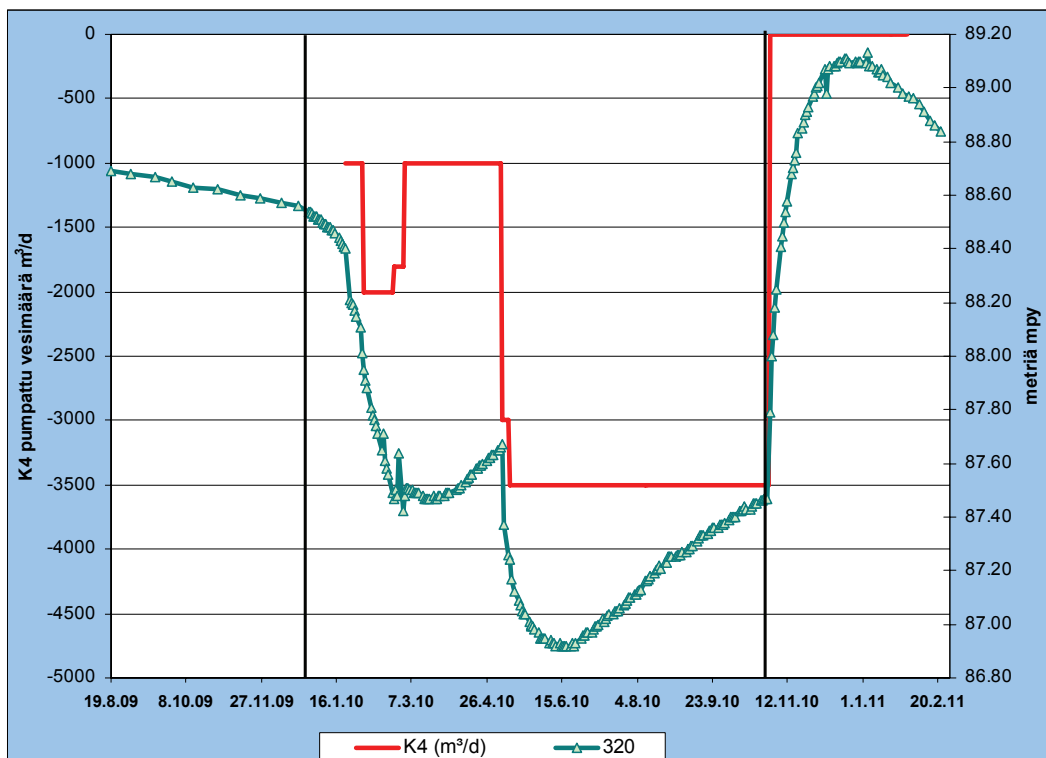


Kuva 22. Kaivon K3 pumppaustuotto sekä viereisen havaintoputken 123 pohjavesipinta. Pumppauksen ja imeytyksen alkamis- ja päättymisajankohta on merkitty kuvaan mustalla pystyviivalla.

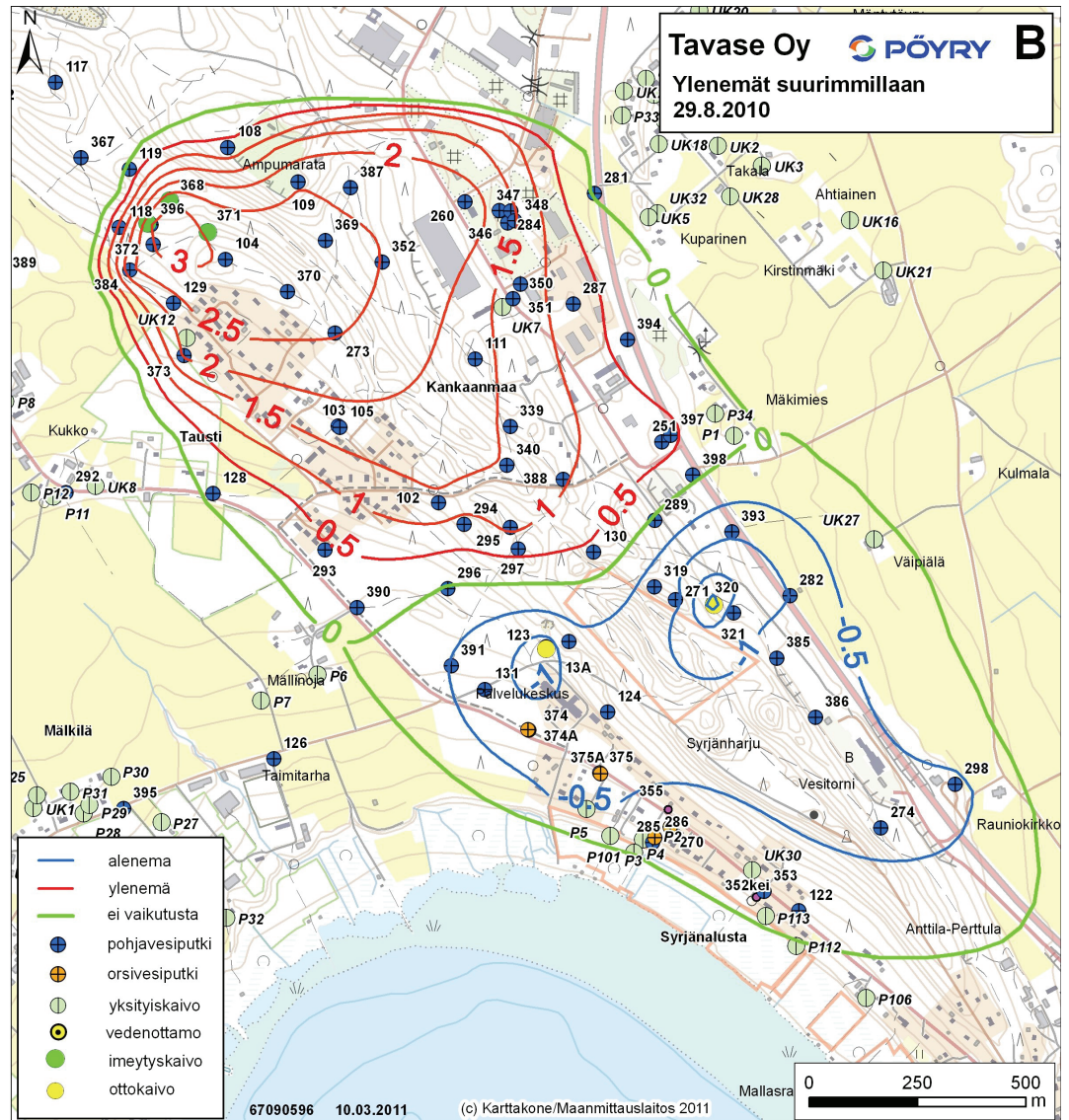
Kaivon K4 viereisessä havaintopisteessä 320 voitiin havaita kaivon K3 pumppauksen vaikutus ennen K4 pumppauksen aloitusta (Kuva 23.). Pumppaus kaivosta K4 aloitettiin 22.1.2010. Pohjavesipinta aleni pumppauksen seurauksena kesäkuun puoleen väliin mennessä n. 1,6 m. Tästä pinta nousi imeytysveden vaikutuksesta pumppauksen lopetukseen mennessä n. 0,55 m. Joulukuun 2010 puolivälissä pohjavesipinta oli havaintopisteessä 320 n. 0,5 m ylempänä, kuin ennen koetta, koska imeytettyä vettä virtasi edelleen kaivoalueelle. Helmikuun 2011 lopussa pohjavesipinta oli ko. havaintoputkessa edelleen noin 0,3 m korkeammalla, kuin ennen koetta joulukuussa 2011. Pinnan palautuminen jatkuu edelleen.



Kuva 23. Kaivon K4 pumppaustuotto sekä viereisen havaintoputken 320 pohjavesipinta. Pumppauksen ja imeytyksen alkamis- ja päättymisajankohta on merkitty kuvaan mustalla pystyviivalla. Pumppaus kaivosta K4 alkoi 22.1.2010

Kaivojen K3 ja K4 lähialueella sijaitsevista havaintopisteistä pohjavesipinta laski pumppauksen vaikutuksesta n. 0,3 – 1,5 m (Kuva 22. ja Kuva 23.). Imeytetyn veden vaikutuksen alkaminen näkyy havaintopisteissä pinnan nousuna pisteen sijainnista ja hydraulisesta yhteydestä riippuen eri aikoina. Myös pumppaustehon vaihtelun aiheuttamat pinnan laskut ja nousut näkyvät pohjavesipinnoissa eri aikoina riippuen pisteen sijainnista sekä hydraulisesta yhteydestä.

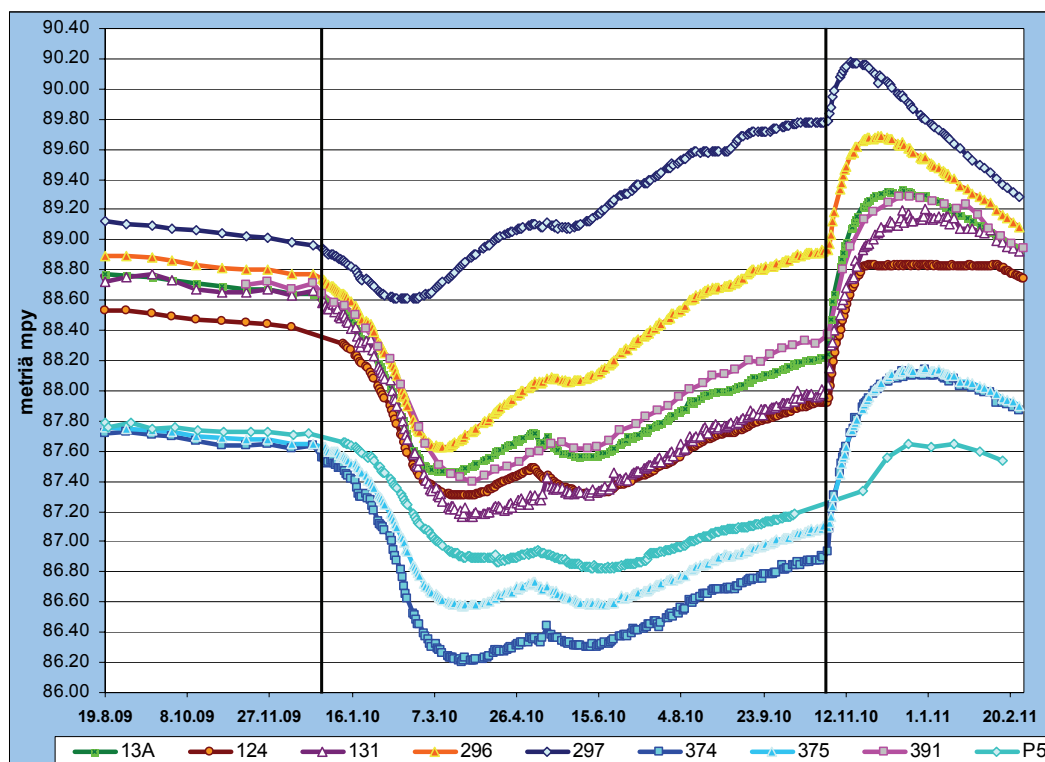
Kuvassa (Kuva 24.) sekä liitteessä (Liite 5.) on esitetty kokeen aikaisia eri tilanteiden alenema- ja ylenemäkäyriä. Kuvissa on verrattu eri tilanteiden pohjavesipintoja ennen koetta joulukuussa 2009 vallinneeseen tilanteeseen. Kuvissa ei ole otettu huomioon pohjavesipinnan luontaista alenemaa ja ylenemää.



