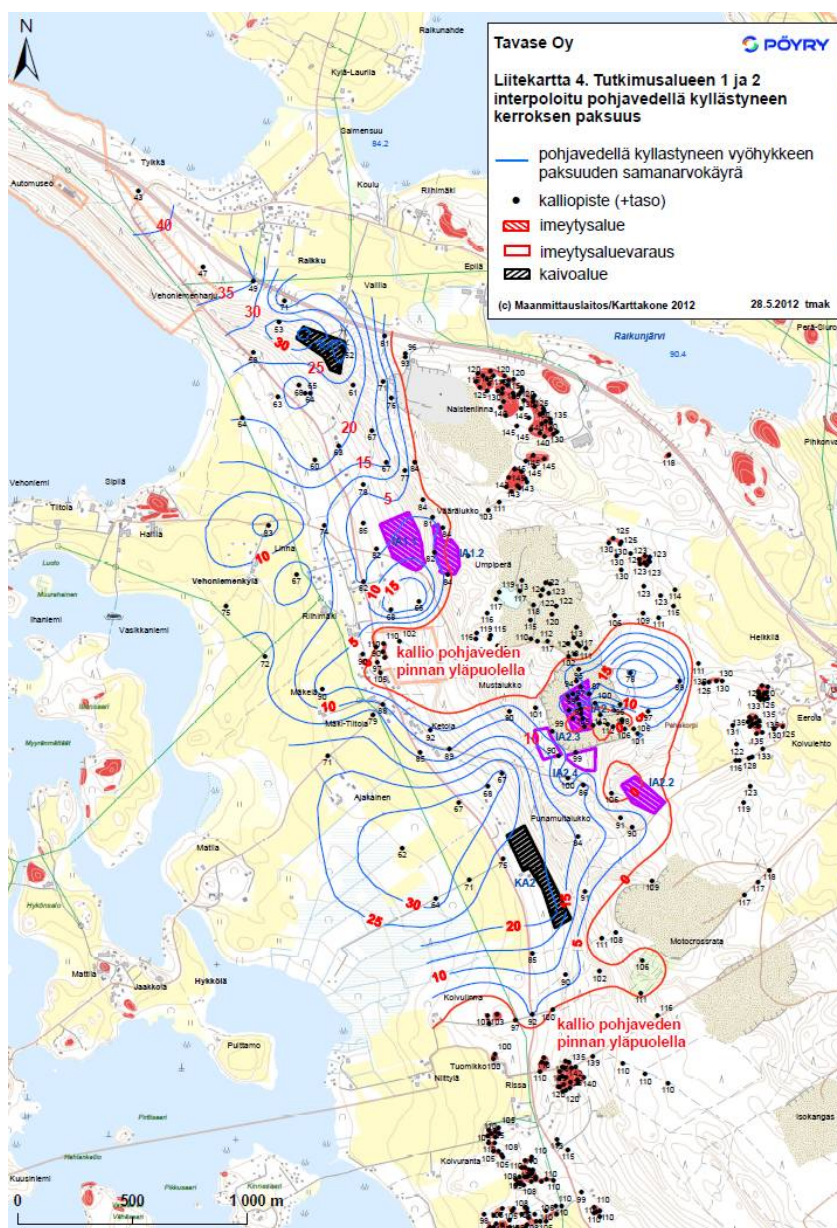


15.6.2012

TAVASE OY

Tekopohjavesitutkimukset tuotantoalueilla TUA1 ja TUA 2 Kangasala



Jl
Sisältö

1

1	TAUSTA	2
2	TUTKIMUKSET	2
3	TEKOPOHJAVESILAITOKSEN SUUNNITTELUPERUSTEET TUTKIMUSTEN JA SELVITYSTEN PERUSTEELLA	4
3.1	Tuotantoalue TUA 1	4
3.2	Tuotantoalue TUA 2	6
4	VEDEN LAATU	8
4.1	Vedenlaatu tuotantoalueella TUA 1	8
4.2	Vedenlaatu tuotantoalueella TUA2	9
5	YHTEENVETO	9
6	LÄHDELUETTELO	10

Liitteet

- Liite 1 Yleiskartta
- Liite 2 Pohjaveden virtauskuva
- Liite 3 Kalliopinnan taso
- Liite 4 Pohjavedellä kyllästyneen vyöhykkeen paksuus

TAUSTA

Tavase Oy:n suunniteltu tekopohjavesilaitoskokonaisuus sijoittuu Vehoniemenharju-Syrjänharju harjujaksolle Kangasalan ja Pälkäneen kuntien alueelle. Kalliokohoumat jakavat harjun erillisiin akvifereihin. Kukin kolmesta tuotantoalueesta sijoittuu omaan akviferiinsä. Kangasalan puolelle sijoittuvat tuotantoalueet 1 ja 2 (TUA 1 ja TUA 2) käsittävät suunnitellusta tekopohjavesilaitoksesta noin 2/3 osaa sen pinta-alatarpeesta ja vedentuotannosta. Liitteessä 1 on esitetty yleiskartta tekopohjavesilaitoksen eri toimintojen alueellisesta sijoittumisesta.

Tämän tutkimusraportin on laatinut työryhmä, johon ovat kuuluneet johtava pohjavesiasiantuntija FM Jukka Ikäheimo ja hydrogeologi FM Tuukka Mäki-Torkko Pöyry Finland Oy:stä, suunnittelupäällikkö FM Esa Kallio Finnish Consulting Group Oy:stä ja FT Joni Mäkinen Turun yliopistosta.

