johdetaan avo-ojaan, syntyy hajuhaittoja ja pintavedet likaantuvat. Haittojen estämiseksi suositellaan jätevesien johtamista maaperään imeytysojaston kautta tai maasuodattimen rakentamista. Jätevesi puhdistuu oikein toteutetussa imeytysojastossa hyvin. Niiden puhdistusteho on 65–95 % tyyppä lukuun ottamatta, jonka vähenemä on vain 20–40 %. Myös maasuodatti-

mella päästään hyvään puhdistustulokseen.

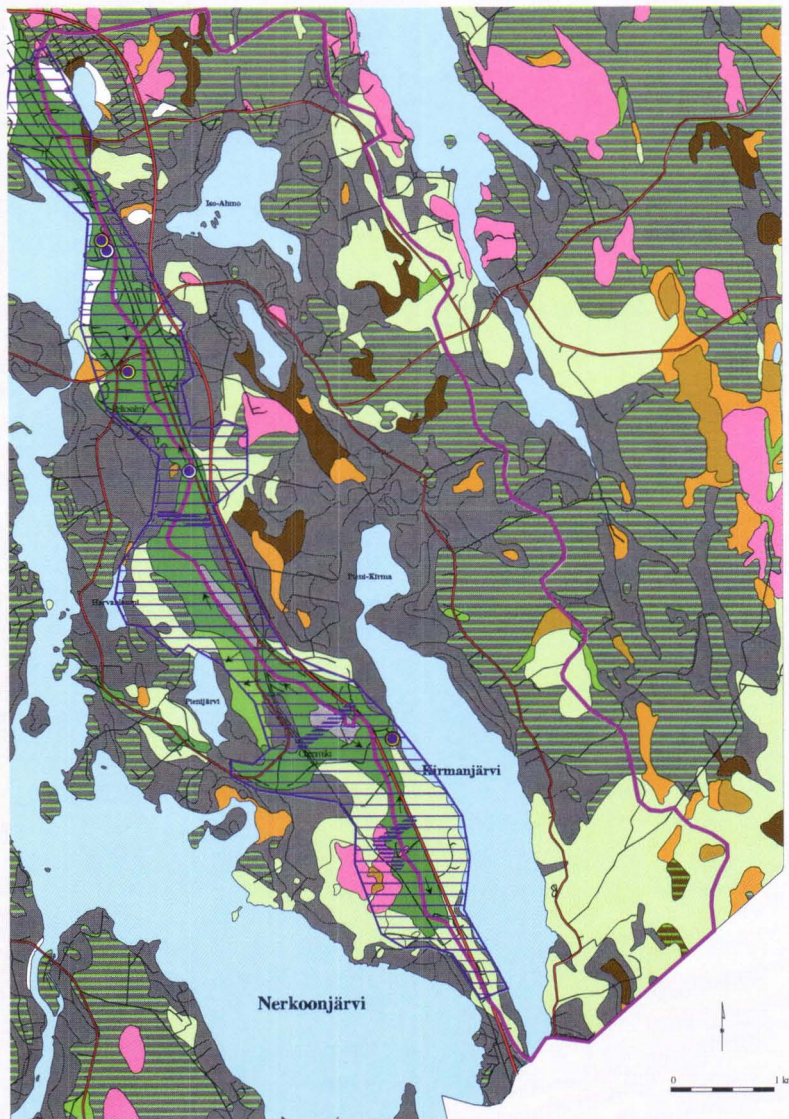
Jätevesien maaperäkäsittelyä suunniteltaessa on otettava huomioon maaperän kyky imeä vettä, pohjaveden pilaantumisriski (kaivot, vedenottamot ja tärkeät pohjaviesialueet) sekä alueen muu asutus. Tiiviisti rakennetuilla alueilla yhden kiinteistön ratkaisut voivat vaikuttaa myös rajanaapureiden mahdollisuuksiin järjestää oma vesihuoltonsa.

Iisalmessa rakennuspaikat tarkastetaan kiinteistöittäin vesikäymälän rakennuslupahakemusta käsiteltäessä. Tarkastuksissa on rakentajille annettu ohjeita alueen muun asutuksen ottamisesta huomioon sekä arvioitu alueen kaivojen saastumisriski. Lupa-

päätöksissä on yleisenä ohjeena käytetty sitä, että jätevesi johdetaan kahden saostuskaivon kautta maaperäkäsittelyyn imeytyksen tai maasuodatuksen menetelmin.

Alueiden maaperästä ei useinkaan ole ollut tarkkaa tietoa, joten rakentajat ovat tehneet imeytysojaston mitoituksen varsin yleisten ohjeiden mukaan. Maaperän imeytyvyysluokituskartan avulla voidaan monessa tapauksessa antaa tätä yksityiskohtaisempia ohjeita jätevesien maaperäkäsittelystä sekä tarvittaessa ohjata rakentajat teettämään tarkkoja tutkimuksia maaperästä.












Maaperän kyky imeä kotitalouksien jätevesiä riip-














Kuva 21. Imeytyskartta Ahmon alueelta. Maaperän kyky imeä jätevesiä riippuu maalajien raakoosta, maalajien vesipitoisuudesta, pohjaveden pinnan tasosta ja maaperän tiiviyydestä (kartan selite sivulla 37).

LUOKITUS:

Lähde: Pienet jäteveden maapuhdistamot.
VYH julkaisusarja B, 1990 (toim. E. Santala)

-  LUOKKA 1 (KH, HkM)
Imeytys mahdollista, kuormitus 50-60 l/heliometri/d.
-  LUOKKA 2 (Hk)
Imeytys mahdollista, kuormitus 40 l/heliometri/d.
-  LUOKKA 3 (Mr, MrM, Ht, HtM)
Imeytys mahdollista, kuormitus 30 l/heliometri/d.
-  LUOKKA 4 (Sr, SrM)
Liian karkearakeista, ei puhdistuskykyä.
-  LUOKKA 5a (HHt, Hs, Sa, LjSa, Lj)
Liian hienorakeista, ei imeydy.
-  LUOKKA 5b (HMr, HMrM)
Pääasiassa hienoainesmoreenialue, jolla saattaa esiintyä luokan 3 moreenia. Imeytyvyys tutkittavapaikakohtaisesti.
-  LUOKKA 6
Ei esiinny kartoitusalueella.
-  VESISTÖ
-  KALLIOALUE
-  RAHKATURVE
-  SARATURVE
-  TÄYTEMÄÄ

Luokitus on tehty maaperän peruskartoituksen
1:20 000 mukaan. Oheellinen pienin kuvio koko
on 20000 neliometriä. Tarkkuus ei riitä raken-
nuspaikkakohtaiseen mitoitukseen.

-  Vedenjakaja
-  Virtaussuunta
-  Tärkeä pohjavesialue Peltosalmi – Ohenmäki
Pohjavesialueella ei ole mahdollisuutta imeytymiseen
-  Ahmo- ja Kirmajärvien valuma-alue
(Rajaukset: Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri)
-  Vedenpuhdistamo
-  Vedenottamo
-  Pumppaamo
-  Valtatie, kantatie
-  Maantie, paikallistie
-  Yksitystie
-  Rautatie

Väli-Suomen aluetuotoisto
Kuopio 11.2.1994



(Selite sivulla 36 olevan kuvan 21 karttaan.)

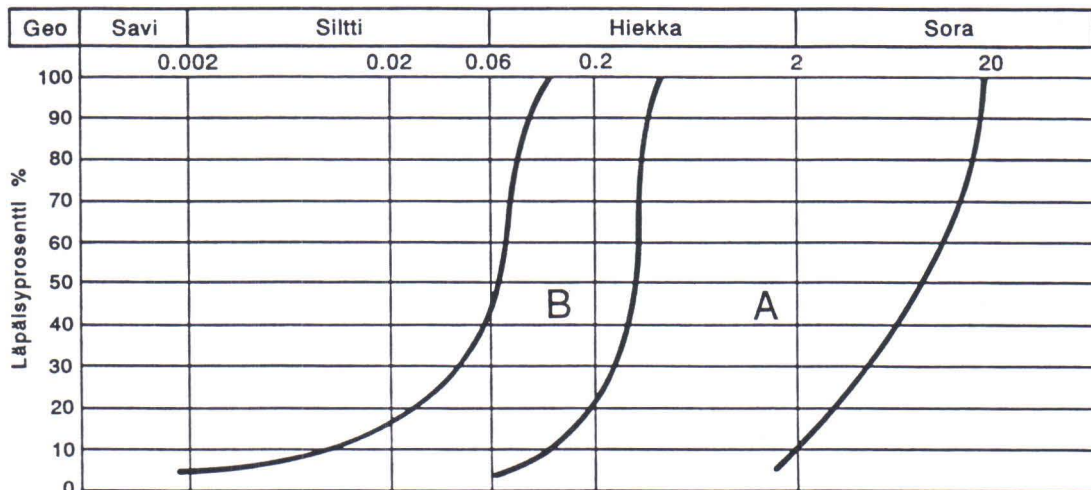
puu monista tekijöistä, kuten maalajien raakoosta, maalajien vesipitoisuudesta, pohjaveden pinnan tasosta ja maaperän tiiviydestä. Tehdyssä imeytymistä kuvaavassa kartassa on otettu huomioon lähinnä maalajien raekoko. Pohjaveden tason ja maaperän tiiviyden vaikutusta ei ole otettu huomioon. Paikallista imeytyskykyä arvioitaessa on ehdottomasti varmistettava, että pohjaveden taso on riittävän syvällä, vähintään metrin verran imeytyspinnan alapuolella.

Maaperän imeytymiskykyluokitus on esitetty vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisussa Pienet jäteveden maapuhdistamot (Santala 1990). Julkaisussa (s. 34) maalajit on luokiteltu raakoostumuksen perusteella kuuteen luokkaan (taulukko 4). Luokista on annettu imeytymiskykyarvio ja suositusarvo maaperän kuormitusmääristä. Luokassa 1 imeytys on mahdollista ja kuormitus voi olla 50–60 l/m² vuorokaudessa. Luokassa 2 imeytys on mahdollista, mutta kuormitus saa olla enintään 40 l/m² vuorokaudessa. Luokassa 3 imeytys on myös mahdollista, mutta kuormitus saa olla enintään 30 l/m² vuorokaudessa. Luokassa 4 imeytyminen on voimakasta, mutta maa-aines on liian karkeaa, jotta puhdistuminen olisi riittävää. Luokassa 5 maa-aines on liian hienorakeista imeytykseen, ja luokassa 6 hienorakeiset maa-ainekset rajoittavat imeytyskapasiteettia ja karkeat heikentävät puhdistustehoa (taulukko 4).