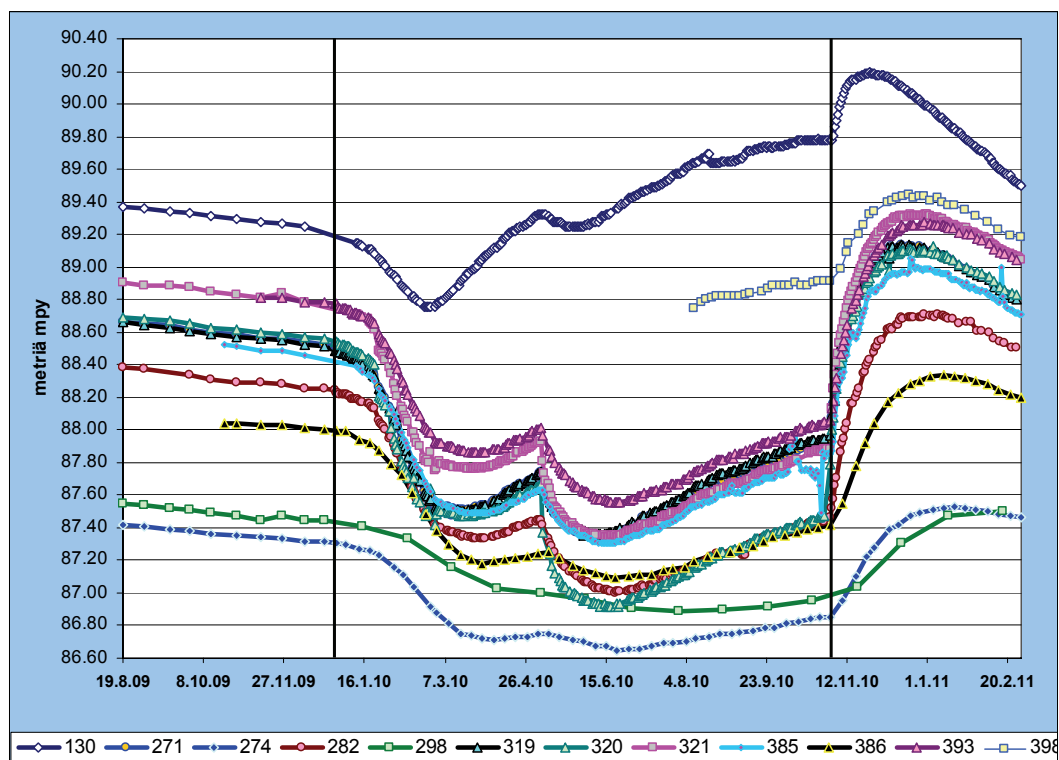
Kuva 24. Alenemat kaivoalueella sekä ylenemät imeytysalueella elokuun 2010 lopulla. Alenemat ja ylenemät on ilmoitettu metreinä.

Pohjavesipinta nousi kaivoalueella jo pumppauksen aikana paikoin lähtötilannetta korkeammalle johtuen imeytetyn veden vaikutuksesta. Pumppauksen lopettamisen jälkeen nousu jatkui pumppauksen aikaista nousua jyrkempänä havaintopisteestä riippuen marras- joulukuuhun saakka, jonka jälkeen alkoi pinnan palautuminen luonnontilaan.

Kaivoalueiden ympäristössä vedenpinnat olivat ennen pumppauksen lopetusta 1.11.2010 vielä selkeässä nousussa (Kuva 25. ja Kuva 26.).



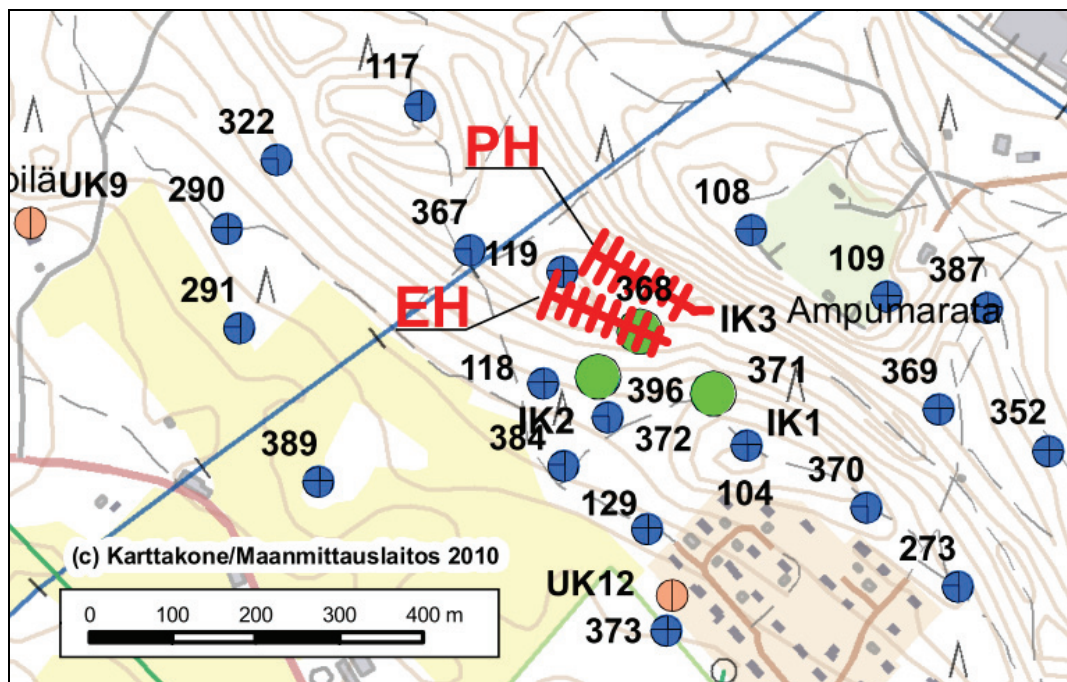
Kuva 25. Kaivon K3 lähialueen pohjavesipintoja. Pumppauksen ja imeytyksen alkamis- ja päättymisajankohta on merkitty kuvaan mustalla pystyviivalla.



Kuva 26. Kaivon K4 lähialueen pohjavesipintoja.

Imeytysalue

Imeytysalueella (kuva 27) imeytyksestä johtuva pohjavesipinnan ylenemä oli suurinta imeytyskaivojen lähipisteissä (Kuva 28., Kuva 29., Kuva 30. ja Kuva 31.). Imeytysalueella ja sen lähiympäristössä pohjavesipinta nousi imeytyksen aikana n. 2 – 3 m.

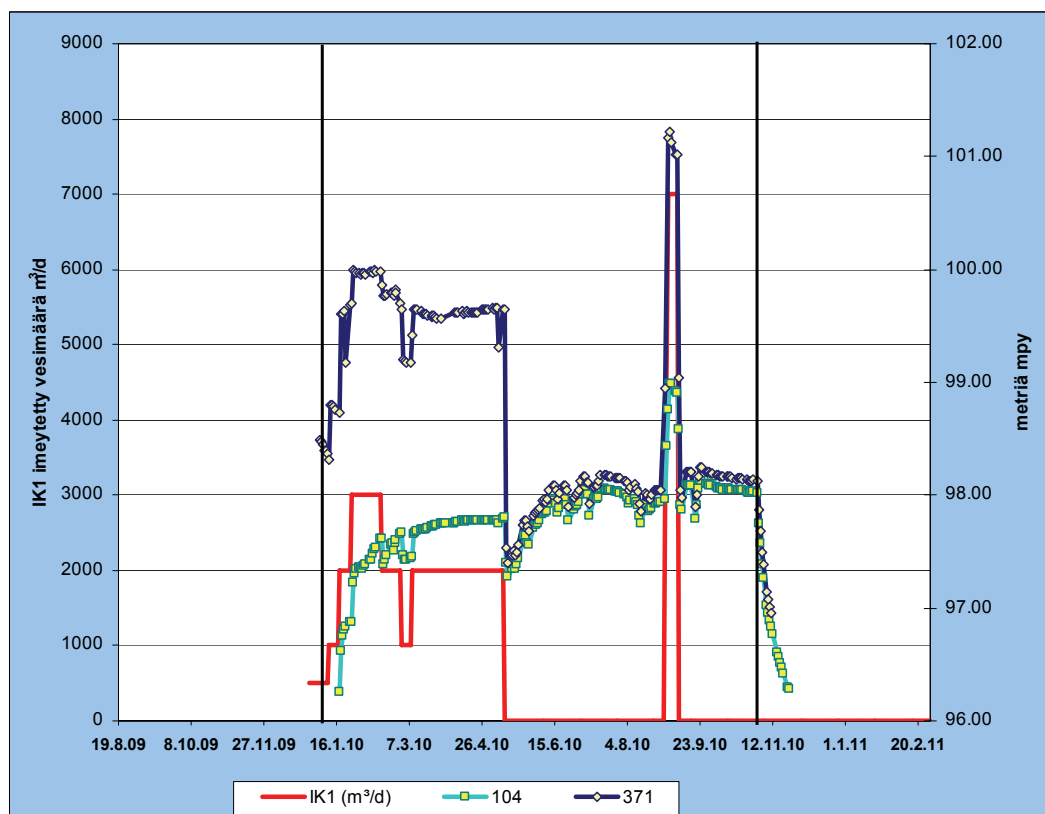


Kuva 27. Imeytyskaivojen IK1, IK2, IK3 ja sadetusimeytysharavien PH ja EH lähialueen havaintopisteitä.