2

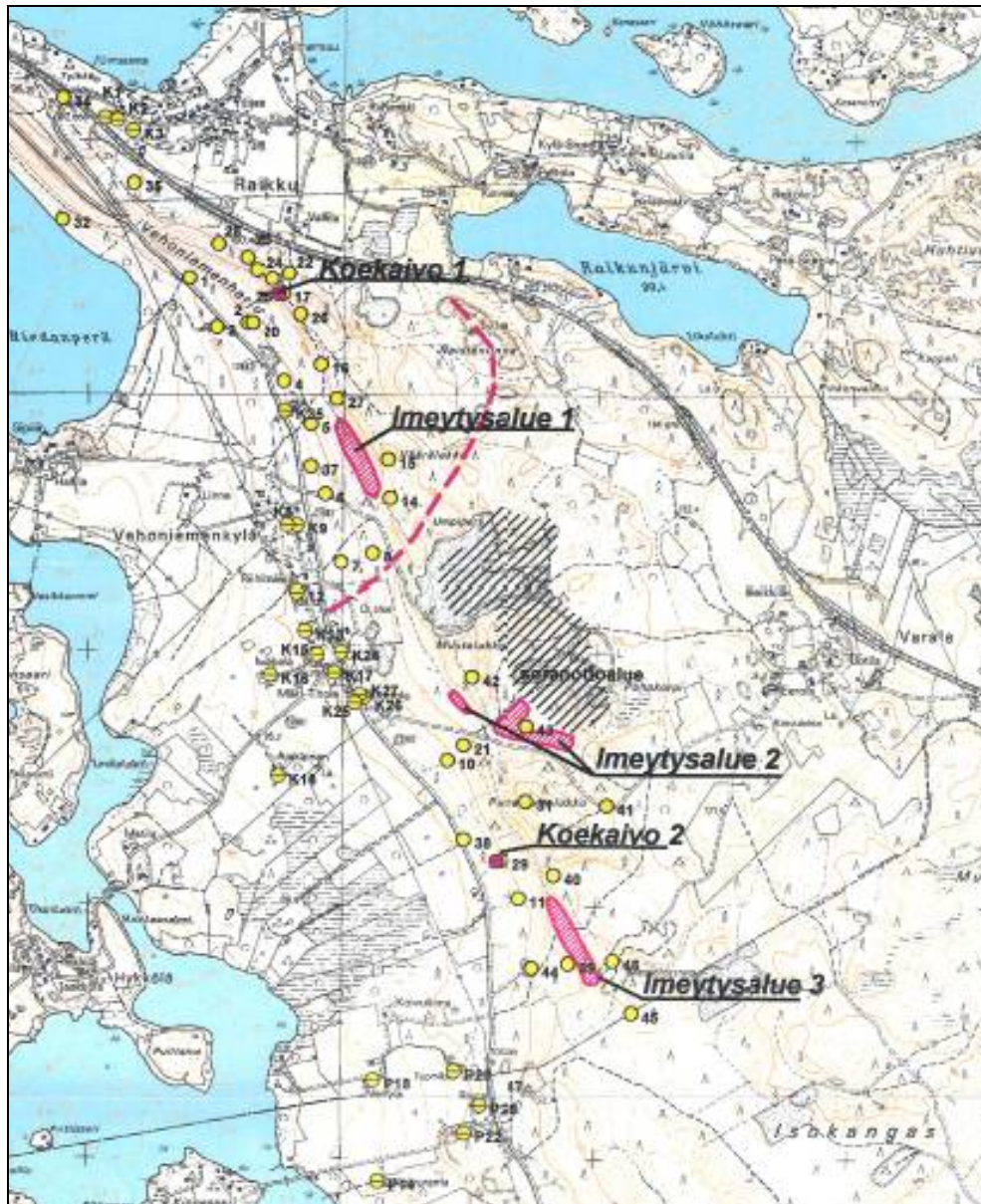
TUTKIMUKSET

Tekopohjaveden tuotantoon tähtäävät tutkimukset alueella on aloitettu vuonna 1994, jolloin laadittiin ensimmäiset matalalentokuvauksiin perustuvat tulkinnat kallioperän mahdollisista ruhjevyyhyksistä. Näitä seurasivat geofysikaaliset maastomittaukset käsittäen sekä painovoimamittauksia että seismisiä luotauksia (GTK).

Alueen yksityiskaivo- ja lähdekartoitus toteutettiin 1995. Kartoitusta on sittemmin täydennetty vuosina 2002, 2006 ja 2010. Kartoitettuja kaivoja on nykyisin 85 kpl. Ensimmäisen kerran tekopohjavesitutkimuksen puitteissa kairauksia tehtiin vuonna 1996. Jo tässä yhteydessä kairattiin runsaat neljäkymmentä kohdetta ja asennettiin niihin havaintoputket. Nykyisin tuotantoalueilla TUA 1 ja TUA 2 on yhteensä noin 165 havaintoputkea.

Hydrauliset kokeet koepumppauksineen ja koeimeytyksineen tehtiin TUA 1 alueella 6.5.1997 – 17.9.1997 ja TUA 2 alueella 20.10.1997 – 31.7.1998 (kuva 1). TUA 1 tehtiin koeimeytys yhdellä alueella harjun laella, imeytysalue 1 ja TUA 2 kahdella alueella, imeytysalueet 2 ja 3. Tässä yhteydessä alueille rakennettiin kaksi kaivoa (K1 ja K2). Raikun vedenottamolle rakennettiin vuonna 2005 yksi lisäkaivo (K6). Tuotantoalueella TUA 1 on nykyisin kaksi tuotantokaivoa ja tuotantoalueella TUA 2 yksi tuotantokaivo.

Kairauksia ja havaintoputkien asennuksia on tehty viimeksi vuonna 2011. Kairauksilla ja putkien pohjavesimittauksilla on saatu tarkennettua pohjaveden virtauskuvaa sekä kalliopinnan asemaa. Kalliopinnan muodostaessa monin paikoin esteen pohjaveden virtaukselle (kalliokynnys), on sen aseman määrittämisellä ollut keskeinen osa tekopohjavesilaitoksen toimintojen sijoitussuunnittelussa. Tämä koskee etenkin tuotantoalueella 2 tehtyjä tutkimuksia. TUA 2-alueella toteutettiin määrätietoiset tutkimukset harjun rakenteen ja kallioperän aseman selvittämiseksi 2010 – 2011. Apuna käytettiin maatutkaluotausta ja siihen sekä muodostuman rakenteen sedimentologiseen tulkintaan perustuvaa tutkimusta sekä kairauksia. Tuotantoalueiden TUA 1 ja TUA 2 rakennetulkinta ja sen pohjalta tehty karttakuva on raportoitu erikseen (Mäkinen 2011).



Kuva 1. Vuoden 1997 – 1998 koeimeytyskohteet ja koekaivot. (Keltaisella merkityt pisteet ovat havaintoputkija ja K-kirjaimilla merkityt yksityiskaivoja)

Taulukkoon 1 on koottu tutkimustoimenpiteitä 1994 – 2011 ajalta. Taulukossa on esitetty ainoastaan alueeseen kohdistuneet tutkimustoimenpiteet. Tutkimustuloksia on koottu eri raportteihin ja aluetta koskeviin pohjaveden virtausmalleihin (SYKE, Jaakko Pöyry Infra). Lukuisat muut selvitykset kuten YVA-lain mukainen menettely on toteutettu tutkimusten ohessa. Kangasalan Veden Raikun vedenottamolle on laadittu nykytilaselvitys vuonna 2010 (vedenlaatu, vedenotto). Tekopohjavesilaitoksen toimintojen sijoituksen kannalta oleellisia selvityksiä ovat olleet mm. maankäyttöselvitys, Natura-tarkastelut ja entisen suojeluskunnan ampumaradan arkeologiset selvitykset.

Taulukko 1. Tuotantoalueilla TUA 1 ja TUA 2 toteutettuja tutkimuksia.