Iisalmen Ahmo- ja Kirmajärvien valuma-alueesta on laadittu maaperän imeytymiskykyä kuvaava teemakartta, ja se perustuu alueelta valmiina olevaan maaperäkartoitusaineistoon ja geologiseen tulkintaan (kuva 21). Maaperäkartan mukaan valuma-alueen (kartalla violetilla viivalla rajattu alue) yleisin maalaaji on moreeni. Moreenia on eniten alueen itä-, kaakkois- ja pohjoisosissa. Länsireunalta alue rajoittuu Peltosalmi–Ohenmäki harjujaksoon, joka on tärkeä pohjavesialue eikä tästä syystä sovellu jätevesien imeytymiseen. Vesistöjen ranta-alueilla maaperä on pääasiassa hiesua, savea ja liejusavea.

Suurin osa Ahmo- ja Kirmajärvien alueesta kuuluu luokkaan 5, joka ei sovellu imeytysalueeksi. Maalajit näillä alueilla ovat joko niin hienorakeisia tai vedellä kyllästyneitä, että niihin ei voi imeyttää jätevesiä. Moreeni on tällä alueella pääasiassa hienoainesmoreenia, joka on niin hienoainespitoista ja savista, että myöskään se ei sovellu imeytymiseen. Kirmajärven kaakkoispuolella hieta- ja hiekkamoreenit ovat vallitsevia. Hieta- ja hiekkamoreenin sekä hienoainesmoreenin välinen raja ei ole luonnossa terävästi rajautuva. Maaperäkartan hienoainesmoreenikuviot ja hieta- ja hiekkamoreenikuviot kuvaavat alueita, joilla jompikumpi moreenityyppi on vallitsevana. Hienoainesmoreenialueella saattaa olla pieniä hieta- ja hiekkamoreenialueita, jotka ovat riittävän imuky-

Taulukko 4. Maaperän rakeisuusluokitus ja imeytyvyyskapasiteetin arviointi rakeisuuden perusteella (Santala 1990).



Luokka	Rakeisuusalue	Imeytys	Kuormitus l/m ² /d
1	A	mahdollista	50 - 60 tai > 60
2	A ja osin B	mahdollista	korkeintaan 40
3	B ja osin A	mahdollista	korkeintaan 30
4	A ja osin A:n oik. p.	liian karkeaa	-----
5	B ja osin B:n vas. p.	liian hienorakeista	-----
6	A:n ja B:n ulkopuol.	liian hien. ja liian kar	-----

kyisiä jätevesien imeytykseen. Imeytyvyyttä määriteltäessä paikallinen moreenityyppi on erikseen varmennettava, minkä vuoksi luokituksessa on käytetty luokkaa 5b.

Maaperäkartan perusteella tehdyn imeytyvyysluokituksen mukaan Ahmo- ja Kirmajärvien valuma-alueella ei ole imeytyvyysluokkaan 1 kuuluvia alueita, kun Peltosalmi–Ohenmäki harju tärkeänä pohjaviesialueena jätetään tarkastelun ulkopuolelle. Parhaimpia imeytysalueita ovat hiekka-alueet (kartalla vihreällä värillä) sekä moreeni- ja hieta-alueet (vaalean vihreällä). Näitä moreenimaita on eniten kaakkois-

osassa valuma-alueita. Selvityksessä jätettiin tarkastelun ulkopuolelle turve- ja kallioperäalueet. Kallioperän rakoihin ja ruhjeisiin joutunut jätevesi saattaa kulkeutua kauaksikin, esimerkiksi pohjaviesialueelle. Tästä syystä on vältettävä imeyttämistä rikkonaista kallioperää ohuena peittäviin maakerrostumiin. Suo-alueiden turpeet ovat pääasiassa saraturvetta, jonka sitomiskyky rahkaturpeeseen verrattuna on huomattavasti huonompi. Lisäksi vedenpinta turvekerrostumissa on yleensä niin korkealla, että se haittaa suodattumista.

LÄHDEKIRJALLISUUTTA

Santala, E. (toim.) 1990. Pienet jäteveden maapuhdistamot. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisusarja — sarja B. 117 s.

10 TAAJAMAN MAANKÄYTÖN SUUNNITTELUA PALVELEVA MAAPERÄKARTOITUS

Keijo Nenonen, Timo Huttunen ja Jouko Saarelainen

Geologiseen peruskartoitukseen perustuvat teemakartat eivät ole riittävän tarkkoja yksityiskohtaisiin ja suppeaan aluetta koskeviin tulkintoihin. Kohdetutkimuksissa tarvitaan lisähavaintoja ja mittauksia maastossa. Tällaiset tiettyä tarkoitusta varten tehdyt

kartoitukset ja tutkimukset tehdään GTK:ssa maksullisina tilaustöinä. Esimerkkinä tässä oppaassa esitellään Iisalmen kaupungin tilauksesta tehty maaperäkartoitus, joka palvelee maankäytön suunnittelua.

10.1 Kartoitus

Kesällä 1991 kartoitettiin noin 6 km²:n alue Iisalmen kaupungin keskustan pohjoispuolella, Mansikkaniemen–Peltomäen–Suurisuon alueelta (Huttunen et. al 1993). Ennen kartoitusta ja kartoituksen aikana oltiin tiiviissä yhteistyössä kartoituksen tilaajan, Iisalmen kaupungin teknisen palvelukeskuksen kanssa. Neuvotteluin ja maastokäynnein pyrittiin siihen, että kartoitusperusteet ja kartan sisältö vastaisivat mahdollisimman hyvin kaupungin tarpeita.

Kartoitus tehtiin kaavakartan mittakaavaan 1:4 000. Kartoituksen tarkoituksena oli löytää yhdyskuntasuunnittelun ja -rakentamisen kannalta edullisia, hyvin kantavia maa-alueita, osoittaa pehmeikköalueet ja selvittää pehmeän kerroksen paksuutta. Kartoituksen pohjana käytettiin 1:4 000-mittakaavaista pohjakarttaa sekä samassa mittakaavassa olevia oikaistuja ilmakuvia. Ennen varsinaista maastokartoitusta laadittiin tulkintakartta, joka perustui aikaisempiin maaperäkartoituksiin (1:20 000) sekä kartta- ja ilmakuvatulkintaan. Osoittautui, että tässä mittakaavassa kartta- ja ilmakuvatulkinnasta on hyötyä erityisesti maastotöiden suunnittelussa. Kartoitusperusteiden lähtökohtana käytettiin maaperän peruskartoituksen kuvausohjeita (Maaperäkartta 1:20 000, 1:50 000 Kuvausohjeet 1989).

Kartoituksen suunnittelussa otettiin huomioon Aluesuunnittelun pohjatutkimusohjeet (ALPO-86). Maalajiluokituksenä käytettiin RIL:n Pohjarakennusohjeiden (1988) mukaista GEO-luokitusta, jota tarkennettiin eräiltä osin. Esimerkiksi moreenimaat jaettiin savi- ja hienoainespitoisuuden perusteella hienoainemoreeneihin ja hiekkamoreeneihin (Lindroos & Nieminen, 1982). Maalajit kartoitettiin metrin syvyyteen asti ja maalajikerrosten vaihtelu kuvattiin kartalla. Ohjeellinen kuvioiden minimikoko oli 30 x 30 m (900 m²). Erityisesti pehmeikköalueilla olevien kovan maan saarekkeiden kuvaamisessa käytettiin ohjeellista minimikokoa pienempiä kuvioita, jopa 15 x 15 m (225 m²). Kapeimmat kartoitetut kuviot ovat maastossa 8 metriä (kartalla 2 mm). Kartoitusnopeus oli noin 0,2 km² päivässä kartoittajaa kohden.

Kartan kaikki maalajikuviot perustuvat maastohavaintoihin ja pisto- sekä lapiokairauksiin. Maalaji-

määritysten varmistamiseksi tehtiin laboratoriossa raesuurus- ja humusmäärityksiä. Karkearakeisten maalajien rakeisuus määritettiin seulomalla ja hienorakeisten sedimenttien rakeisuus Micromeritic Sedi-graph 5100-laitteistolla. Maapeitteen paksuuden ja kerrosjärjestyksen määritykset tehtiin tärykairaamalla ja vasaraseisimisellä luotauksella. Maatutkaa käytettiin kolmessa kohteessa ohuen moreenikerrostuman ja harjun tutkimiseen sekä pohjaveden pinnan määrittämiseen. Kairauskalustona käytettiin kevyttä telalustaista hydraulitoimista tärykairaa. Seismiset luotaukset tehtiin 12-kanavaisella vasaraluotauslaitteistolla. Karttaan on kerätty kairaus tietoja myös GTK:n valtakunnallisesta kairausarkistosta.

Maaperäkartta digitoitiin Fingis-ohjelmistolla. Kairaus- ja näytetiedot sekä muut pistekohtaiset havainnot tallennettiin GTK:n tiedostoihin. Tilajalle toimitettiin levykkeellä siirtotiedostot, joissa olivat maalajikuviot, niiden tunnukset ja muut tekstit sekä kairaus- ja näytepisteet ja seismiset luotaukset. Fingistietokannasta tulostettiin väripintapiirturilla karttoja eri materiaaleille sekä värillisinä että viivapiirroksina. Numeerinen kartta on siirrettävissä eri atk-järjestelmiin, ja sen sisältöä voidaan helposti muokata ja päivittää geoteknisen tiedon lisääntyessä. GIS-järjestelmien avulla suurimittakaavaiseen maaperäkartaan voidaan liittää vaikkapa korkeusaineistoa, kaavoitus-tietoa ja muuta kartta-aineistoa.