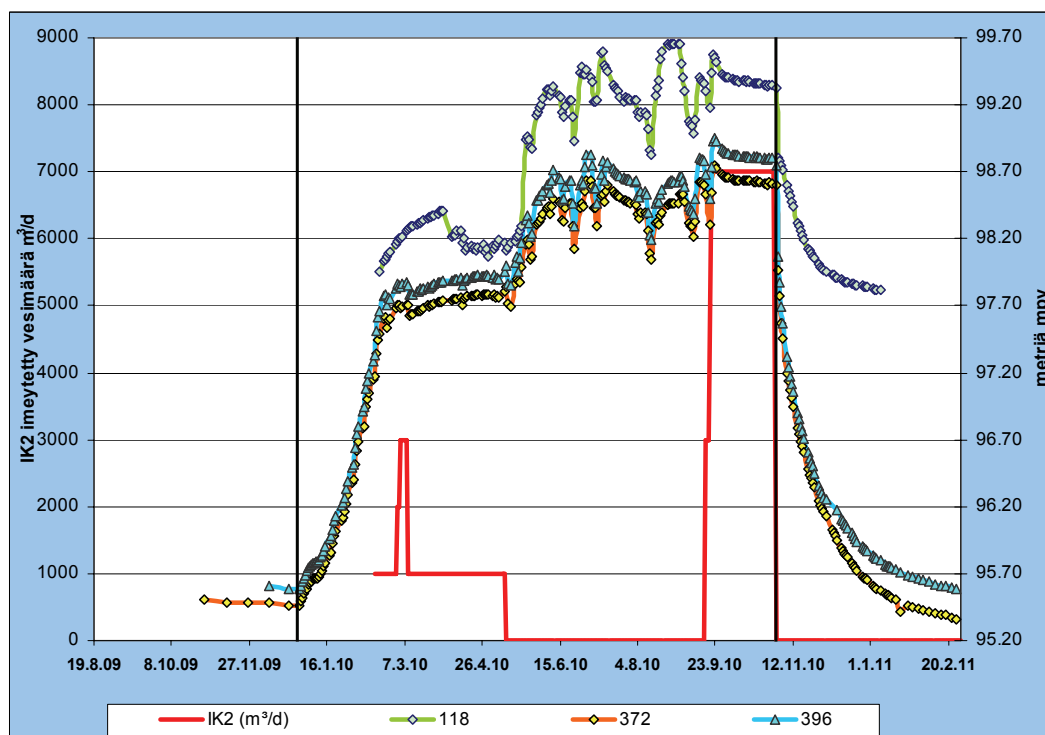
Imeytysalueella imeytyksestä johtuva pohjavesipinnan ylenemä oli suurinta imeytyskaivojen lähipisteissä (Kuva 28., Kuva 29., Kuva 30. ja Kuva 31.). Imeytysalueella ja sen lähiympäristössä pohjavesipinta nousi imeytyksen aikana n. 2 – 3 m.

Eteläisen haravan puolikkaan sadetuksen aikana todettiin lammikoitumista niillä maaston osilla joilla ei ollut kasvillisuutta ja joilla maaperä oli tamppaantunut työkoneiden ym. rakennustoiminnan aikana. Tämän vuoksi eteläisen haravan kolmannesosien sadetuksen aikana yksi osa-alue jätettiin koeimeyttämättä.

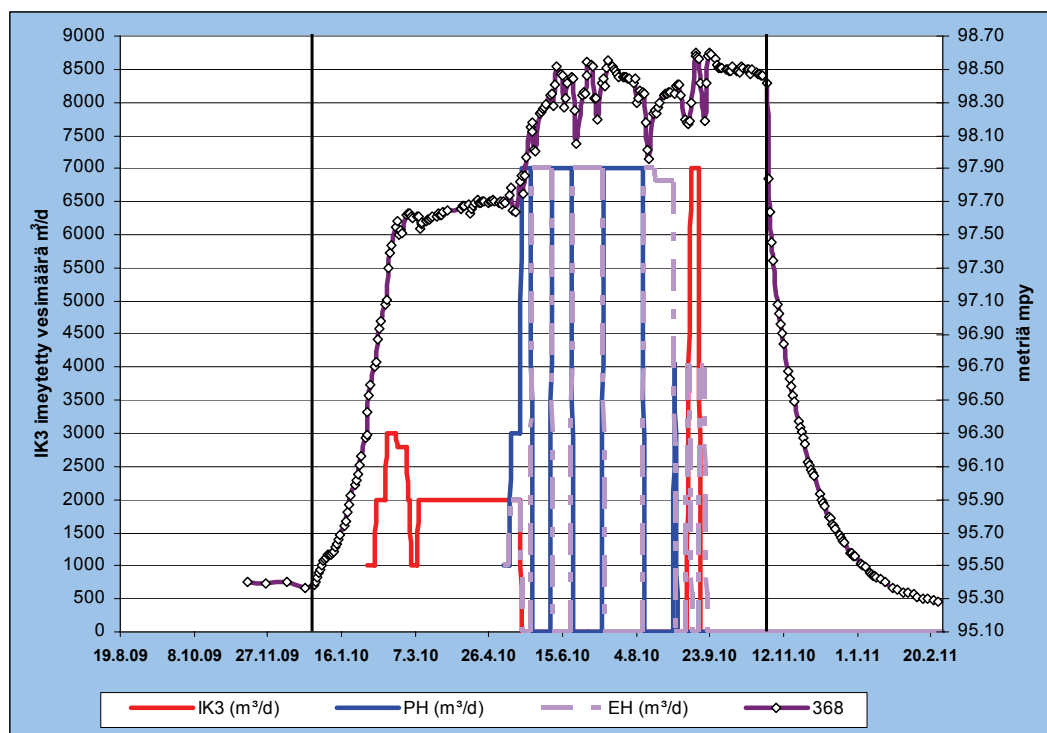
Imeytysalueella tasapainotila saavutettiin eri imeytysmäärillä. Tasapainotila näkyy kuvissa pintojen tasaisuutena. Vesipinnan korkeudessa on jonkin verran vaihtelua imeytyspaikan vaihtelujen seurauksena.



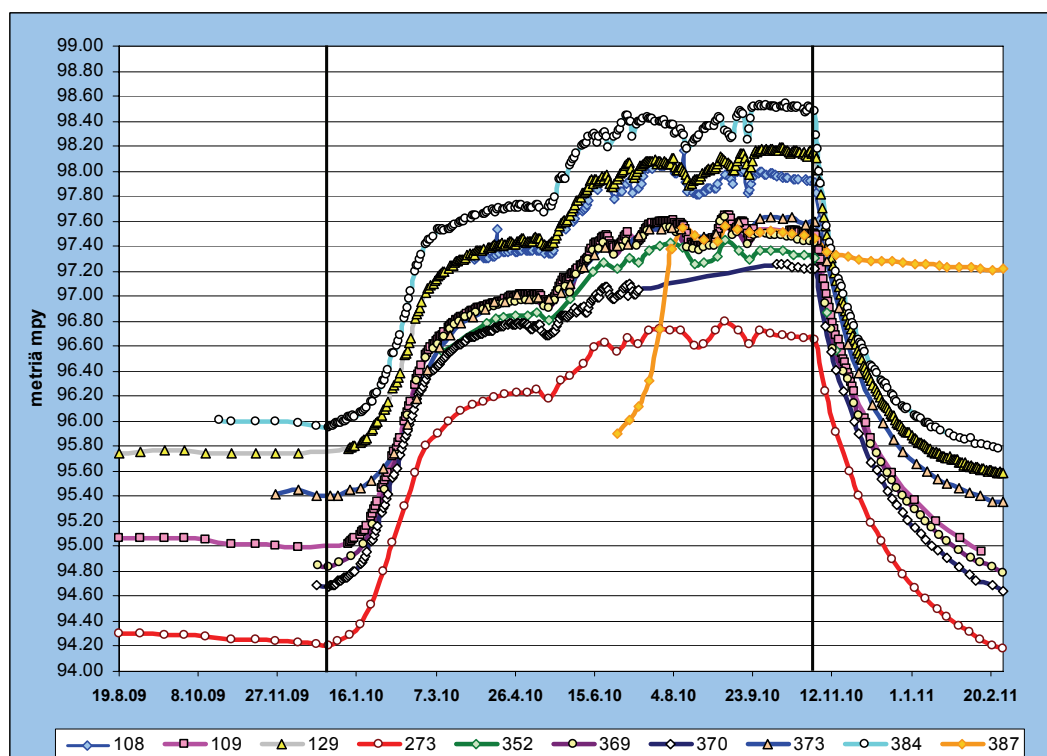
Kuva 28. Imeytyskaivon IK1 imeytystuotto sekä lähimpien havaintoputkien pohjavesipinta.



Kuva 29. Imeytyskaivon IK2 imeytystuotto sekä lähimpien havaintoputkien pohjavesipinta.