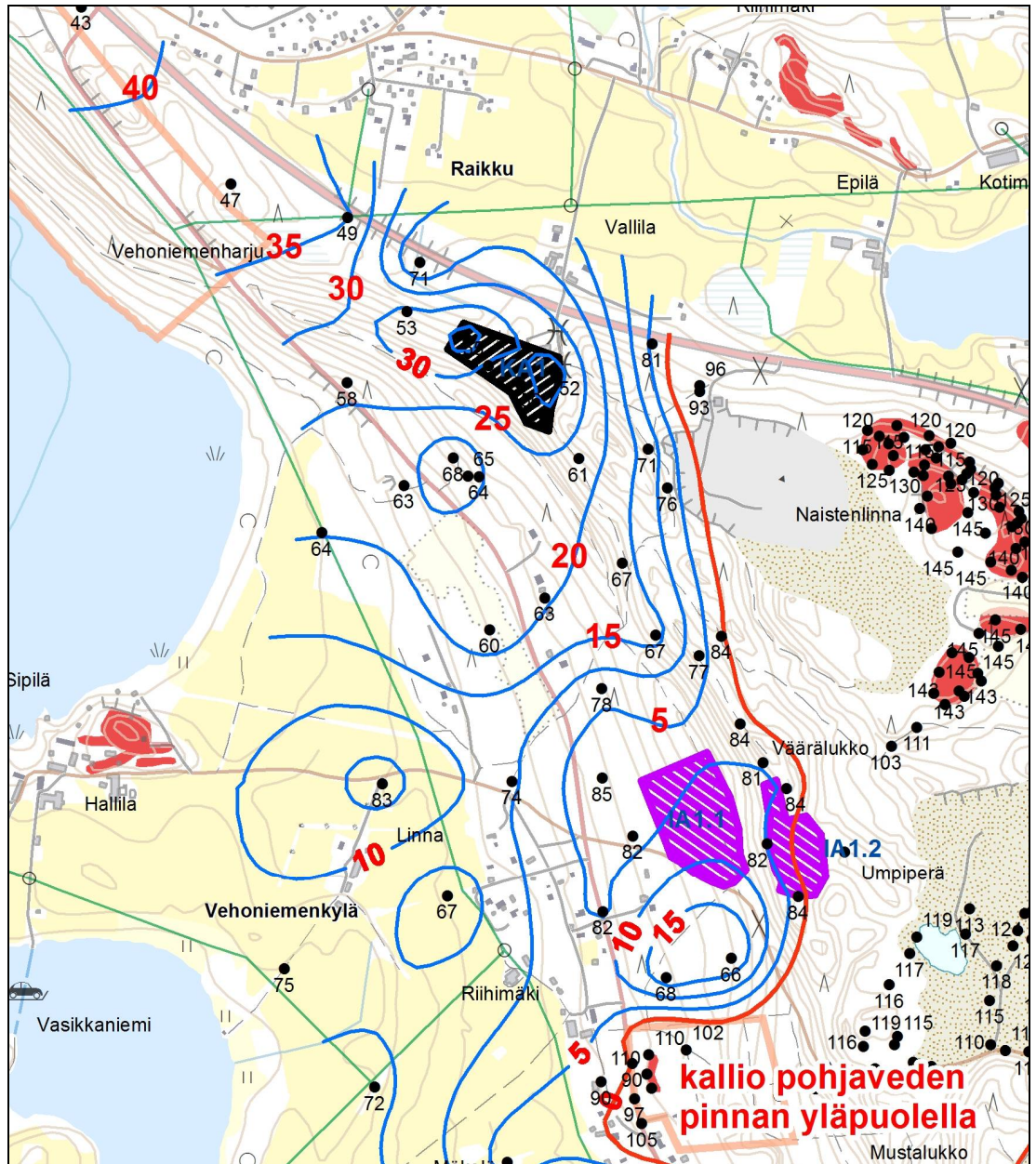
tehty tutkimus	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Geofysikaaliset tutkimukset:																		
- painovoimamittaukset 33 km		↔	↔															
- sesminen luotaus 3.4 km		↔	↔															
- matalalentoaineiston tulkinta	↔																	
Kaivo- lähdekartoitus		↔		↔					↔				↔				↔	
Maaperäkairauksia, havaintoputkien asennuksia			↔	↔		↔			↔					↔	↔		↔	↔
Pohjavedenpintojen seuranta	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
Virtausnopeusmittauksia havaintoputkissa			↔															
Koepumppaus TUA1 ja TUA 2 (4000 - 6000 m ³ /d)				↔														
Koeimeytys TUA1 ja TUA 2 (4000 - 5500 m ³ /d)				↔														
Maatutkaluotaukset ja sedim. Tulkinta																	↔	↔
Pohjaveden happi-isotooppiselvitys (TUA 1)																↔	↔	
Lämpökuvaus, pohjavesipurkaumat																	↔	
Kaivonpaikkatutkimukset																		
- K1, K2				↔														
- K6											↔							