Geologinen maaperäkartoitus on nopea ja ympäristöön jälkiä jättämätön tutkimusmenetelmä. Pääosan kartoituksesta tekee jalkasin maastossa pistokairan kanssa liikkuva kartoittaja. Kartoituksen jälkeen tehdään luotauksia ja kairauksia avainkohteissa. Kartoituksen sekä maaperän luotausten ja kairausten yhdistelmällä saadaan luotettava kuva alueen maala-jeista, niiden ominaisuuksista ja maalajien kerrosjärjestyksestä. Maaperäkartoituksessa ei tarvita maastoon tehtäviä linjoituksia ja kiintopisteitä. Maaperäkuviot paikannetaan ja rajataan tarkan pohjakartan ja ilmakuvasuurennoston avulla. Uutena menetelmänä maastopisteiden paikantamisessa ja luotauslinjojen merkitsemisessä on satelliitteihin perustuva GPS-paikanmääritys, jolla päästään metrintarkkuuteen maastossa.

10.2 Tärkeimmät tulokset

Suurimittakaavaisella maaperäkartoituksella pystyttiin erottamaan riittävän tarkkasti rakentamisen kannalta hyvät ja edulliset kantavat alueet pehmeikköalueista (kuva 22). Myös pehmeikköalueilta pystyttiin erottelemaan rakennettavuudeltaan parempia ja huonompia alueita. Geologisin perustein löydettiin esimerkiksi ohuiden, alle metrin paksuisten savi- ja silttikerrostumien alta kantavia, hyviä rakennusmaita. Kairauksilla tutkittiin maaperäkuvioiden raja-alueita. Kantavien kitka-maalajien ja pehmeikköjen raja-alueilta löydettiin rakentamisen kannalta riskialttiita alueita, kuten hiekka- ja hietakerrostumien alla olevia savikerrostumia. Kartoituksen perusteella myös moreeni-alueet pystyttiin jakamaan rakennettavuudeltaan hyviin ja huonoihin alueisiin. Moreenialueista osa on hyvin kantavaa hiekkamoreenia ja osa taas heikosti kantavaa hienoainesmoreenia. Savipitoiset hienoainesmoreenialueet ovat epäedullisia routivuudeltaan ja liettymisominaisuuksiltaan verrattuna kartoitusalueen hiekkamoreeneihin. Hienoainesmoreenit ovat yleensä vettä hyvin pidättäviä maalajeja, verrattavissa savimaihin, kun taas hiekkamoreenit läpäisevät vettä hietamaiden tavoin.

Yksityiskohtaisen maaperäkartan hyödyt:

- 1) Maanhankintoja ja ennakoivia aluevarauksia suunniteltaessa maaperäkartta antaa maakaupan osapuolille luotettavan arviointiperustan maapohjan arvosta ja käyttökelpoisuudesta eri tarkoituksiin.
- 2) Sen avulla eri kaavoitusvaiheiden vaatimat geotekniset pohjatutkimukset voidaan suunnata tehokkaasti oikeisiin kohteisiin.
- 3) Suurimittakaavaisella maaperäkartalla saavutetaan suurimmat säästöt, kun sitä käytetään jo maankäytön suunnittelun alkuvaiheessa, jolloin uusia taajamia, kortteleita ja liikenneverkostoa ryhdytään luonnostelevaan.
- 4) Maapohjatietoa tarvitaan myös maankäytön suunnittelun loppuvaiheessa, kun määritellään rakennuspaikkoja.
- 5) Maaperätietoihin perustuvalla maankäytöllä voidaan saavuttaa rakennusvaiheessa huomattavia säästöjä. Esimerkiksi pienkerrostalon rakennuspohjan perustuskustannuksissa saavutettu säästö voi olla miljoonia. Savimailla ja muilla pehmeiköillä paaluperustus lisää kustannuksia noin 10 % verrattuna hyvin kantavalle maapohjalle rakentamiseen.

LÄHDEKIRJALLISUUTTA:

- Aluesuunnittelun pohjatutkimusohjeet 1986.** ALPO-86. Helsinki: Suomen Geoteknillinen Yhdistys r.y. Rakentamiskustannus Oy. 83 s.
- Huttunen, T., Nenonen, K. & Saarelainen, J. 1993.** Suurimittakaavaisen maaperäkartan käyttömahdollisuudet. *Teoksessa:* GTK-VYH-ympäristöseminaarin esitelmät. Salmi, R. & Lemmelä, R. (toim.) Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 119, 93–101.
- Lindroos, P. & Nieminen, P. 1982.** Maaperäkartoituksen

- uusi moreeniluokitus. *Geologi* 34, 65–67.
- Niemelä, O. & Korpela, K. 1992.** Maaperäkartoitus — tärkeä yhteiskunnallinen sijoitus. Esite. Helsinki: Karttokeskus.
- Maaperäkartta 1:20 000, 1:50 000. Kuvausohjeet 1989.** Espoo: Geologian tutkimuskeskus; Helsinki: Maanmittaushallitus.
- Pohjarakennusohjeet 1988.** RIL 121-1988. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL r.y. 92 s.

11 KAATOPAIKAN SIOITUSTUTKIMUS

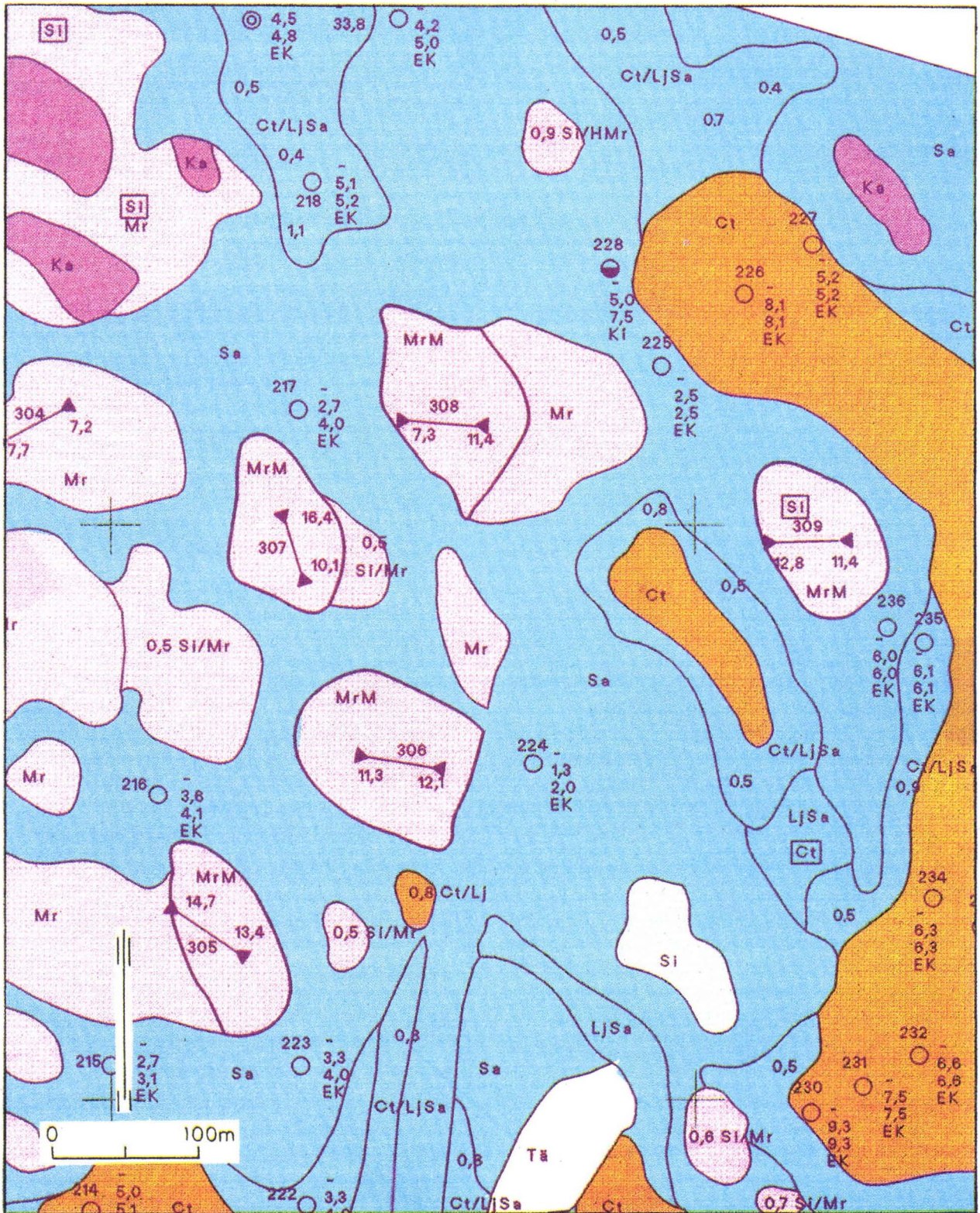
Reino Kesola

Kaatopaikan sijoittaminen on ratkaisu, joka määrittelee alueen maankäytön pitkälle tulevaisuuteen. Maa- ja kallioperässä kulkeutuvien liuosten vaikutus ilmenee mahdollisesti vasta pitkän ajan kuluttua. Kaatopaikkojen suunnittelussa, vanhojen kaatopaikkojen kunnostuksessa sekä ympäristöriskien arvioimisessa on välttämätöntä tuntea alueen maa- ja kallioperän rakenne ja pohjavesiolot, jotta riskit voidaan ennakoita. Geologisia seikkoja ei ole yleensä kuitenkaan selvitetty riittävän perusteellisesti.