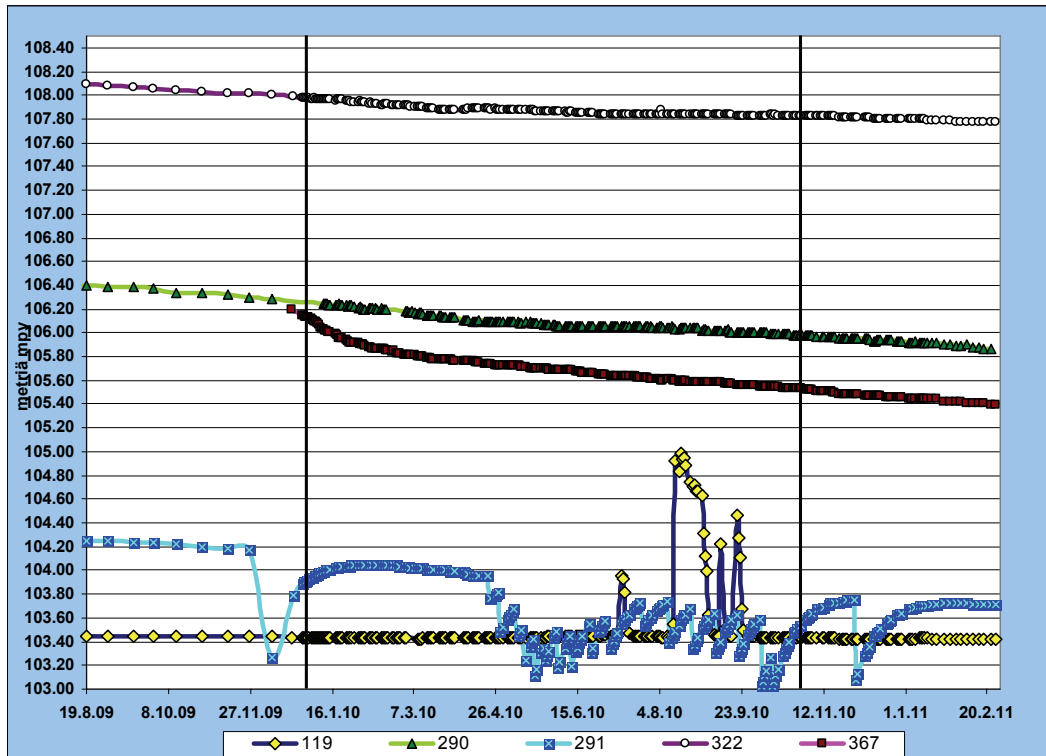
Kuva 30. Imeytyskaivon IK3 sekä imeytysharavien imeytystuotto sekä lähimmän havaintoputken pohjavesipinta.



Kuva 31. Imeytysalueen ja sen lähialueen pohjavesipintoja.

Imeytyksen vaikutus ei näkynyt imeytysalueelta luoteeseen päin sijaitsevassa havaintopisteessä 367 (Kuva 32.), jossa vesipinta on ollut kokeen ajan maakerrosten alapuolella kalliovarmistuksessa ja pohjavesipinta laski lisäksi hitaasti koko kokeen ajan.

Havaintopisteessä 119 havaittiin pohjavesipinnan nousua (Kuva 32.), kun imeytettiin havaintopisteen kohdalle rakennettuun imeytysharavan osaan. Pohjavesipinta palautui nopeasti lähtötasoon imeytyksen siirryttyä toisaalle.

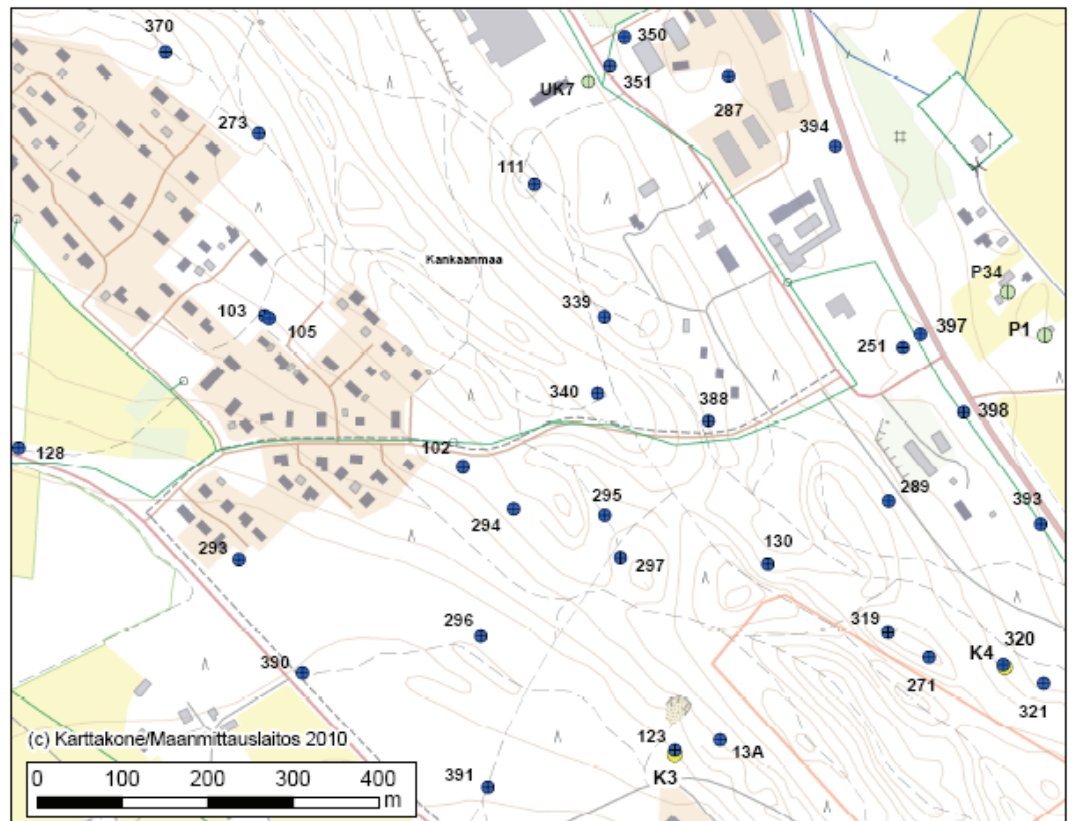


Kuva 32. Pohjavesipintoja imeytysalueelta luoteeseen Kinnalan suuntaan. Havaintoputken 291 pinta on alentunut näytteenottojen seurauksena.

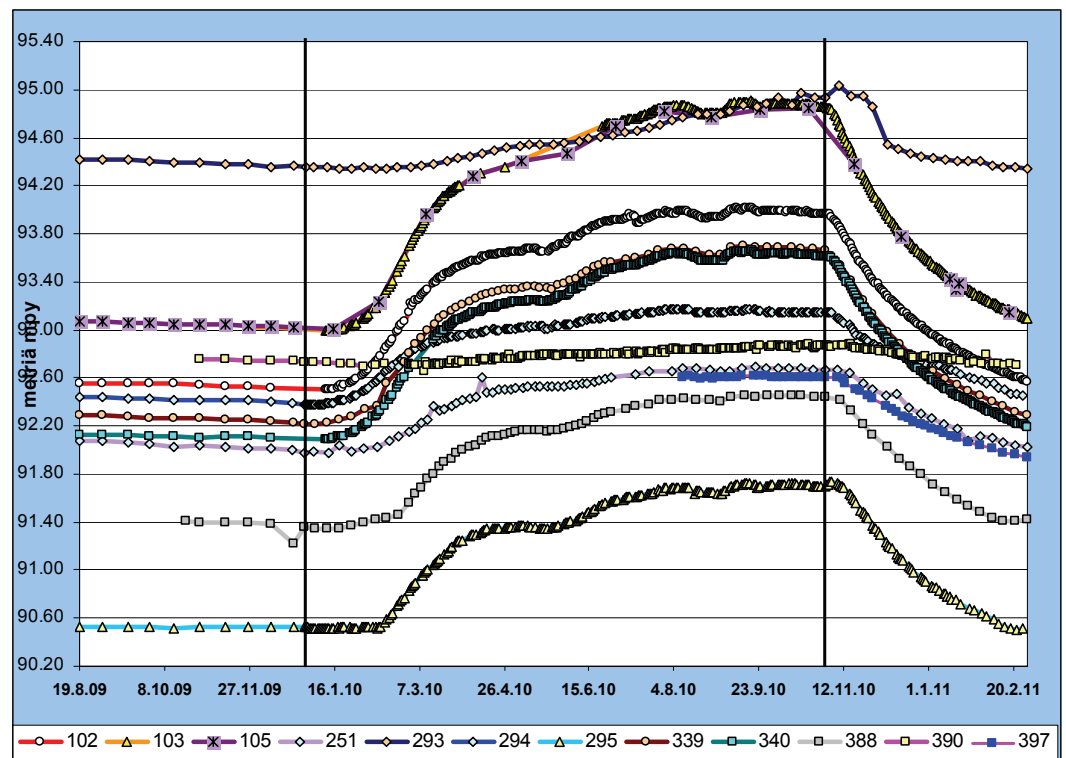
Imeytysalueella ja sen lähiympäristössä pohjavesipinta on pääosin palautunut koetta edeltävälle tasolle helmikuun 2011 loppuun mennessä.

Välialue

Imeytysalueen ja Taustialantien kallio- ja moreenikynnyksen välisen alueen havaintopisteissä (Kuva 33.) pohjavesipinta nousi imeytyskokeen aikana n. 0,5 – 1,8 m (Kuva 34.).



Kuva 33. Kaivo- ja imeytysalueen välisen alueen havaintopisteitä.



Kuva 34. Imeytys- ja kaivoalueen välisen alueen pohjavesipintoja.

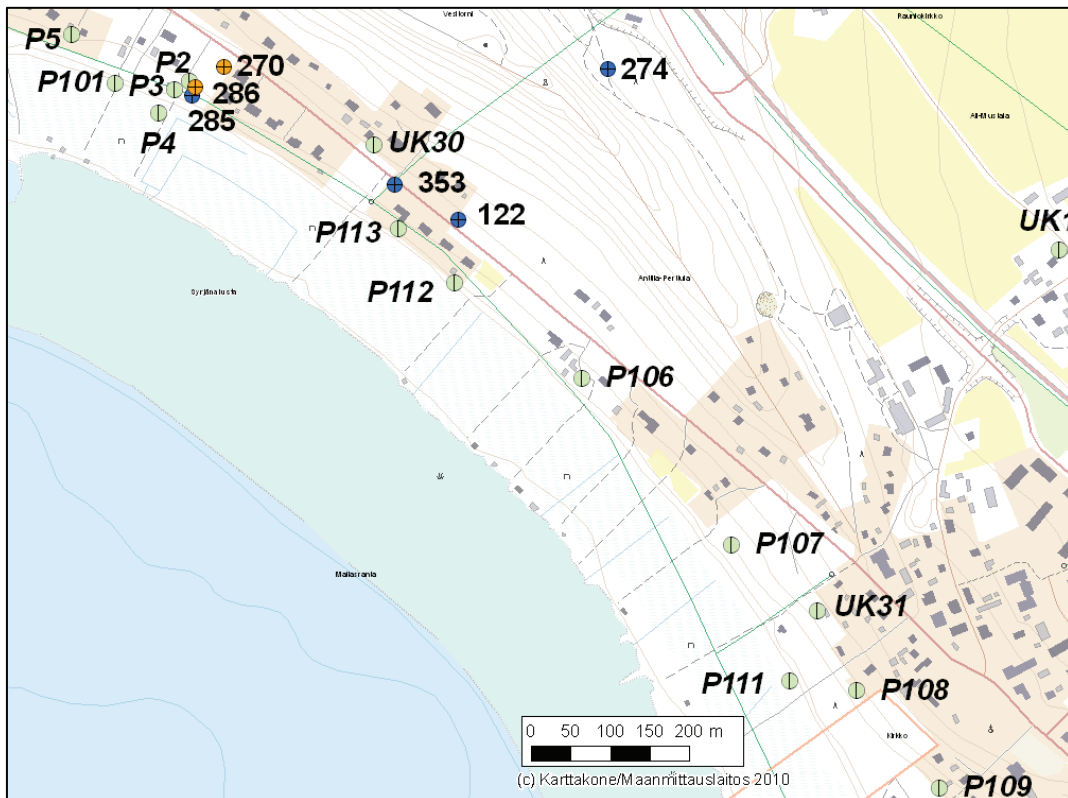
Imeytysvaiheen lopussa Taustilantien kynnyksen ja imeytysalueen välisen pohjavesialueen vedenpinnat olivat pääosin tasapainotilassa (Kuva 34.). Tasapainotila saavutettiin elo - syyskuun vaihteessa 2010.