3 TEKOPOHJAVESILAITOKSEN SUUNNITTELUPERUSTEET TUTKIMUSTEN JA SELVITYSTEN PERUSTEELLA

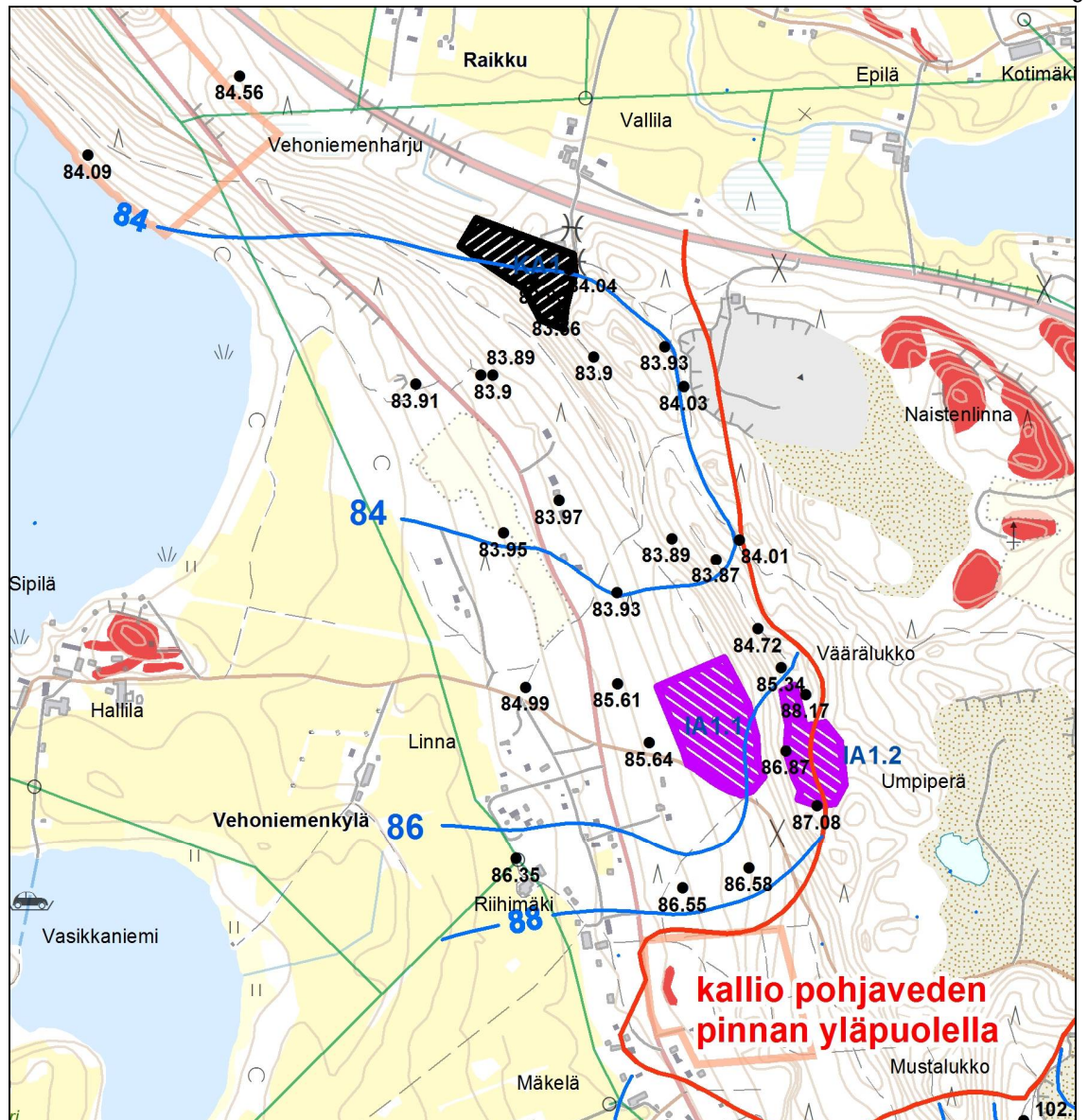
3.1 Tuotantoalue TUA 1

Tuotantoalueen TUA 1 suunniteltu tekopohjavesikapasiteetti on 22 000 m³/d. Alun perin tuotettava vesimäärä oli tarkoitus toteuttaa yhdellä imeytysalueella. Kuvassa 2 on esitetty pohjaveden kyllästämisen maakerroksen paksuus alueella. Aluetta rajaa kallio sekä idässä Umpiperä-Väärälukko-Naistenlinna alueella että etelässä Mustalukko alueella. Nämä muodostavat tekopohjaveden virtausta estävät kannakset ko. suuntiin.

Tekopohjavesilaitoksen imeytysalueet on voitu suunnitella siten, että kalliokynnykset estävät veden virtaamista itään ja etelään ja harjun ns. ydinvyöhyke ohjaa imeytysvettä pohjoiseen kohti kaivoaluetta pohjaveden luonnontilaisen virtauskuvan suuntaisesti (kuvat 2 ja 3, liitteet 2, 3 ja 4). Imeytys on suunnitelmissa jaettu kahdelle imeytysalueelle. Näin voidaan jakaa kapasiteettia tasaisemmin ja saavuttaa lisävarmuutta sekä lisätä veden viipymää.



Kuva 2. Ote kartasta tuotantoalueelta TUA 1, jossa pohjaveden kyllästämän kerroksen paksuus on kuvattu samanarvokäyrin.

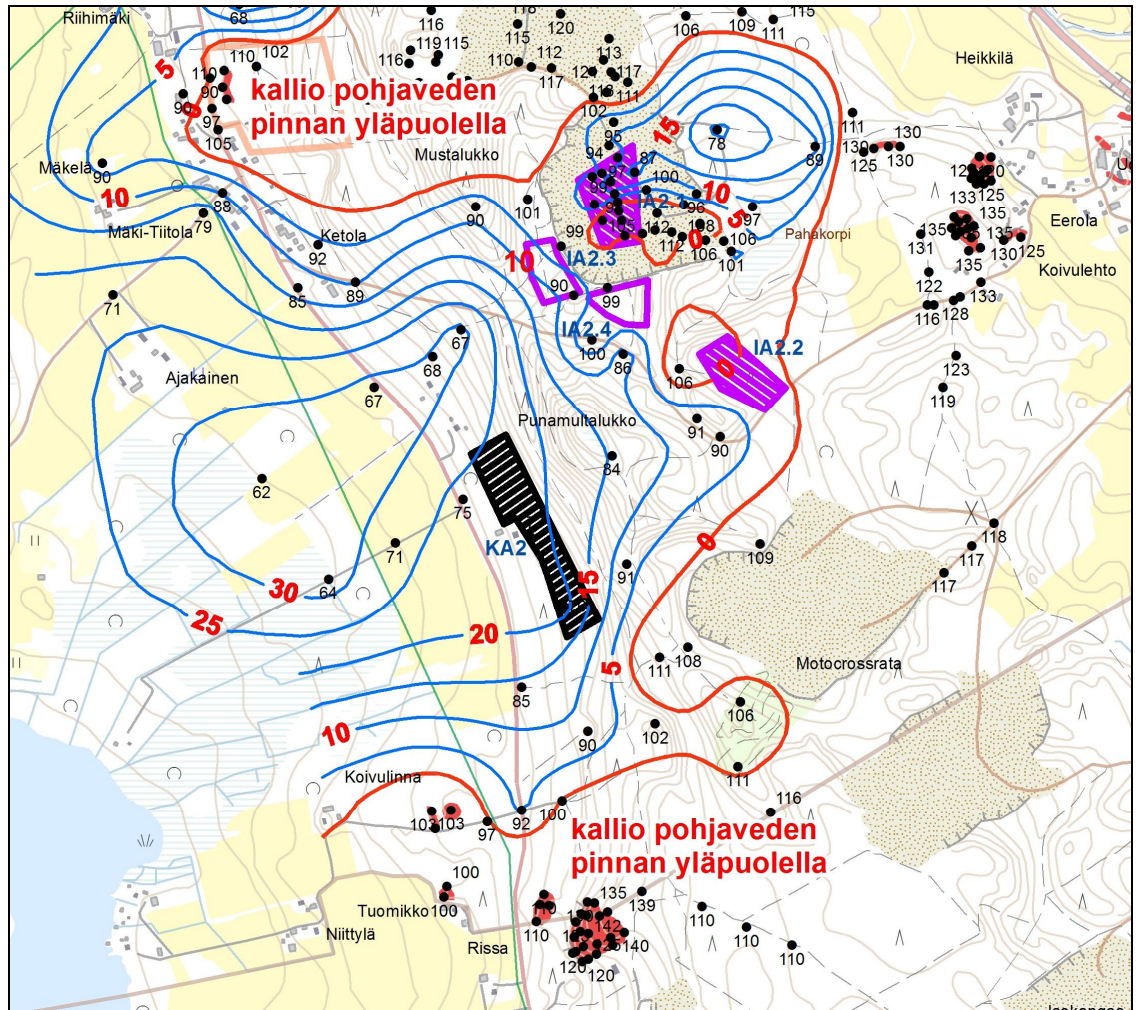


Kuva 3. Pohjavedenpinnan taso tuotantoalueella TUA 1.