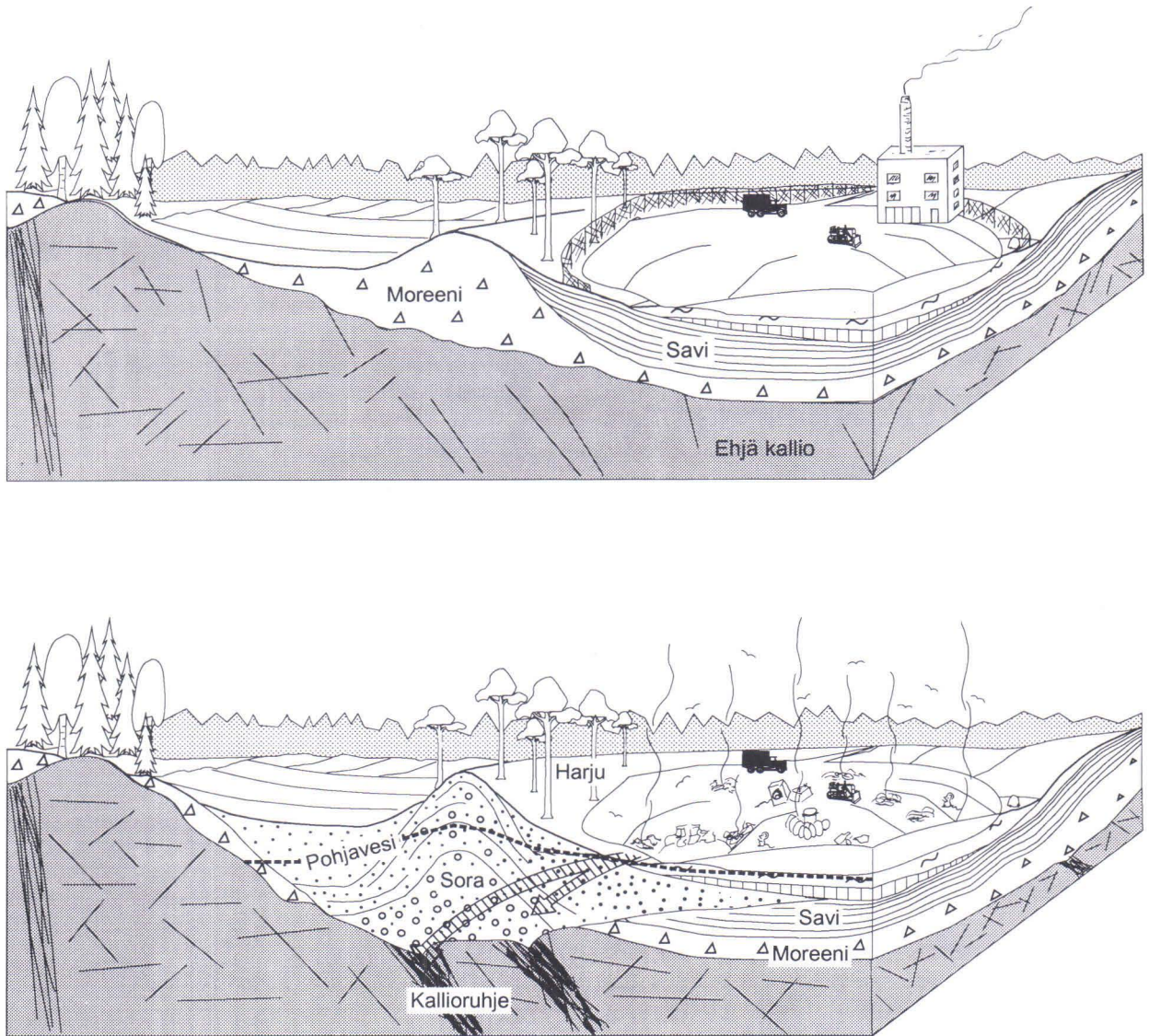
Kaatopaikkatutkimuksen ensimmäinen vaihe on

karttatulkinta. Geologisessa yleisselvittelyssä käytetään hyväksi GTK:n perustutkimuksen ja kartoituksen yhteydessä kerättyä tietoa. Riskitekijöitä voidaan jo alkuvaiheessa arvioida erilaisilla geologisten asioiden yhdistelmäkartoilla ja karsia pois ne alueet, joissa kaatopaikkalla on todennäköisesti hyvin suuri haittavaikutus ympäristöön (kuva 23).

Kun esiselvitysten avulla on rajattu kaatopaikkavaihtoehdot muutamaan, voidaan maastossa tehtävät tutkimukset suunnata ainoastaan näihin kohteisiin ja säästää kustannuksia. Maastotutkimuksiin kuuluu maa- ja kallioperän tarkka kartoitus.



Kuva 22. Maankäytön suunnittelua palveleva maaperäkarta (1:4 000). Alueen länsiosaa on rakentamiseen edullista moreeni- ja kallioaluetta. Itäosa on savialuetta ja pehmeikköä. Siniset alueet = savea ja liejusavea; punaiset alueet = kallioalueita; vaalean punaiset alueet = moreenia; ruskeat alueet = turvetta ja liejua; o = kairauspiste; numeroin pehmeän kerroksen paksuus ja kairauspyvyys; >---< = luotauslinja.



Kuva 23. Hyvin (yläkuva) ja huonosti (alakuva) sijoitettu kaatopaikka.

Maaperäkartoituksessa selvitetään maalajien vedenläpäisevyysominaisuudet, maaperän kantavuus sekä pohja- ja pintavesiolot. (Järviö et al. 1990). Erityisen tärkeää on tuntea maaperän kerrosjärjestys maan pinnalta kalliioon asti, jotta voitaisiin ennustaa kaatopaikan haitta-aineiden kulkeutuminen tai kerääntyminen. On mahdollista, että painanteissa ja kallioperän heikkousvyöhykkeissä on saven tai moreenin alla vettäjohtavia kerrostumia (kuva 23). Kartoituksessa käytetään näytteenottokairauksia, maatulkauteauksia tai muita luotauksia sekä laboratorioissa tehtäviä määrittämiä.

Kallioperätutkimuksissa selvitetään kallioperän sijainti maapeitteiden alla, alueen kivilajit ja

kallioperän eheys. Kallioperän rikkonaisissa vyöhykkeissä voi olla runsaasti pohjavettä, ja kymmeniäkin kilometrejä pitkiä heikkousvyöhykkeitä, joita ei voida aina havaita maanpinnalta tai ilmakuivista. Kaatopaikalla vettäjohtava vyöhyke on riskitekijä, sillä jos kaatopaikan suotovedet sattuvat vuotamaan, ne voivat painua kallioperään ja kulkeutua pitkiäkin matkoja ilman, että maanpinnalla havaitaan merkkiäkään saastevaikutuksesta. Heikkousvyöhykkeiden kautta voivat etäisetkin pinta- ja pohjavedet saastua. Saastevaikutus voi levitä vuosikymmenien ajan ja pilata kalliopohjavedet laajoilta alueilta.

Kallioperän heikkous- eli ruhjevyöhykkeiden paikallistamiseksi käytetään geofysikaalisia karttoja,

joilta nähdään suurimmat ruhjevyöhykkeet. Ruhjeet tutkitaan tarkoin maastossa räjäytysseismisin luotauksin. Lisäksi apuna voidaan käyttää sähköisiä sekä magneettisia maastomittauksia. Usein on tarpeen myös tehdä porakaivo pohjaveden määrän ja laadun toteamiseksi. Kaikki geofysikaalisilla kartoilla näkyvät ruhjeet eivät ole avoimia. Vanha ruhje voi olla nykyisin savimineraalien tiivistämä, jolloin se on jopa tiiviimpi kuin sitä ympäröivä kallioperä.

Kaatopaikka-alueen ja lähiympäristön maaperätietoja voidaan hyödyntää suunniteltaessa tiiviiden maa-ainesten käyttöä kaatopaikan pohjan tiivistämisessä ja pintaverhoilussa. Kallioperätietojen ja testien perusteella voidaan puolestaan arvioida, onko alueella kalliokiviainesten hyödyntämiselle laadullisia edellytyksiä. Lähiympäristölleen haittaa aiheuttavina toimintoina, kiviaineksen murskaus ja kaatopaikka on edullista sijoittaa samalle alueelle. Parhaimmillaan kiviainesten tuotolla katetaan osa kaatopaikan perustamiskustannuksista. Paras sijoituspaikka yhdyskuntajätteille olisi suuri ja kattilamainen kalliioon louhittu tila, josta kiviaines on hyödynnetty rakentamiseen. Louhittu tila voidaan tiivistää vedenpitäväksi tunnelien rakentamisessa käytettävillä vedentiiivistysmenetelmillä. Näin saadaan jätteille suljettu tila, joka on tiivis ja jonka pohja tai reunat eivät petä jätteiden paineen alla.

Kun selvitetään vanhan kaatopaikan aiheuttamia

ympäristöriskejä ovat maaperänäytteenotto sekä pohja- ja pintavesitutkimus avainasemassa. Vanhoilla ja melko uusillakin kaatopaikoilla on usein ongelmana jätemassojen liikkeet. Usein pohja on kylläkin vettä pidättävää suota tai savikkoa, mutta jos maapohja ei ole riittävän kantava jätteet painuvat ja leviävät sivulle. Näihin ongelmiin on hyvin vaikea puuttua jälkeensä. Jos alla olevaa maaperää ei tunneta, niin jätemassojen tukeminen saattaa aiheuttaa melkoista vahinkoa, jos paaluin vielä puhkaistaan pohjan vettäpidättäviä kerroksia. Kairaamalla ja luotaamalla selvitetään kaatopaikan pohjan maalajit ja niiden kerrosjärjestys sekä pohjavesiolot. Vasta kun on selvitetty vettä johtavat ja pidättävät maalajit ja pohjaveden liikkeet, voidaan ottaa tarkkailunäytteet kemiallisia analyyseja varten oikeista paikoista. Kaatopaikalta suotovesien mukaan liuenneita ja kulkeutuneita aineita analysoitaessa on hyvä tietää kaatopaikan historia, eli minkä tyyppistä jätettä kaatopaikalle on tuotu. Ovatko kyseessä vain kotitalousjätteet, vai onko kaatopaikalle kuljetettu metalliromua, maalausjätteitä, liuottimia tai muita haitta-aineita. Kaatopaikan menneisyyden tuntemuksella kemisti voi valita suuresta aineiden joukosta juuri oikeat aineet analysoitavaksi. Organiset yhdisteet (fenolit, liuottimet) ovat usein kulkeutuneet laajemmalle alueelle kaatopaikan ympäristöön kuin epäorgaaniset haitta-aineet (lyijy, kadmium, arseeni).