Pohjavesipinta on alueella pääosin palautunut koetta edeltävälle tasolle helmikuun 2011 loppuun mennessä.

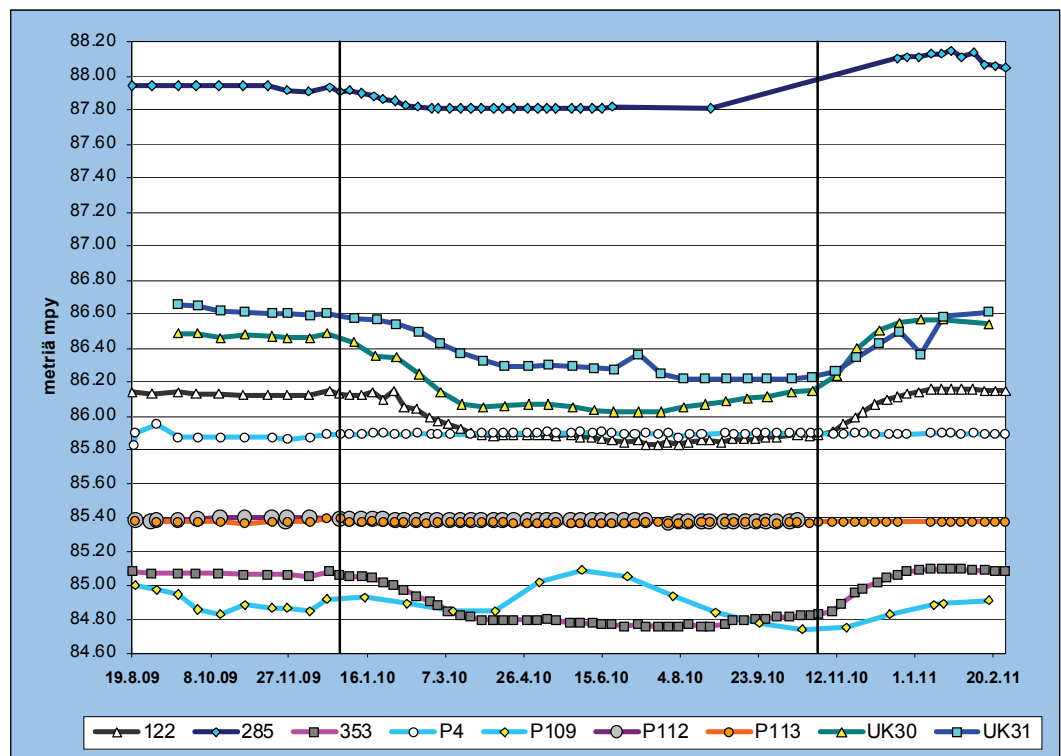
Keiniänranta

Lähellä Keiniänrantaa sijaitsevista havaintopisteistä (Kuva 35.) oli paikoitellen havaittavissa pientä, alle 0,5 m alenemaa pumppauksen vaikutuksesta (Kuva 36.).

Pohjavesipinta on Keiniänrannan alueella pääosin palautunut koetta edeltävälle tasolle helmikuun 2011 loppuun mennessä.



Kuva 35. Keiniänrannan havaintopisteitä.

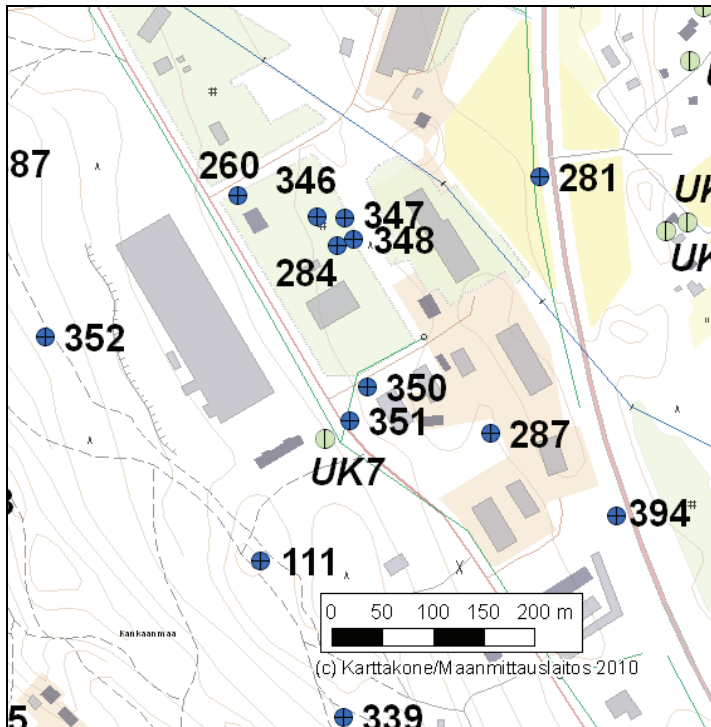


Kuva 36. Keiniänrannan havaintopisteiden pohjavesipintoja.

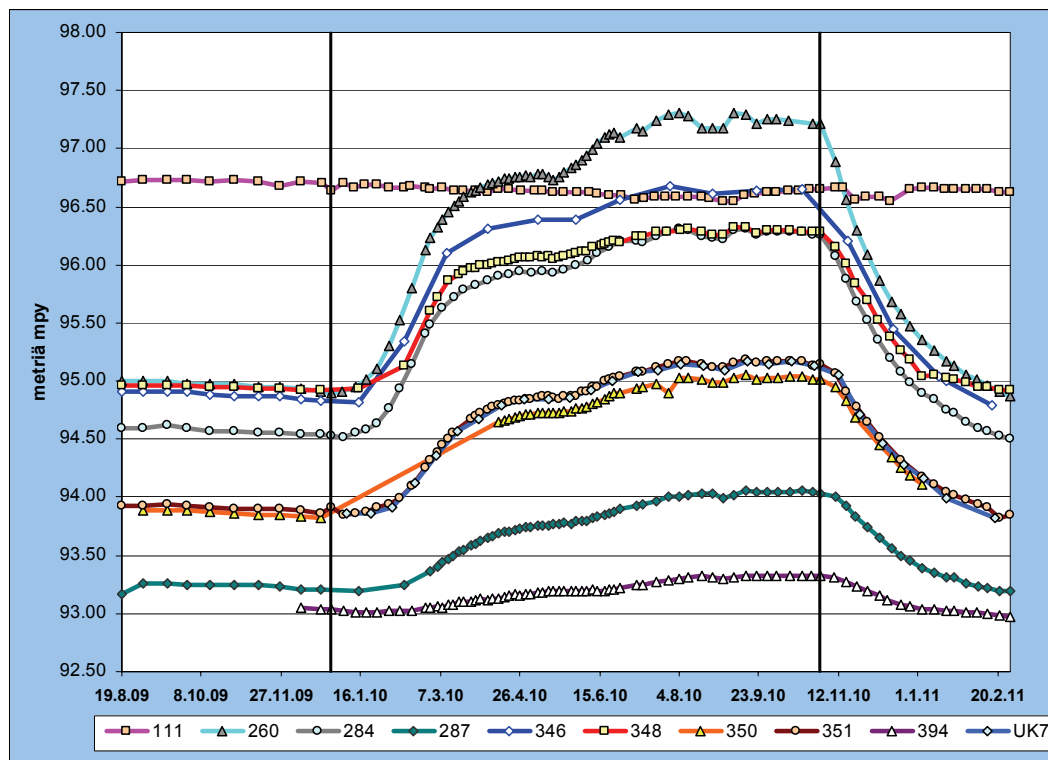
Kankaanmaa

Kankaanmaan havaintopisteissä (Kuva 37.) vesipinta nousi kokeen aikana n. 0,3 – 2,4 m (Kuva 38.). Nousu johtui pääasiassa imeytysveden padottavasta vaikutuksesta. Imeytysvettä ei kulkeutunut imeytysalueelta itään Kankaanmaan suuntaan merkittäviä määriä.

Pohjavesipinta on Kankaanmaan alueella pääosin palautunut koetta edeltävälle tasolle helmikuun 2011 loppuun mennessä.