3.2 Tuotantoalue TUA 2

Tuotantoalueen TUA 2 suunniteltu tekopohjavesikapasiteetti on 28 000 m³/d. Aiemmin suunnitelmissa oli yksi kaivoalue ja kaksi imeytysaluetta kuvan 1 mukaisesti. Tuolloin Mustalukon hiekkakuoppa oli vielä aktiivisen ottotoiminnan piirissä ja sen käyttö tekopohjaveden muodostamisessa oli epävarmaa. Sitten hiekanotto on päätynyt ja vuonna 2010 aloitettiin yksityiskohtaiset tutkimukset hiekkakuopan ja koko tuotantoalueen TUA 2 osalta imeytysalueiden sijoituksen optimoimiseksi. Tutkimukset käsittivät kairausten lisäksi huomattavan määrän maatulkuutausta ja lopulta kaiken aineiston sedimentologisen tulkinnan.

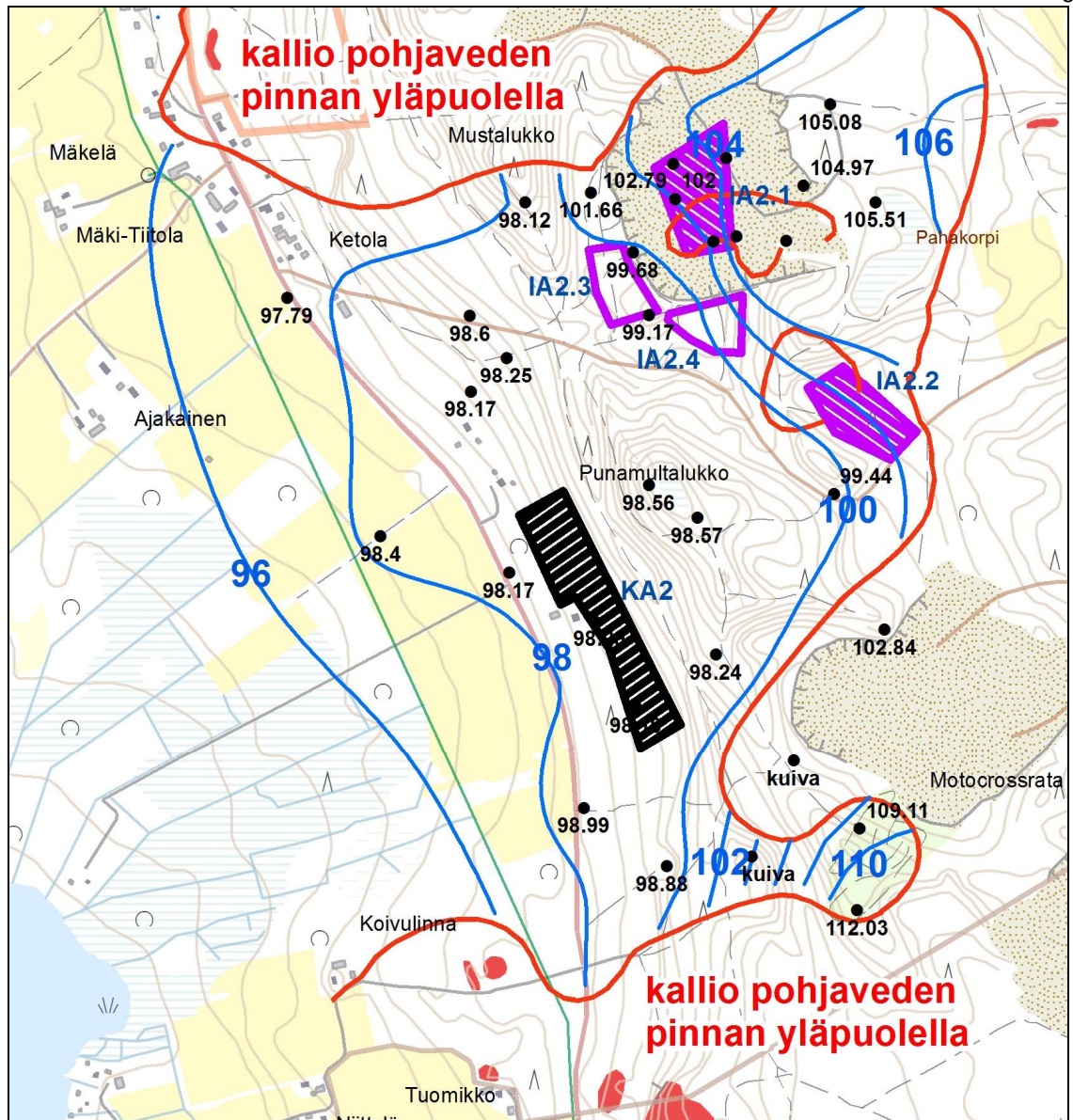
Kuvassa 4 ja liitteessä 4 on tutkimusten ja tulkintojen perusteella esitetty kuva tuotantoalueen TUA 2 pohjaveden kyllästämän vyöhykkeen paksuudesta.



Kuva 4. Pohjavedellä kyllästyneen maaperän paksuus tuotantoalueella TUA 2.

Kalliokynnys rajaa tuotantoaluetta TUA 2 selkeästi etelässä, idässä ja pohjoisessa. Tekopohjaveden virtaamista ei-toivottuun suuntaan ei ole siten pelättävissä. Laitoksen suunnittelussa on noudatettu luontaista pohjaveden virtaussuuntaa (kuva 5).

Sekä kuvista 4 ja 5 että liitteestä 2 voidaan todeta, että aiemmin imeytysalueeksi suunniteltu kuvan 1 imeytysalue 3 sijoittuu alueelle, jossa kallio nousee suurelta osin pohjavedenpinnan yläpuolelle. Tämä lisää mahdollisesti riskiä tekopohjaveden kulkeutumisesta ei-toivottuun suuntaan. Kyseinen alue on korvattu keskeiselle osalle sijoitetulla imeytysalueella. Aiemmin po. hiekkakuopan länsipuolelle sijoitetut imeytysalueet on korvattu hiekkakuopan imeytysalueella. Näin on voitu Natura-alueelle suunniteltuja imeytysalueita korvata maisemallisesti vähäarvoiseen hiekkakuoppaan sijoitetulla imeytysalueella. Samalla veden viipymää on voitu hieman kasvattaa. Harjun päällä, Natura-alueen ulkopuolella sijaitsevat imeytysalueet ovat suunnitelmassa mukana varalle jäävinä imeytyskohteina.



Kuva 5. Pohjaveden virtauskuva tuotantoalueella TUA 2.

4 VEDEN LAATU

4.1 Vedenlaatu tuotantoalueella TUA 1

Tuotantoalueella sijaitsee Kangasalan kunnan Raikun vedenottamo. Vedenottamo hyödyntää tuotannossaan jo tekopohjavesitutkimuksissa mukana ollutta kaivoa K1. Lisäkaivo K6 on rakennettu vuonna 2005. Vedenottamolla on lupa ottaa pohjavettä 4 500 m³/d. Vedenottolupa on suurempi kuin alueella luontaisesti muodostuva pohjavesimäärä (n. 2000 m³/d), joten se täydellä lupamäärällä toimiessaan hyödyntää osin Roineesta rantaimeytyvää pintavettä.