LÄHDEKIRJALLISUUTTA

Järviö, E., Petäjä, J. & Björn, E. 1990. Kaatopaikkojen pohjan ja rakenteiden tiiveys. Loppuraportti. Ympäristöministeriö, Ympäristönsuojeluosasto, selvitys 76:1990. 95 s.

12 GEOLOGISET TIETOAINIESTOT

Raimo Nevalainen ja Maria Nikkarinen

GTK:ssa on runsaasti maankamaran ominaisuuksiin liittyviä tietoaineistoja, kuten numeeriset maa- ja kallioperäkartat, lentogeofysiikan rekisteri sekä erilaiset tietokannat. Yleensä asiakas ei kuitenkaan käytä geologista tietoa sellaisenaan, vaan hän haluaa asiantuntijan tulkitseman selvän vastauksen ongelmaansa. GTK:n pyrkimys onkin jalostaa geotietoa teemakartoiksi, jotka vastaavat kunkin asiakkaan ajankohtaisiin tarpeisiin. Teemakarttojen laadinnassa GTK käyttää ja analysoi GIS-ohjelmistolla kaikkia tietokannoissaan olevia tietoja. Lähtöaineiston mitta-kaava määrää tulkinnan tarkkuuden.

Iisalmen kaupunki valittiin kuntakohtaisten teemakarttojen tuottamisen esimerkkialueeksi osittain

siksi, että geologinen tieto alueelta oli suhteellisen kattavaa. Läheskään kaikista Suomen kunnista ei geologista tietoa ole vielä kerätty yhtä paljon. Osa aineistoista odottaa lisäksi vielä numeeristamistaan. Puuttuvaa geologista tietoa on joissain tapauksissa mahdollista hankkia tulkitsemalla satelliitti- tai ilmakuvia sekä geofysiikan mitta-aineistoja.

Seuraavassa on kerätty luettelo sellaisista GTK:n numeerisista tietoaineistoista, joita on hyödynnetty kuntakohtaisten teemakarttojen tuotannossa. Tällä hetkellä numeeristetaan nopeasti maa- ja kallioperäkartoja ja kallioperään liittyvää havaintoaineistoa, joten niiden kattavuus laajenee nopeasti.

12.1 Numeeriset kartat

GTK:n perustutkimuksissa syntyvää numeerista kartta-aineistoa ovat lähinnä maa- ja kallioperäkartat, joissa kuvataan kartoituksen perusteella tulkittua maalajien ja kivilajien alueellista jakautumaa maastossa. Numeerisesti alueet kuvataan toisiinsa liittyvinä sulkeutuvina viivoina (vektorit), joilla on ominaisuutena maalajikoodi tai kivilajikoodi. Lisäksi voidaan esittää tiettyjä maaston piirteitä viivoina, jotka eivät sulkeudu alueiksi (esim. kallioperän ruhje), ja tiettyyn maastonkohtaan liittyvää lisätietoa pisteinä (esim. kairauspiste).

12.1.1 Maaperäkartta 1:20 000/1:50 000

Uusin ja tarkin GTK:n maaperäkartoitusaineistoista on maaperän peruskartta. Maaperäkartta 1:20 000 tehdään peruskartan uudistuksen ja täydennyksen yhteydessä yhteistyössä Maanmittauslaitoksen kanssa. Maalajit kartoitetaan maastossa mittakaavaan 1:10 000 ja aineisto julkaistaan peruskarttalehdittain. Maaperäkartta kuvaa, miten maalajit jakautuvat metrin syvyydelle maanpinnasta, ja se sisältää maalajikuviot ja vesistöt aluetietona. Viivatietoina kuvataan seismiset linjat, dyynit, muinaisrannat ja rantavallit sekä piste- ja symbolitietoina kairaus- ja maaperänäytetietoja (ei kattavasti). Pohjakarttana käytetään peruskartan vesistöä, johon maalajikuviot on sidottu. Maaperän peruskartalla pienimpien kuvioiden ohjeellinen koko on kaksi hehtaaria ja kuviorajojen tarkkuus n. 5 m. Numeerista kartta-aineistoa ylläpidetään Fingis-järjestelmällä.

Vuoden 1992 loppuun mennessä on kartoitettu noin tuhat karttalehteä pääasiassa asutuskeskusten lähetyviltä. Kartoitettu alue on n. 32 % Suomen alueesta (Niemi ja Korpela 1992). Pohjois-Suomessa maastotyöt on tehty mittakaavaan 1:20 000, ja kartat julkaistaan 1:50 000:n mittakaavassa. Maaperän peruskartoituksen on nykynäkymillä arvioitu valmistuvan vuonna 2026. Peruskartan mittakaavassa tehdyn maaperäkartan tarpeellisuutta osoittaa se, että näiden karttojen menekki painettuna ja tulosteina on ollut yli 30 000 kpl.

Parhailtaan on menossa jo painettujen karttojen digitointi. Digitointimittakaavana on 1:10 000 paitsi Pohjois-Suomessa se on 1:20 000. Vuoden 1989 jälkeen tehtyä kartoitusta ei enää paineta vaan aineisto on digitoitu ja siitä tehdään erilaisia tulosteita ja teemakarttoja. Numeerisina on saatavissa maalajikuvioiden rajat ja tunnuksat vektoriviivoina. Erikoistilauksesta voidaan toimittaa myös muuta kartan oheistietoa (pisteet ja viivat). Kuvassa 24 on maaperäkartoitustilanne 30.6.94. Koko aineistosta on numeeristettu noin kolmasosa ja tarvittaessa maalajirajat saadaan nopeasti numeerisiksi kiin-

nostavalta alueelta. Täydentävää kartoitusalueen maaperätietoa, kuten kairaus tietoa, on saatavissa GTK:ssa ylläpidettävistä maaperätietokannoista.

12.1.2 Maaperäkartta 1:100 000

Maaperäkartta 1:100 000:n mittakaavassa kertoo metrin syvyydessä olevan maalajin. Maalajikuvioiden minimikoko on 1 ha. Jos maan pintakerroksessa on vähintään puoli metriä jotakin muuta maalajia kuin metrin syvyydessä, havainnoidaan myös pintakerroksen maalaji erikseen mutta se ei sisälly numeeriseen aineistoon. Kartoituksessa, jota tehdään 1:20 000:n mittakaavassa, käytetään maastohavainnointien lisäksi ilmakuvatulkintaa muodostumien syntytavan määrittämiseksi ja ohuiden moreenikerrosten peittämien kallioiden sekä kalliopaljastumien rajaamiseen.

Vanhimmat kartoitukset ovat 1940-luvulta. Eri aikoina tehtyjen karttalehtien välillä on eroja, koska kartoitusperusteet ja menetelmät ovat muuttuneet. Aineiston alueellinen kattavuus painottuu Etelä-Suomeen. Joitakin karttalehtiä on Keski-Suomen ja Kainuun alueelta (kuva 24).

Numeerinen aineisto, joka on valmistettu skannaamalla painettujen karttojen originaalit, sisältää maalajikuviot luokiteltuna aineistona. Pikselikoko on 25 metriä. Pohjakarttana on käytetty Landsat-satelliittikuvan vesistöä. Numeerinen aineisto ei sisällä pintamaalajikuvioita. Joitakin karttalehdiltä puuttuu lisäksi osa maalajielementeistä (yleensä turvekuviot). Puuttuvat elementit on näissä tapauksissa korvattu muualta saadulla tiedolla. Tulevat 1:100 000-mittakaavaiset maaperäkartat on tarkoitus tuottaa 1:20 000:n kartoitusaineiston pohjalta.

12.1.3 Maaperäkartta 1:1 000 000

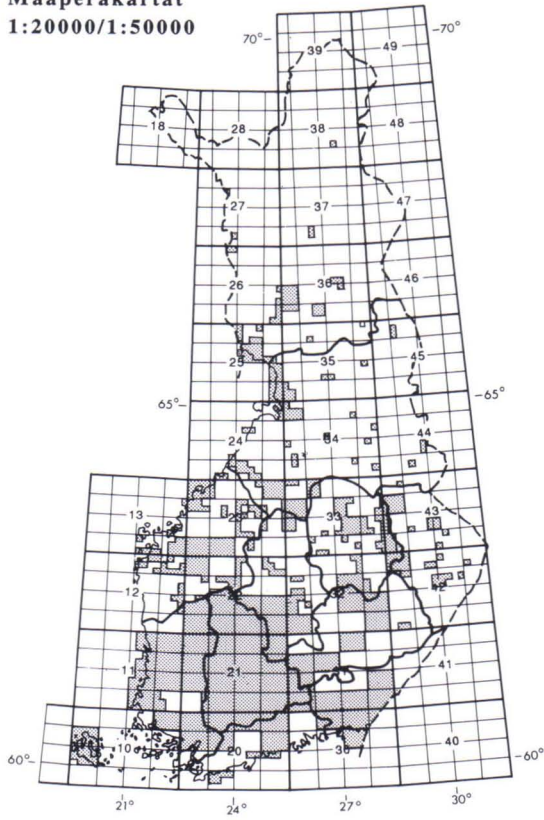
Koko Suomesta on julkaistu yleistarkasteluun tarkoitettu maaperäkartta. Numeerinen kartta sisältää maalajikuviot luokiteltuna rasteriaineistona. Aineistosta on kaksi versiota. Vanhan 1:1 000 000:n maaperäkartan pikselikoko on 200 m ja pohjakarttana Landsat-satelliittikuvan vesistö. Uuden aineiston pikselikoko on 24 m ja pohjakarttana 1:1 000 000:n korkeusvyöhykekartan vesistö. Uuden kartan kuviorajoja on myös tarkennettu uudemman kartoitustiedon pohjalta.

Aineisto kattaa koko Suomen.