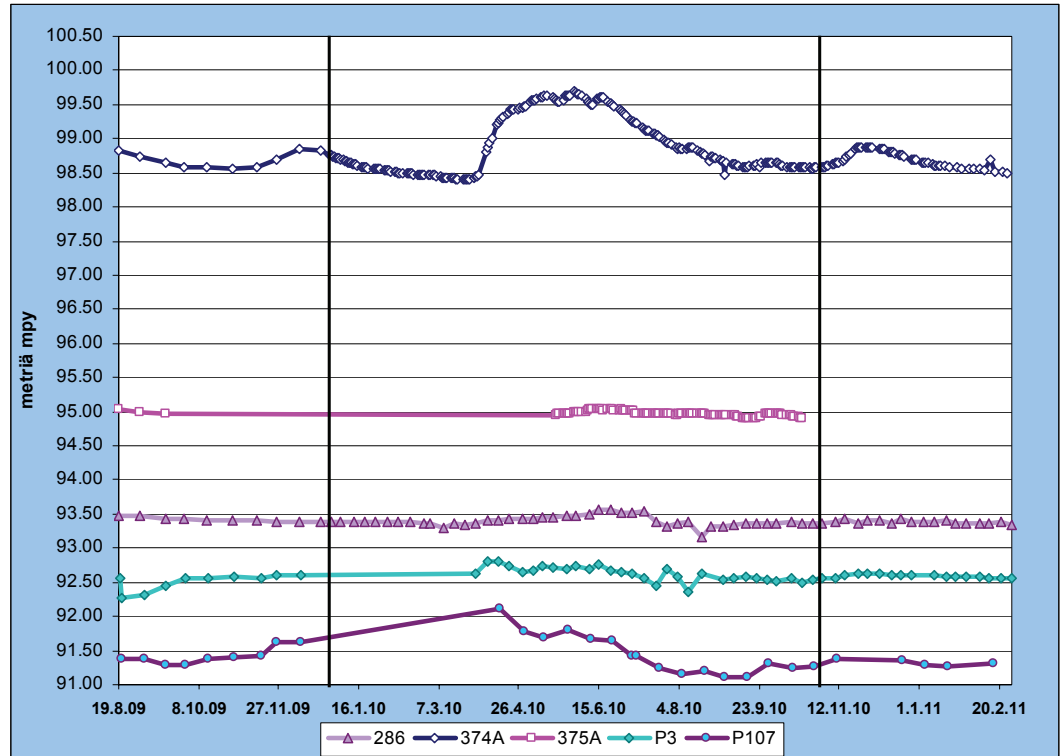
Kuva 37. Kankaanmaan havaintopisteitä.



Kuva 38. Kankaanmaan alueen pohjavesipintoja. Havaintoputkessa 111 vesipinta on kalliossa.

Orsivesi

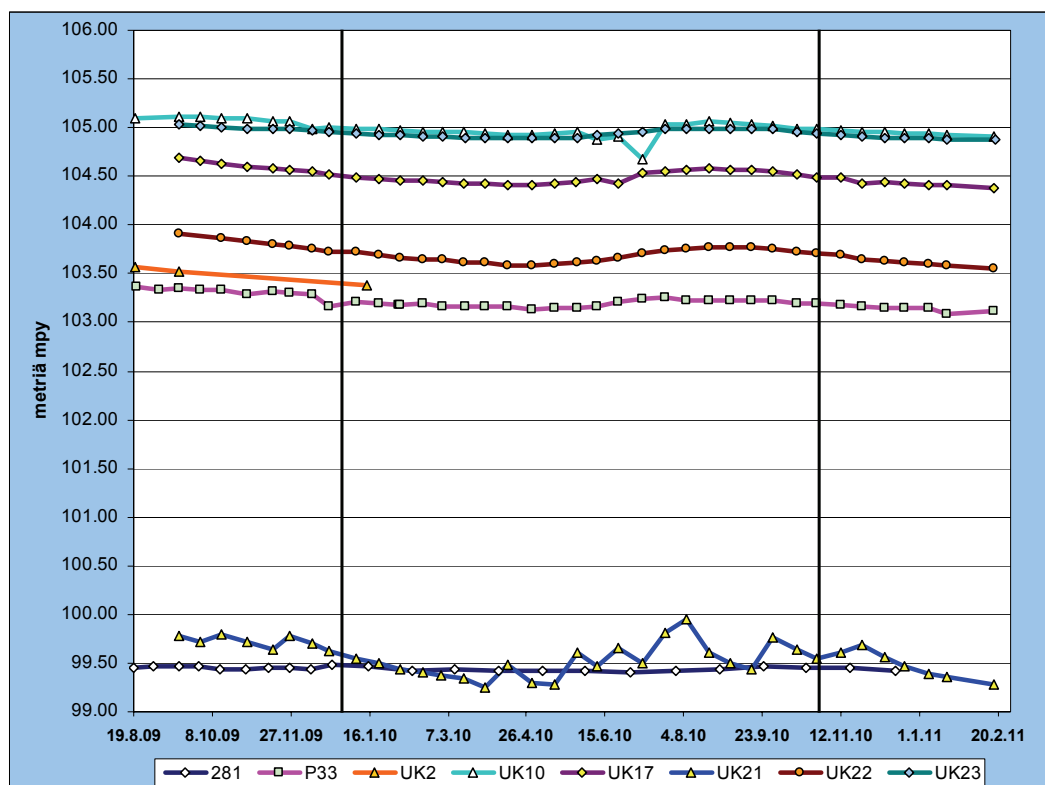
Orsivesipinnan havaintoputket ja yksityiskaivot on esitetty liitteessä (Liite 1.). Kokeella ei ole ollut vaikutuksia orsivesipintaan (Kuva 39.).



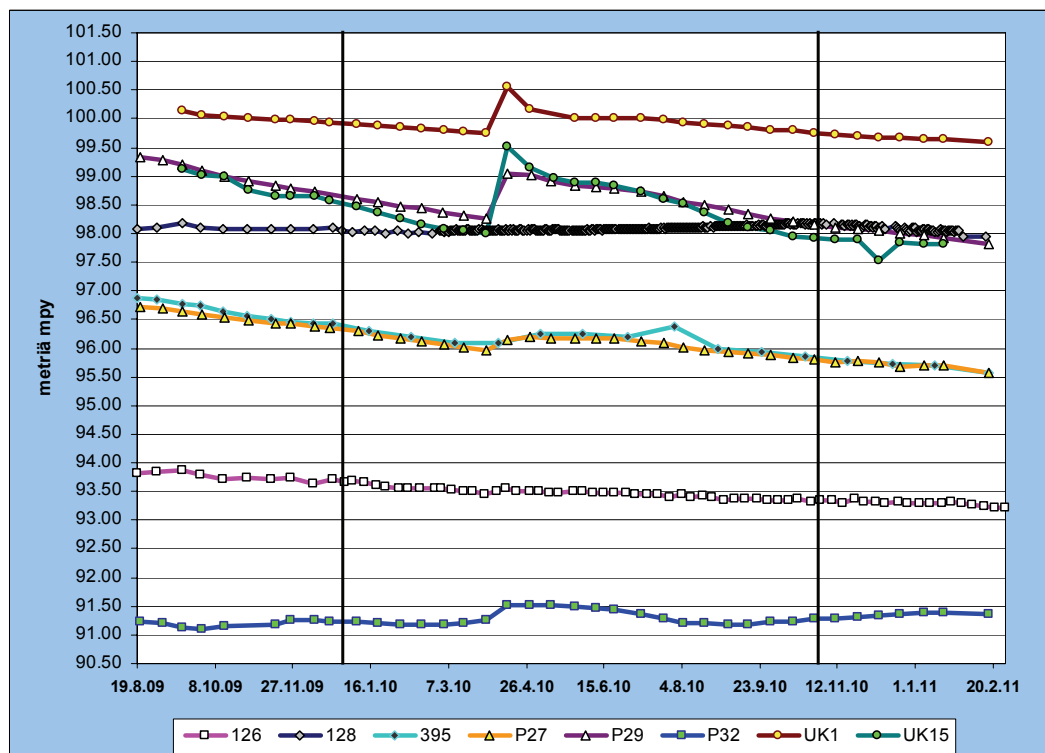
Kuva 39. Orsivesipinnan korkeuksia.

Reuna-alueet

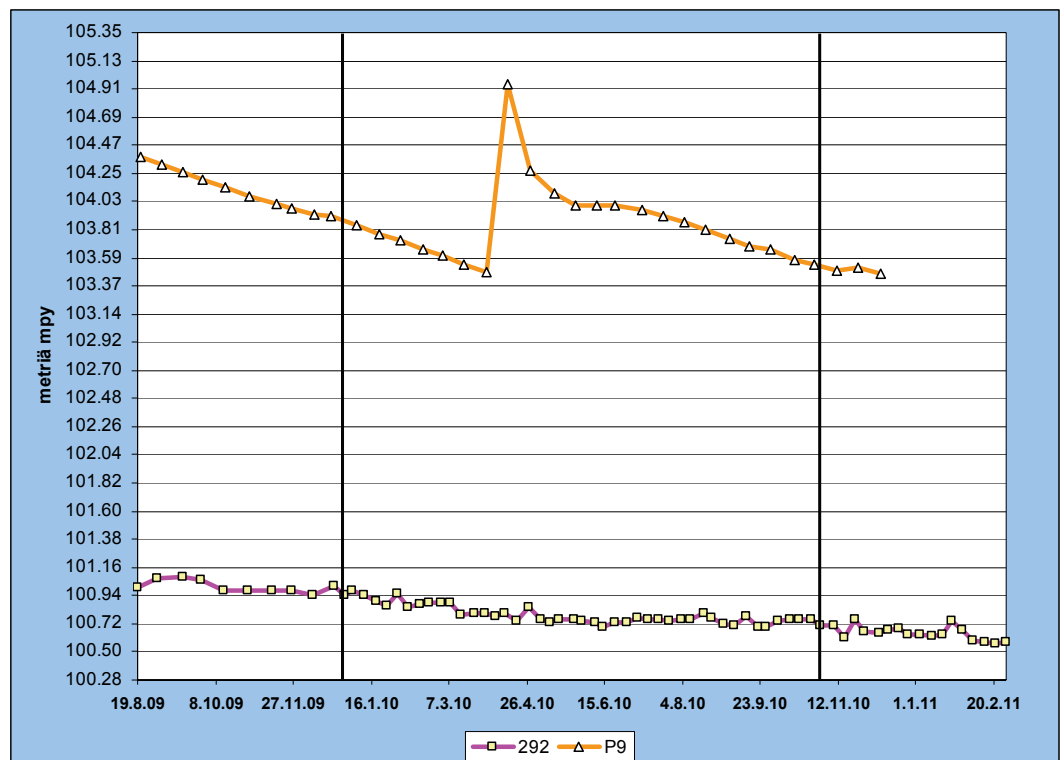
Imeytyskokeella ei havaittu olevan vaikutuksia Kankaanmaan itäpuolen (Kuva 40.) eikä tutkimusalueen länsipuolen (Kuva 41. ja Kuva 42.) pohjavesi- eikä orsivesipintoihin. Havaintopisteet on esitetty liitteessä (Liite 1.).



Kuva 40. Kankaanmaan itäpuolella olevan alueen pohjavesipintoja.