Vedenottamosta käyttöseurannasta johtuen on pohjaveden laadusta tuotantoalueelta TUA 1 pitkä aikasarja. Kaivon K1 pohjaveden laatu on pysynyt hyvin samankaltaisena kuin se oli koepumppauksessa ja koeimeytyksessä 1997. Vesi on lievästi hapanta, pH

JI

6,6 – 7,0 suhteellisen happipitoista (O_2 , 6 – 10 mg/l), lähes humuksetonta vähätyppistä pohjavettä.

Kaivon K6 vedenlaadussa tapahtui muutos, kun vedenottoa alueelta tehostettiin vuoden 2009 aikana. Kaivo 6 kerää osin rantaimetytyvää pohjavettä. Isotooppitulosten mukaan sen tuottamassa vedessä on pohjaveden lisäksi pintavettä 12 – 14 %. Veden happipitoisuus on laskenut lähelle nollaa ja veden mangaanipitoisuus on alkanut kohota käsittelyä edellyttävälle tasolle.

Tekopohjavedessä happipitoisuuden on arvioitu olevan 2-9 mg/l, joten tilanne saattaa mangaanin suhteen parantua tekopohjaveden tuotannon aikana. Nykyisessä tilanteessa hyödynnetään osittain länsiluoteesta ottamolle virtaavaa rantaimetytynyttä vettä, mistä seuraa humuksen hajoamista, happipitoisuuden laskua ja mangaanin liukenemista pohjaveteen. Tekopohjavesituotannossa, varsinkin jos imeytettävä vesimäärä on yhtä suuri kuin otettava vesimäärä, tulee todennäköisesti rantaimetytyvän veden määrä pienenemään ja näin vedenlaatu mahdollisesti paranee. Pienellä yli-imeytyksellä saavutettaisiin todennäköisesti vielä parempi vaikutus.

4.2 Vedenlaatu tuotantoalueella TUA2

Pohjavesi tuotantoalueella TUA 2 on hapekasta, vähäsuolaista, raudatonta, mangaanitonta ja lähes humuksetonta. Pohjavesi ei myöskään sisällä kohonneita määriä tyyppiyhdisteitä. Torjunta-ainepitoisuuksia tai liuotinjäämiä ei tutkituissa pisteissä ole todettu. Veden pH on noussut hieman vuoden 1998 kokeiden aikaisesta (6,2 – 6,6), ollen nykyisin lähellä neutraalia.

Pohjaveden virtaussuunnassa muodostuman reuna-alueella ja sen ulkopuolella on savikerrosten alla olevan pohjaveden happipitoisuus heikko.

5 YHTEENVETO

Vuonna 1994 alkaneet tutkimukset ja selvitykset ovat käsittäneet monipuolisesti ja laaja-alaisesti sekä suoria että soveltavia tutkimuksia. Kallioperän aseman vaikuttaessa voimakkaasti pohjaveden virtauskuvaan varsinkin tuotantoalueella TUA 2, on sen korkeusaseman selvityksiin panostettu erityisesti. Apuna on painovoimatutkimusten lisäksi käytetty maatulkuutausta ja siihen sekä muodostuman sedimentologiseen tulkintaan perustuvaa tutkimusta sekä kairauksia. Aiempia suunnitelmia on siten päivitetty muuttamalla mm. tuotantoalueen TUA 2 imeytysalueiden sijoittelua.

Tutkimusten ja selvitysten pohjalta voidaan hallitusti toteuttaa suunnitelmien mukainen tekopohjaveden muodostaminen. Tuotantoalueella TUA1 toteutetaan tuotanto muodostuman pitkittäissuunnassa sijoitetuilla imeytys- ja kaivoalueilla noudattaen luontaista pohjaveden virtaussuuntaa. Tuotantoalueella TUA 2 on pohjaveden päävirtaussuunta edellisestä poiketen poikittain muodostuman suuntaan nähden. Tähän on vaikuttanut kallioperän asema - kalliokynnys katkaisee pohjaveden virtauksen muodostuman suunnassa pohjoiseen.

LÄHDELUETTELO

Tuotantoalueita TUA1 ja TUA 2 koskevia tutkimuksia ja selvityksiä on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Tuotantoalueiden TUA 1 ja TUA 2 tutkimuksia ja selvityksiä.

Pvm	Nimi	Laatija
13.9.1995	Kaivokartoitus ja lähteiden virtaamamittaukset Pälkäneen Isokankaalla ja Syrjänharjulla sekä Kangasalan Vehoniemenharjulla.	Maa ja Vesi Oy
18.12.1995	Seismiset luotaukset Kangasalan Vehoniemenharjulla.	Geologian tutkimuskeskus
4.10.1996	Kangasalan Vehoniemenharjun geofysikaaliset tutkimukset 1994 – 1996.	Geologian tutkimuskeskus
10.3.1998	Vehoniemenharjun pohjavesi- ja tekopohjavesitutkimus, alue 1.	Maa ja Vesi Oy
15.9.1998	Vehoniemenharjun tekopohjavesimallinnus, kaivo 1.	Suomen ympäristökeskus
30.11.1998	Täydentävät painovoimamittaukset Kangasalan Vehoniemenharjulla 1998	Geologian tutkimuskeskus
10.2.1999	Vehoniemenharjun pohjavesi- ja tekopohjavesitutkimus, alue 2.	Jaakko Pöyry Infra Maa ja Vesi Oy
20.10.1999	Vehoniemenharjun tekopohjavesimallinnus, kaivo 2.	Suomen ympäristökeskus
3.10.2000	Tavase Eteläinen työryhmä, Kangasalan Vehoniemenharjun pohjavesi- ja tekopohjavesitutkimus	Maa ja Vesi Oy
3.8.2002	Kangasalan ja Pälkäneen kaivojen tarkistukset.	Jaakko Pöyry Infra Maa ja Vesi Oy
15.4.2003	Vehoniemen-Isokankaan harjualueen tekopohjavesilaitoksen yleissuunnitelma.	Jaakko Pöyry Infra Maa ja Vesi Oy
17.4.2003	Tavase Oy Vehoniemen-Isokankaan tekopohjavesihanke, Ympäristövaikutusten arviointiselostus	Suunnittelukeskus Oy
12.6.2003	Vehoniemen Isokankaan yleispiirteiset pohjaveden virtausmallit.	Jaakko Pöyry Infra Maa ja Vesi Oy
12.12.2003	Vehoniemen – Isokankaan – Syrjänharjun tekopohjavesimallinnus. Virtausmallien päivitys, tutkimusalueet 1, 2 & 3.	Suomen ympäristökeskus
9.8.2005	Kaivon K2 koepumppaus	Jaakko Pöyry Infra Maa ja Vesi Oy
11.6.2010	Kangasalan kunta, Raikun pohjavedenotto, Vedenoton ja vedenkäsittelyn nykytilaselvitys	Pöyry Environment Oy
22.10.2010	Tavase Oy , Kangasalan kaivokartoitus 2010	Pöyry Finland Oy
1.3.2011	Tavase Oy , Tavase Oyn tekopohjavesilaitoksen talousveden tuotantoon ja laatuun vaikuttavat tekijät	Toimittanut Pöyry Finland Oy
30.3.2011	Tavase Oy , Imeytys- ja merkkiainekoe, Lämpökamerakuvaukset Kangasalla ja Pälkäneellä 2010	Pöyry Finland Oy
30.5.2011	Tavase Oy , Kangasalan Raikun ja Rikun sekä Pälkäneen isotooppitutkimukset	Pöyry Finland Oy
14.10.2011	Kangasalan Vehoniemenharjun-Isokankaan pohjavesialueen (Tavase) maatutkaluotausten (GeoWork Oy) rakennetulkinta	Joni Mäkinen, Turun yliopisto
24.10.2011	Tavase Oy , Vehoniemen-Isokankaan harjualueen tekopohjavesilaitoksen yleissuunnitelma	Pöyry Finland Oy
10.5.2012	Tavase Oy , Tekopohjavesihanke, ampumarata-alueen arkeologinen selvitys	FCG Oy