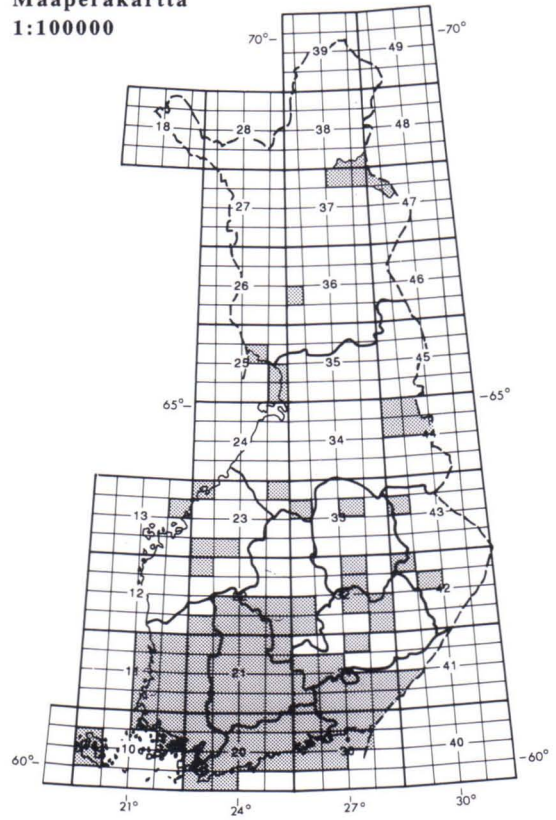
12.1.4 Kallioperäkartta 1:100 000

Kartoitusohjelma muodostaa perustan sekä tieteelliselle tutkimukselle että kallioperän hyö-

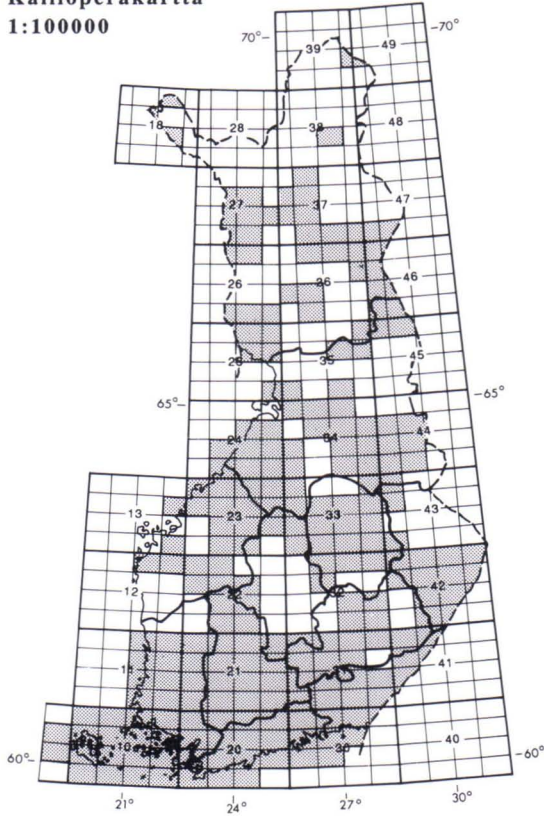
Maaperäkartat
1:20000/1:50000



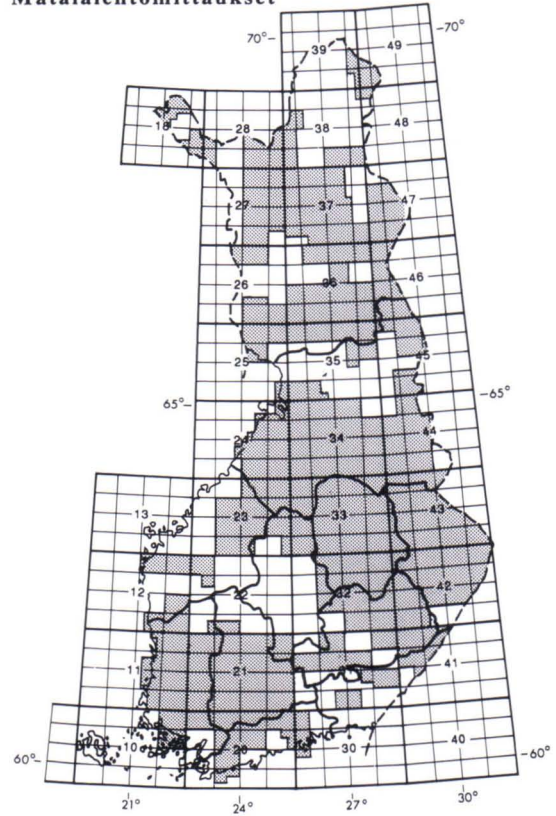
Maaperäkartta
1:100000



Kallioperäkartta
1:100000



Matalalentomittaukset



Kuva 24. Käynnissä olevien kartoitusten kattavuus 30.6.1994. Harmaalla on merkitty kartoitetut alueet ja valkoisella kartoittamattomat alueet.

dyntämiselle. Kallioperäkartta kuvaa, miten irtaimen maapeitteen alla olevan kallion kivilajit jakautuvat alueellisesti. Karttoitus perustuu kalliopaljastumista tehtävään maastohavainnointiin. Huonosti paljastuneiden tai paljastumattomien alueiden kallioperän ominaisuudet selvitetään tulkitsamalla geofysikaalista matalalento- ja maastomittausaineistoa sekä tekemällä tarpeellisia tarkistuksia joko syväkairauksella tai iskuporaamalla. Karttoitus- ja digitointimittakaavana on nykyään 1:20 000, vanhoissa kartoissa 1:50 000 tai 1:100 000.

1:100 000-mittakaavainen kallioperäkartta on perustutkimusaineistoa, joka sisältää tietoa kallioperän synnystä, iästä, rakenteesta ja kehityksestä. Kartat palvelevat malminetsintää, mutta ne vaativat muokkaamista ja usein tarkentamista kunta-asiakkaan tarpeisiin. Aineistosta voidaan laatia teemakarttoja, joissa on kuvattu kivilajien yleisiä tekniisiä, mineralogisia ja geologisia ominaisuuksia.

Tällä karttoitusohjelmalla on kartoitettu valtaosa Etelä- ja Keski-Suomea ja Pohjois-Suomesta n. 50 %. Kallioperäkartoitus etenee 5–10 karttalehden vuosivauhtia. Uudempi kartta-aineisto on tuotettu numeerisesti Fingis-järjestelmällä.

Numeerisessa aineistossa kivilajikuvioiden rajat ja tunnuksot ovat vektorimuotoisina. Aineisto perustuu painettujen karttojen numeeristamiseen

ja osaksi uuteen tulkintaan. Kivilajit on yleensä numeeristettu vesistörajojen yli. Karttoitukseen liittyvät pistemäiset tiedot, kuten kairaukset, paljastuneista kallioista tehdyt havainnot, kivien hietiedot ja kemialliset analyysit sekä petrofysikaaliset ominaisuudet ovat saatavissa numeerisina kallioperätietokannasta. Kuvassa 24 on esitetty kartoitetut alueet. Kaikki Pohjois-Suomen ja Väli-Suomen sekä suurin osa Etelä-Suomen karttalehdistä on numeeristettu kivilajirajojen osalta.

12.1.5 Pienimittakaavainen numeerinen kallioperäkartta

Väli-Suomen alueelta on saatavissa 1:100 000 aineiston pohjalta laadittu yhtenäinen numeerinen kallioperäkartta 1:500 000:n mittakaavassa. Kivilajikuvioiden rajat ja tunnuksot ovat vektoreina. Kivilajit on numeeristettu vesistörajoista riippumatta, joten käyttäjä voi liittää aineiston omaan pohjakarttaansa vaikeuksista. Suurimmasta osasta Pohjois-Suomea on vastaava numeerinen kallioperäkartta 1:200 000-mittakaavaisena. Etelä-Suomesta yleistetty aineisto on 1:1 000 000-mittakaavainen. Koko Suomesta on lisäksi saatavissa rasterimuotoinen 5 km:n pikselikoossa oleva aineisto, jossa kukin pikseli kuvaa alueensa pääkivilajia.

12.2 Tietokannat

GTK:n tietokannat sisältävät tutkimuspisteeseen sidottua erilaista taulukkomuotoista tietoa. Tutkimuspisteenä voi olla kairauspiste, mittauspiste, näytenpiste, havaintopiste jne. Tieto voi vastaavasti olla analyysijä, mittauksia tai kuvaavaa tietoa.

12.2.1 Maaperäkartoituksen pistetiedot ja maa-ainestietokanta

Maaperätietokanta sisältää geotekniisiä tietoja, kuten maakairaustietoja, tutkimuskaiwantotietoja ja rakeisuusanalyysituloksia, koko Suomen alueelta noin 25 000 tutkimuspisteestä. Tällä hetkellä on käytössä indeksoitu tiedosto, mutta uusi relaatio-tietokanta on kehitteillä.

Maa-ainestietokanta sisältää tiedot noin 21 000 sora- ja hiekkaesiintymästä, joista sähköisessä muodossa noin 7500 esiintymää. Aineisto kattaa koko Suomen, ja se perustuu vuosina 1971–78 GTK:n ja TVL:n yhteistyössä tekemään valtakunnalliseen inventointiin (Tikkanen ja Niemelä 1975). Osa 70-luvulla kartoitetuista esiintymistä on jo hyödynnetty. GTK on tarkentanut tämän perusinventoinnin tietoja muun muassa maksullisena palvelutoimintana ja erilaisissa projekteissa.

Tietokannan käyttäjiä ovat kuntien viranomai-

set, seutusuunnittelijat, insinööritoimistot, TVL, ympäristöviranomaiset ja Maatalouden tutkimuskeskus.

12.2.2 Turvetietojärjestelmä

Turvetiedostot sisältävät tietoja soiden turvemääristä, laadusta sekä fysikaalisista ja kemiallisista ominaisuuksista. Tiedostossa on tiedot lähes 10 000 suosta, joiden pinta-ala on yli 20 ha. Tutkituja pisteitä on yhteensä 900 000 kpl. Alueellinen kattavuus on 26 % valtakunnan suoalasta, ja se on paljolti olemassaolevien tai suunniteltujen turvevoimaloiden ympäristöstä.

Tiedostojen käyttäjiä ovat turveteollisuus, kunnat, kuntainliitot, seutusuunnitteluviranomaiset sekä yksityiset turvesoita omistavat henkilöt.