Kuva 41. Turkimusalueen länsiosan pohjavesipintoja.

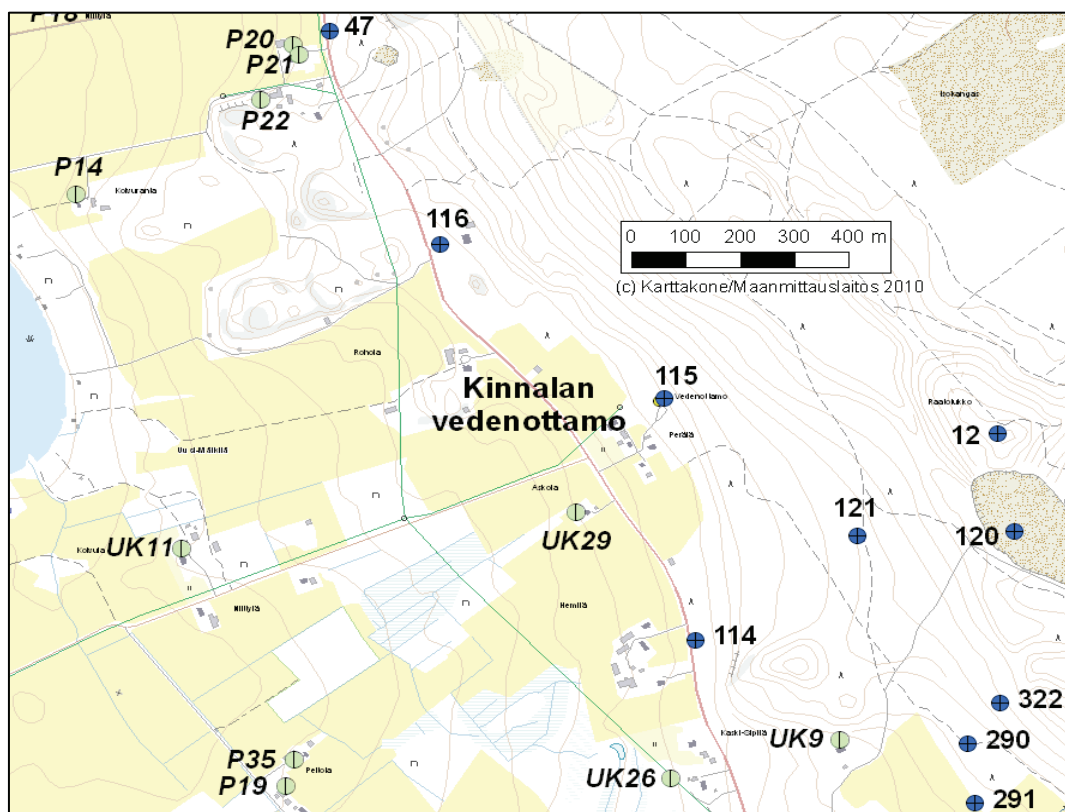


Kuva 42. Tutkimusalueen länsiosan orsivesipintoja.

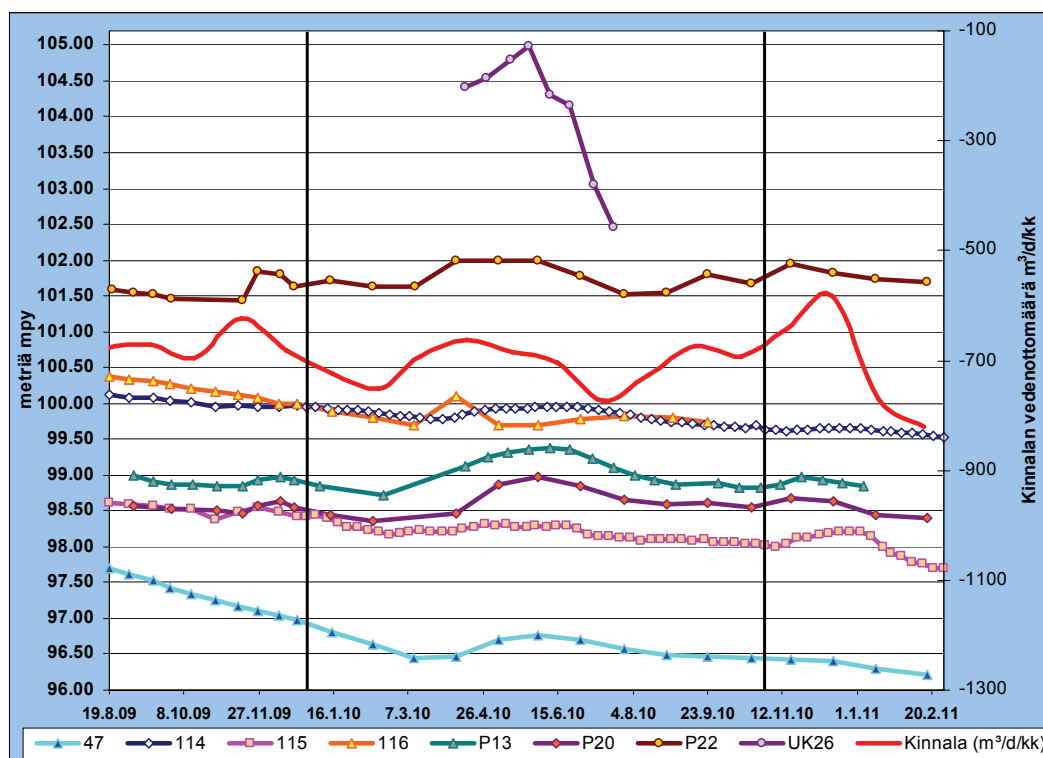
Kinnalan vedenottamo

Imeytyskokeella ei havaittu olevan vaikutuksia Pälkäneen kunnan Kinnalan vedenottamon (Kuva 43.) puoleiseen pohjavesipintaan. Pohjavesipinta laski havaintopisteissä luontaisista syistä sekä Kinnalan vedenoton vaikutuksesta joulukuusta 2009 helmikuun 2011 n. 0 – 0,8 m (Kuva 44. ja Kuva 45.). Yksityiskaivojen vesipintaan vaikuttaa lisäksi kaivokohtainen vedenotto, ja pinta vaihtelee tästä syystä kaivoissa havaintoputkia enemmän.

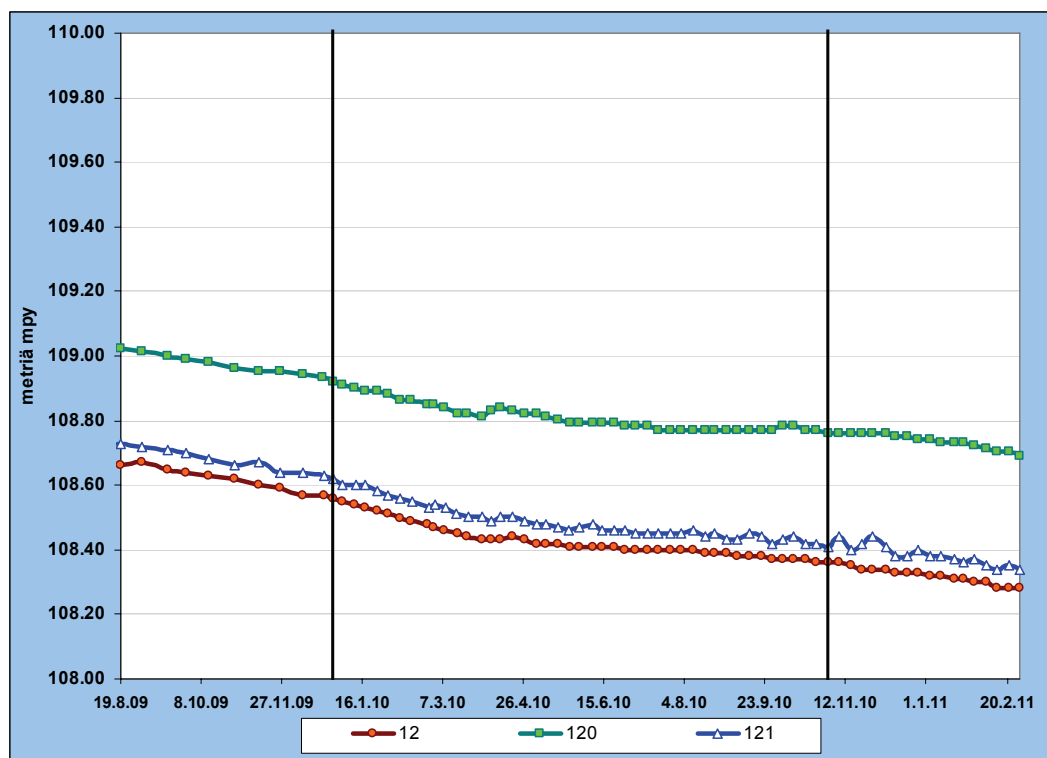
Kinnalan vedenottomäärä on esitetty kuvassa (Kuva 44.) kuukausikeskiarvona. Kinnalan vedenottamolta otetaan pohjavettä keskimäärin n. 700 m³/d.



Kuva 43. Pälkäneen kunnan Kinnalan vedenottamon lähialueen havaintopisteet.



Kuva 44. Kinnalan vedenottamon vedenottomäärä sekä Kinnalan lähialueen pohjavesipintoja.



Kuva 45. Kinnalan lähialueen pohjavesipintoja.