Vantaalla 15. kesäkuuta 2012

Pöyry Finland Oy

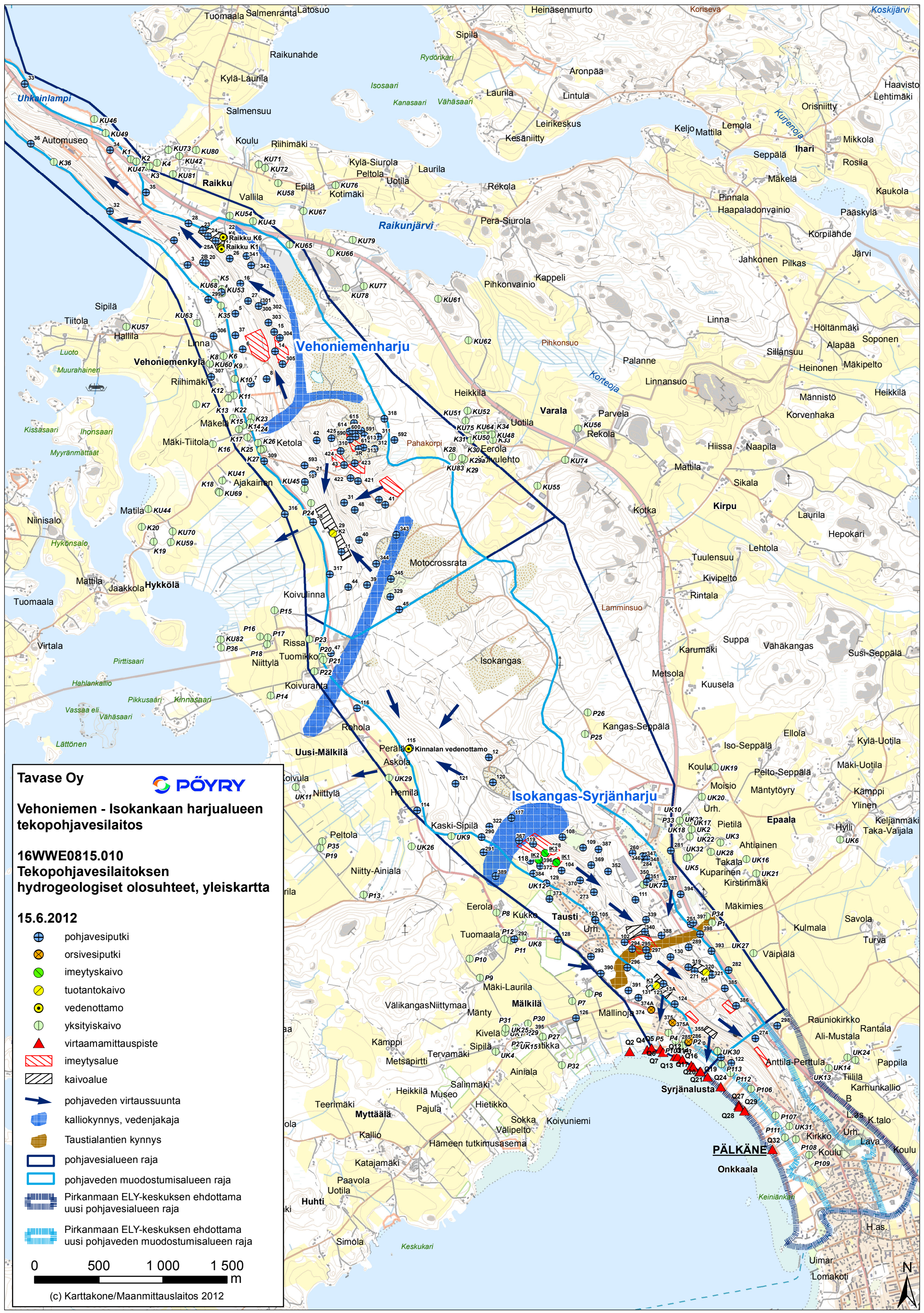
Handwritten signatures in blue ink. The signature on the left is 'Jukka Ikäheimo' and the signature on the right is 'Tuukka Mäki-Torkko'.