12.2.3 Kallioperäkartoituksen pistetiedot

Suomen kallioperän kivilajeja, niiden rakennetta, mineralogialla ja ikäsuhteita kuvaava tietokanta koostuu kallioperän paljastuneiden osien havainnoinnista sekä syväkairaustiedoista. Havaintoja on talletettu yli 30 000 kpl ja kairaustietoja 15 000 reiästä. Koska Suomen kallioperästä on paljastu-

neena vain 4 %, ovat syväkairaustiedot tärkeitä. Kairaustiedoista voidaan arvioida kallioperän rikkonaisuutta ja ruhjeiden sijoittumista ja kulkua. Alueellinen kattavuus on paras Pohjois-Suomessa, muiden alueiden tietoja tallennetaan nopeasti. Muita kallioperään liittyviä tietoja löytyy kivien kemiallisten analyysien tietokannasta ja petrofysiikan tietokannasta.

12.2.4 Geokemian tietokannat

Alkemia-järjestelmä on geokemiallisten tutkimusten ohjelmistopaketti ja tietokanta, jossa ovat näytteiden kenttätiedot ja analyysitulokset.

Suuralueellinen moreenin geokemiallinen kartoitus (Geokemian Atlas) sisältää n. 40:n eri alkuaineen analyysitulokset moreenin hienoaineksesta. Geokemiallinen Atlas-kartoitus on tehty koko Suomen alueelta, ja sen näytteenottoitiheys on 1 näyte / 300 km².

Käyttökelpoisempi aineisto kuntamittakaavassa on alueellisen geokemiallisen moreenikartoituksen tietokanta. Moreeninäytteet on otettu koko Suomen alueelta moreenista 1,5–2 m syvyydeltä näytteenottoitiheydellä 1 näyte / 4 km² (85500 näytettä). Näytteistä on seulottu analyysiin alle 0,06 mm lajite. Tietokanta sisältää noin 25 alkuaineen kuningasveteen (osittaisliuotus) liukenevan osan pitoisuudet. Tiedot julkistetaan 1:400 000:n karttalehdittäin, ja tällä hetkellä valmiina on 90 %. Tiedot on saatavina karttoina, ASCII-tiedostoina tai SPSS-siirtotiedostoina.

Moreenin analyysitulosten lisäksi Alkemia-tietokannasta saa kemiallista tietoa maaperästä, järvisedimenteistä, purovedestä ja pohjavedestä.

12.3 Teemakarttojen saatavuus ja myynti

Numeerisia perustietoaineistoja on saatavissa paikkatietojen yhteiskäytön kautta ja suoraan GTK:sta erilaisina siirtotiedostoina.

Teemakarttoja pystytään tuottamaan niistä kunnista, joista geologisen kartoitustiedon määrä on

12.2.5 Geofysiikan lentomittausaineistot

Lentokoneesta mitatut maankamaran magneettisten, sähköisten ja radiometrinen mittauksen tulokset kertovat sekä irtomaapeitteen että sen alla olevan kallioperän ominaisuuksista ja rakenteista aina satojen metrien syvyyteen. Aineistot on prosessoitu rasterimuotoisiksi tiedostoiksi, joita voidaan käsitellä kuvankäsittelyn menetelmin. Matalentoaineisto kattaa yli 2/3 Suomen pinta-alasta (kuva 24).

Pääasiallinen käyttö on ollut malminetsinnässä ja kallioperäkartoituksessa. Geofysikaalisesta aineistosta tehtyjä tulkintoja voidaan käyttää myös etsittäessä kallioperän rikkonaisia ruhjealueita, joilla on ratkaiseva merkitys ympäristönsuojelussa ja pohjavesihuollossa. Kaatopaikkatutkimuksissa lentomittausaineistolla voidaan seurata vuotovesien kulkutumista maaperässä. Muita uusia sovelluksia ovat tulkinta maaperän kosteusoloista, jotka vaikuttavat esimerkiksi metsänkasvullisiin oloihin ja turvepeitteen paksuuden analysointi laajoilla suoalueilla.

12.2.6 Muut aineistot

Muita yhdyskuntasuunnittelussa käyttökelpoisia tietoja löytyy mm. pohjavesitietokannasta, joka sisältää analyysitietoa pohjaveden kemiallisesta laadusta. Tietokannassa on tiedot noin 10 000 pisteestä, jotka on otettu kaivoista, porakaivoista ja lähteistä. Aineisto kattaa koko maan, mutta sen havaintojen tiheys ei ole tasainen. Tunnetut malmit ja teollisuusmineraaliesiintymät ovat myös omina tietokantoinaan.

riittävän kattavaa ja monipuolista. GTK:n yhteyshenkilöt selvittävät edellytykset teemakarttojen tuottamiseen halutulta alueelta. Tässä oppaassa kuvattujen teemakarttojen hinnat ovat 5 000–15 000 mk.

KIITOKSET

GTK:n hanketyöryhmä haluaa lämpimästi kiittää Iisalmen kaupunkia myötämielisestä suhtautumisesta yhteistyöhön ja erityisesti hankkeeseen osallistuneita henkilöitä: ympäristönsuojelupäällikkö Osmo Koivistoista, yleiskaavatutkija Jukka Virtasta ja ATK-päällikkö Jorma Väänästä, heidän ratkaisevan arvokkaasta työstään hankkeen toteutumiseksi. Samoin vilpittömät kiitoksemme

tutkimusaineiston tulkintaan ja teemakarttojen kehittäelytyöhön osallistuneille Väli-Suomen aluetoimiston geologeille ja tutkimusavustajille. Sydämelliset kiitoksemme Ylä-Savon Talousalueen Liiton toiminnanjohtajalle Jouko Pennaselle hänen merkittävästä panoksestaan Ylä-Savon kuntien ja GTK:n yhteistyön virittäjänä ja edistäjänä sekä tämän julkaisun ennakkotarkastajana.

Teemakarttojen kehitystyön kuluessa Iisalmen kaupungin teknisen palvelukeskuksen suunnittelu- ja kaavoitusasioiden henkilöstö perehtyi karttaluonnoksiin ja antoi rakentavia parannusehdotuksia. Kuopion läänin ympäristöosasto, Savo-Karjalan tiepiiri ja Kuopion vesi- ja ympäristöpiirin asiantuntijat vaikuttivat myös Ylä-Savon ympäristöhankkeen teemakarttojen sisältöön ja ulkoasuun suunnittelun eri vaiheissa. Esitämme kiitoksemme kaikille näille tahoille.

Hanke kuuluu myös GTK:n pohjoismaisen yhteistyön Mid-Norden-projektin ympäristö- osa-

projektiin. Vastaavanlaisia teemakarttoja on samanaikaisesti kehitteillä Ruotsissa ja Norjassa. Pohjoismaiset geologit perehtyivät karttaluonnoksiin tutustumiskäynnillä Iisalmessa ja esittivät omia parannusehdotuksiaan. Heille olemme kiitollisia saamistamme ehdotuksista.

Oppaan artikkeleiden ennakkotarkastukseen ja kuva-aineiston valintaan ovat osallistuneet Elias Ekdahl, Esa Kukkonen, Anssi Lonka, Markku Hytönen ja Kalle Taipale. Kaikille heille vilpitön kiitos rakentavasta palautteesta tämän julkaisun hyväksi.