Jukka Ikäheimo
johtava pohjavesiasiantuntija

Tuukka Mäki-Torkko
pohjavesigeologi

LIITE 1

YLEISKARTTA



Tavase Oy

Vehoniemen - Isokankaan harjualueen tekopohjavesilaitos

16WWE0815.010

Tekopohjavesilaitoksen hydrogeologiset olosuhteet, yleiskartta

15.6.2012

pohjavesiputki

orsivesiputki

imeytyskaivo

tuotantokaivo

vedenottamo

yksityiskaivo

virtaamamittauspiste

imeytysalue

kaivoalue

pohjaveden virtaussuunta

kalliokynnys, vedenjakaja

Taustialantien kynnys

pohjavesialueen raja

pohjaveden muodostumisalueen raja

Pirkanmaan ELY-keskuksen ehdottama uusi pohjavesialueen raja

Pirkanmaan ELY-keskuksen ehdottama uusi pohjaveden muodostumisalueen raja

0

500

1 000

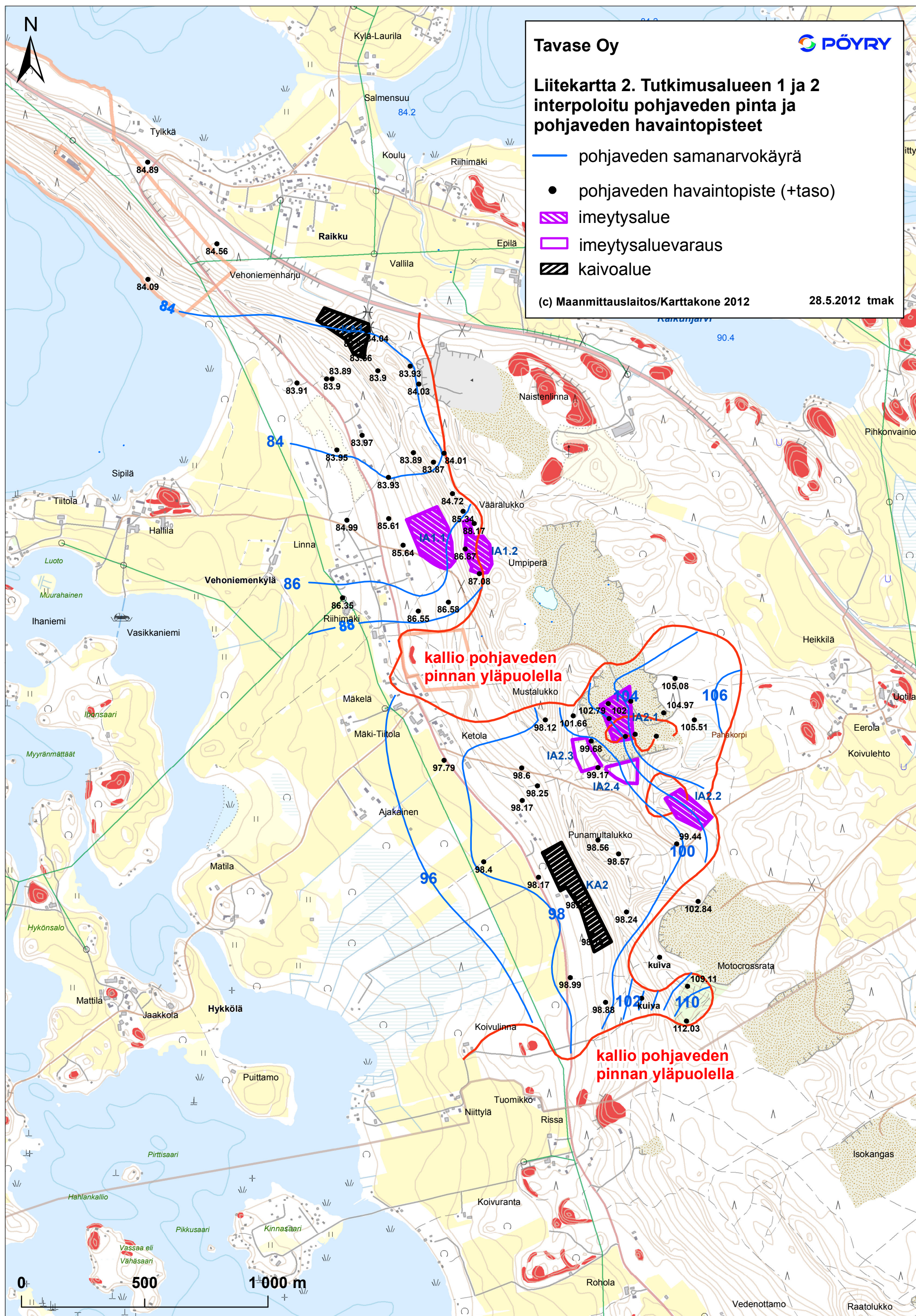
1 500

m

(c) Karttakone/Maanomittauslaitos 2012

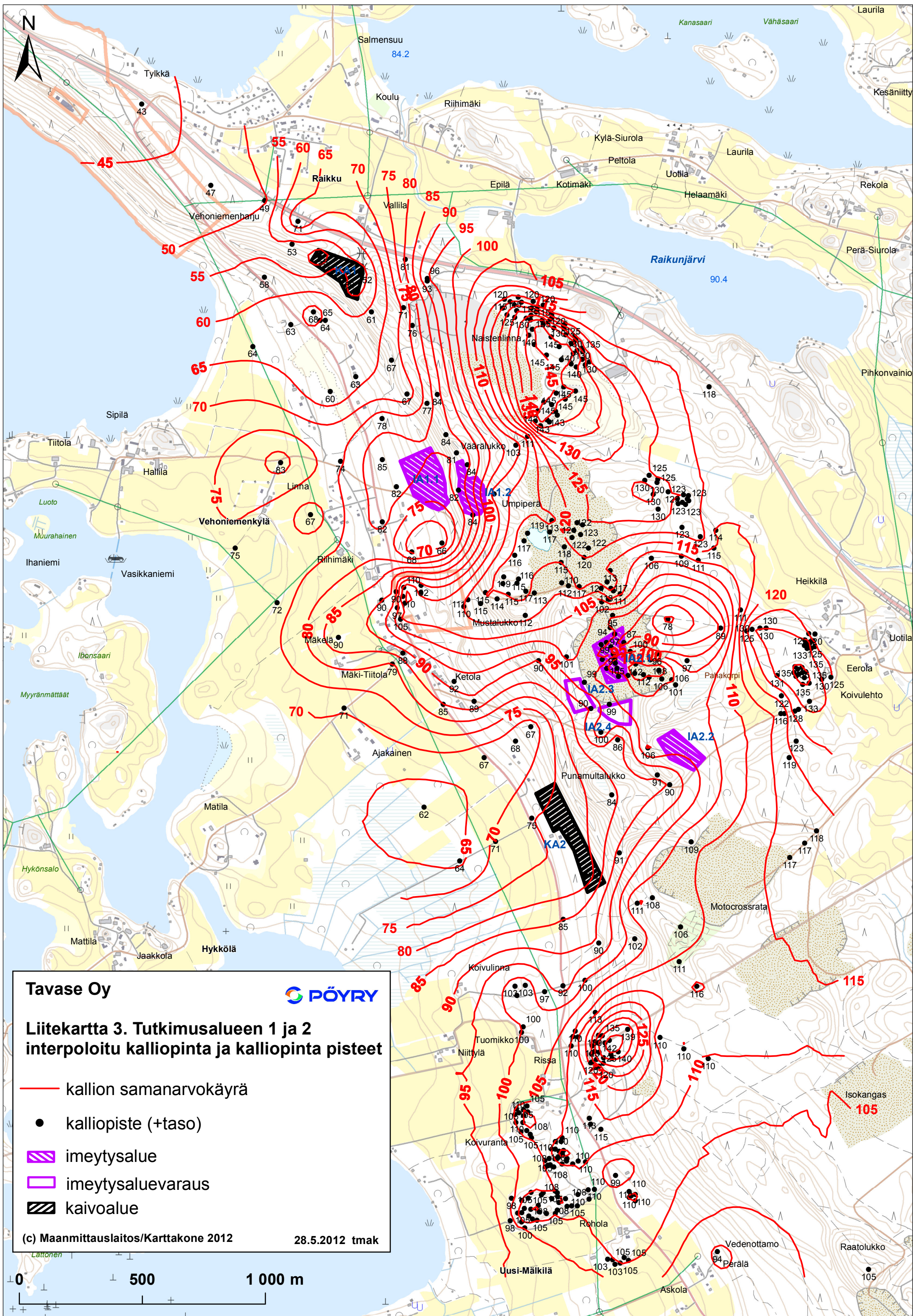
LIITE 2

POHJAVEDEN VIRTAUSKUVA



LIITE 3

KALLIOPINNAN TASO



LIITE 4

POHJAVEDELLÄ KYLLÄSTYNEEN VYÖHYKKEEN PAKSUUS