IISALMEN KAUPUNKI

Ympäristövaikutuskartta

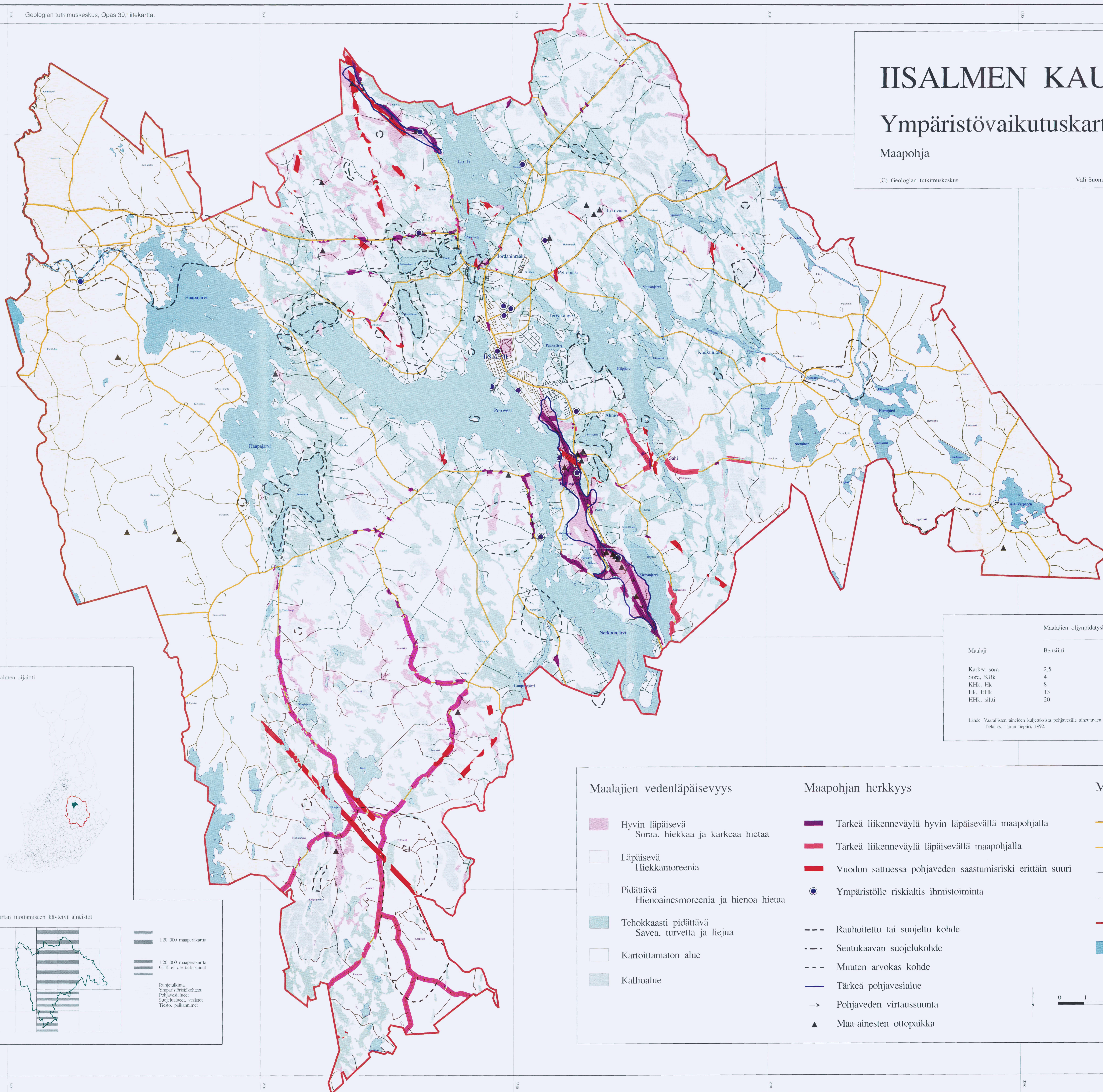
Maapohja



(C) Geologian tutkimuskeskus

Väli-Suomen aluetuisto

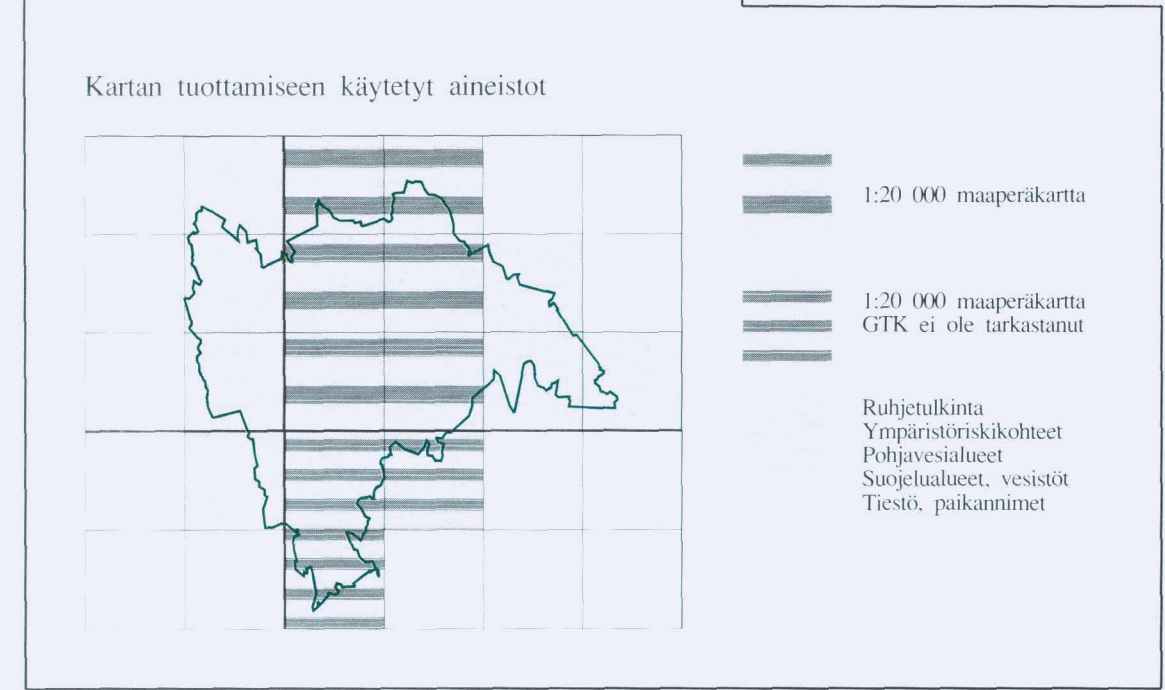
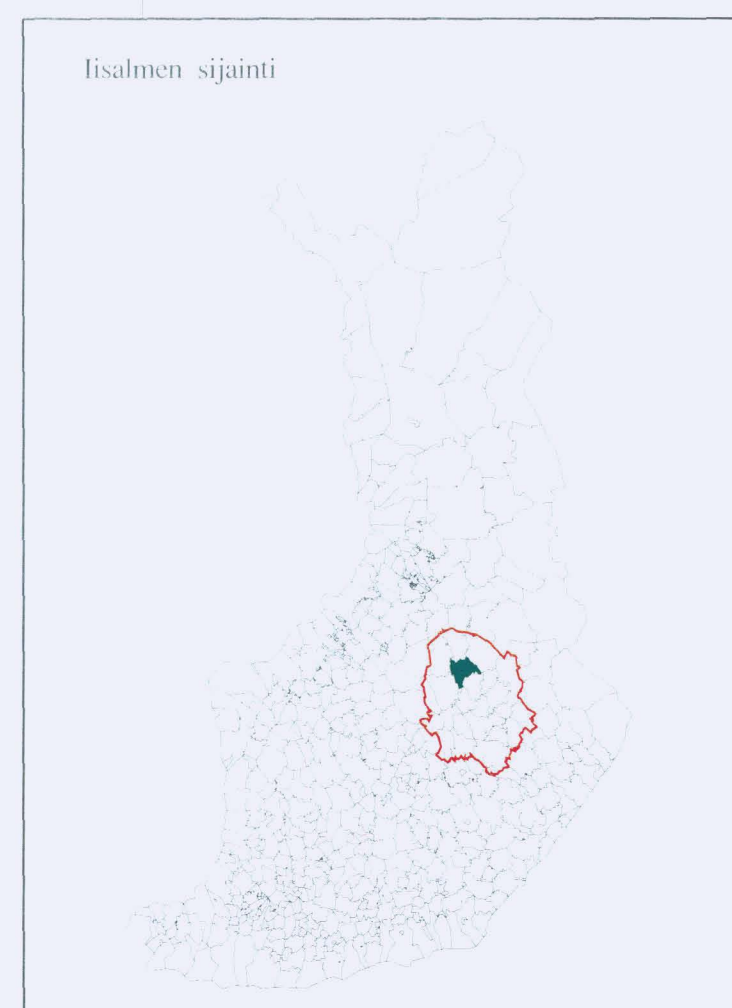
Kuopio 14.2.1994



Maalajien ölynpidätyiskyky (l/kuutiometri)

Maalaji	Bensiini	Petrol	K. polttoöljy
Karkea sora	2,5	5	10
Sora, KHK	4	8	16
KHK, HK	8	15	30
HK, HHK	13	25	50
HHK, siltti	20	40	80

Lähde: Vaarallisten aineiden kuljetuksista pohjavesille aiheutuvien riskien todennäköisyys, hallinta ja ehkäisy. Tehtävä, Tarun tiepiiri, 1992.



<p>Maalajien vedenläpäisevyys</p> <ul style="list-style-type: none"> Hyvin läpäisevä Soraa, hiekkaa ja karkeaa hietää Läpäisevä Hiekkamoreenia Pidättävä Hienoainesmoreenia ja hienoa hietää Tehokkaasti pidättävä Savea, turvetta ja liejua Kartoittamaton alue Kallioalue 	<p>Maapohjan herkkyys</p> <ul style="list-style-type: none"> Tärkeä liikenneväylä hyvin läpäisevällä maapohjalla Tärkeä liikenneväylä läpäisevällä maapohjalla Vuodon sattuessa pohjaveden saastumisriski erittäin suuri Ympäristölle riskialtis ihmistoiminta Rauhoitettu tai suojeltu kohde Seutukaavan suojelukohde Muuten arvokas kohde Tärkeä pohjavesialue Pohjaveden virtaussuunta Maa-ainesten ottoipaikka 	<p>Muut selitteet</p> <ul style="list-style-type: none"> Valtatie, kantatie Maantie, paikallistie Yksitystie Rautatie Kuntaraja Vesistö
--	---	--

0 1 2 3 4 5 km
1:50000

Geologian tutkimuskeskuksen yhteyshenkilöt:

Väli-Suomi

p. (971) 205 111

Teemakartat: Keijo Nenonen ja Maria Nikkarinen

Paikkatietojärjestelmät: Esa Kauniskangas

Numeeriset aineistot: Raimo Nevalainen

Etelä-Suomi

p. (90) 46 931

Teemakartat: Hannu Idman ja Jukka-Pekka Palmu

Paikkatietojärjestelmät: Markku Tiainen

Numeeriset aineistot: Olli Rantala

Pohjois-Suomi

p. (960) 3297 111

Teemakartat: Mikko Honkamo ja Olli Breilin

Tätä julkaisua myy

**GEOLOGIAN
TUTKIMUSKESKUS (GTK)**
Julkaisumyynti
02150 Espoo
☎ (90) 46 931
Telexi: 123185 geolo sf
Telekopio: (90) 462 205

**GTK, Väli-Suomen
aluetoimisto**
Kirjasto
PL 1237
70211 Kuopio
☎ (971) 205 111
Telekopio: (971) 205 215

**GTK, Pohjois-Suomen
aluetoimisto**
Kirjasto
PL 77
96101 Rovaniemi
☎ (960) 297 130
Telexi: 37295 geolo sf
Telekopio: (960) 297 289

Denna publikation säljes av

**GEOLOGISKA
FORSKNINGSCENTRALEN (GFC)**
Publikationsförsäljning
02150 Esbo
☎ (90) 46 931
Telex: 123185 geolo sf
Telefax: (90) 462 205

**GFC, Distriktsbyrån för
Mellersta Finland**
Biblioteket
PB 1237
70211 Kuopio
☎ (971) 205 111
Telefax: (971) 205 215

**GFC, Distriktsbyrån för
Norra Finland**
Biblioteket
PB 77
96101 Rovaniemi
☎ (960) 297 130
Telex: 37295 geolo sf
Telefax: (960) 297 289

This publication can be obtained
from

**GEOLOGICAL SURVEY
OF FINLAND (GSF)**
Publication sales
FIN-02150 Espoo, Finland
☎ +358 0 46 931
Telex: 123185 geolo sf
Telefax: +358 0 462 205

**GSF, Regional office for
Mid-Finland**
Library
P.O. Box 1237
FIN-70211 Kuopio, Finland
☎ +358 71 205 111
Telefax: +358 71 205 215

**GSF, Regional office for
Northern Finland**
Library
P.O. Box 77
FIN-96101 Rovaniemi
☎ +358 60 297 130
Telex: 37295 geolo sf
Telefax: +358 60 297 289