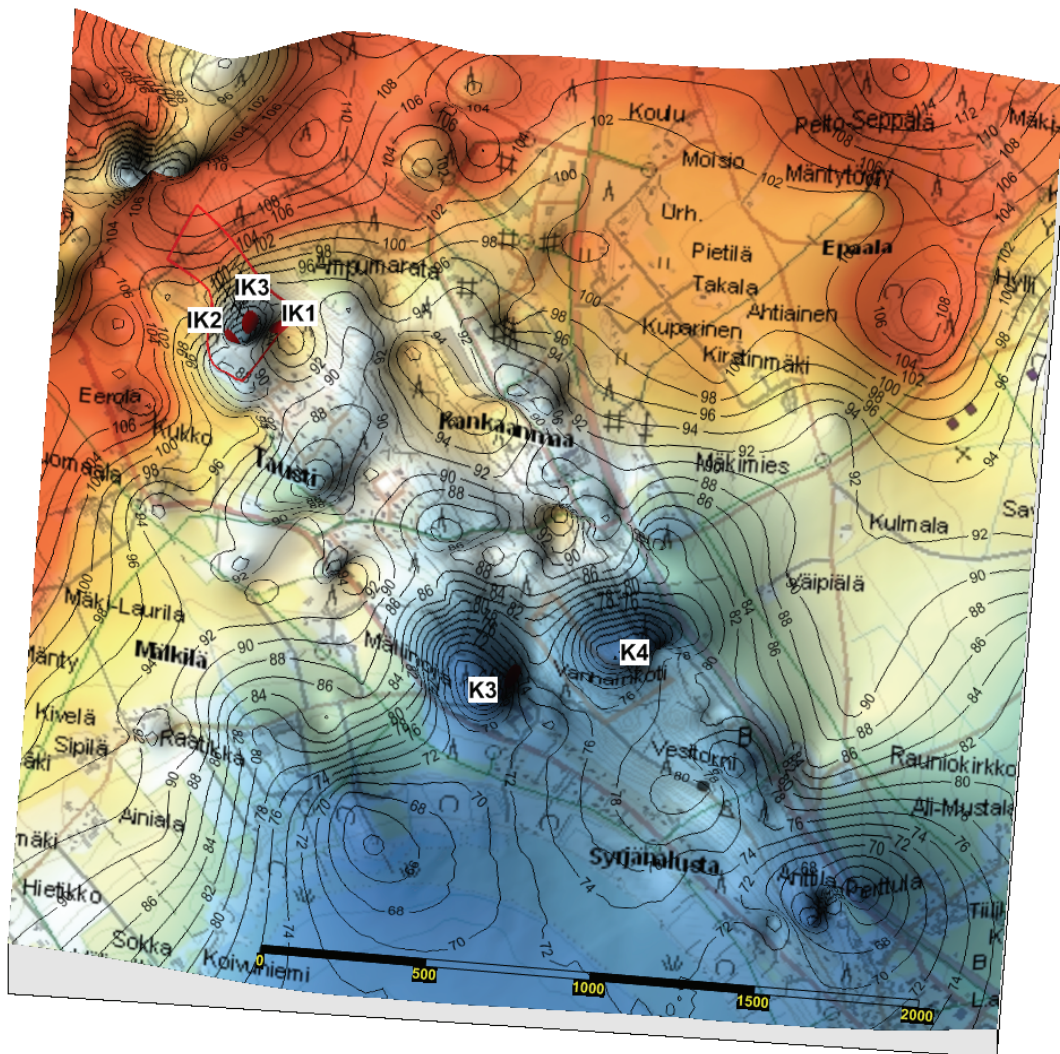
5.2

Kallionpinta ja pohjavesikerroksen paksuus

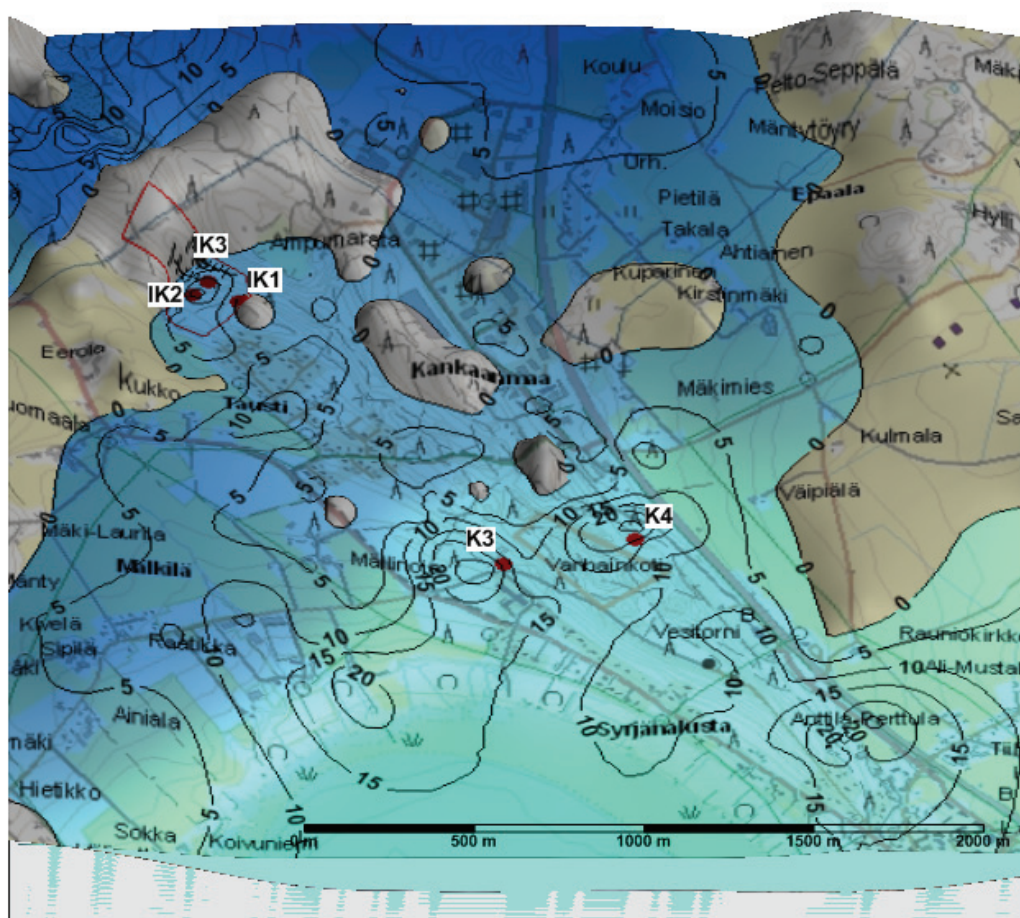
Maatutkaluotausten tulkinna ja sedimentologisten selvitysten yhteydessä verrattiin painovoima-aineistosta tulkittuja kallionpinnan korkeuksia muuhun aineistoon ja todettiin, että karkeimman harjuytimen kohdalla mittausaineisto kuvaa kallionpinnan tason liian korkealle. Kallionpinnan tason korkeustulkintaa päivitettiin tutkimuksista saaduilla tiedoilla.

Aineistosta interpoloitu kallionpinnan korkeus on esitetty kuvassa (Kuva 46.). Kuvassa näkyy selvästi kalliokynnys Kinnalan suuntaan imeytysalueen luoteispuolella, Taustialantien kalliokynnys sekä kalliokynnys Kankaanmaan suuntaan. Myös tuotantokaivojen K3 ja K4 lähellä sijaitsevat kalliopainanteet erottuvat selvästi.

Kuvassa (Kuva 47.) on esitetty harmaalla värillä alueet, joilla kallionpinta nousee luonnontilaisen (vuoden 2009 joulukuun) pohjavesipinnan ylläpuolelle sekä käyrillä pohjavesikerroksen paksuus kallionpinnan päällä. Pohjavesikerroksen paksuus on monin paikoin hyvin pieni, alle 5 m. Kaivoalueilla pohjavesikerroksen paksuus on suuri, lähes 30 m.



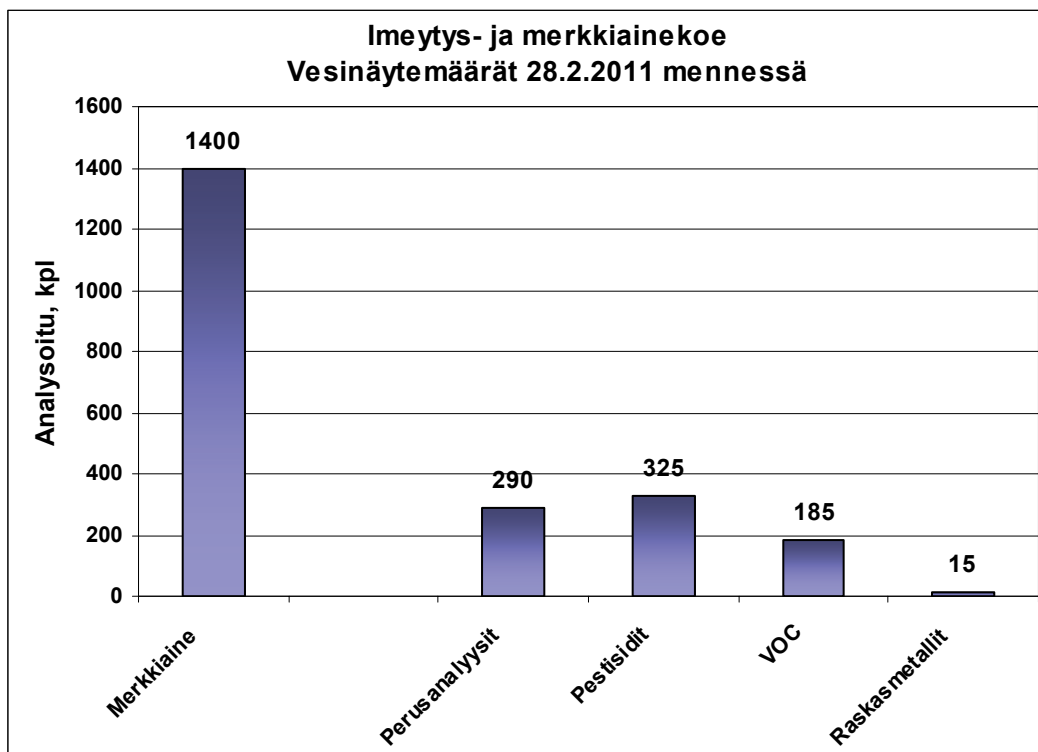
Kuva 46. Kallionpinnan korkeus Pälkäneen tutkimusalueella (metriä mpy).



Kuva 47. Alueet, joilla kallionpinta nousee luonnontilaisen (joulukuu 2009) pohjavesipinnan yläpuolelle (harmaat alueet). Käyrillä on esitetty pohjavesikerroksen paksuus, joka on paikoin hyvin pieni, alle 5 m.

5.3 Veden laatu

Kaikki kokeen aikaiset analyysitulokset on esitetty havaintopisteittäin liitteessä (Liite 7.). Helmikuun 2011 loppuun mennessä otettujen vesinäytteiden määrä oli yli 2200 kpl. Kuvassa (Kuva 48.) on esitetty näytteiden jakautuminen näytetyyppeihin.



Kuva 48. Kokeen aikana otettujen vesinäytteiden jakautuminen.

5.3.1 Perusanalyysit

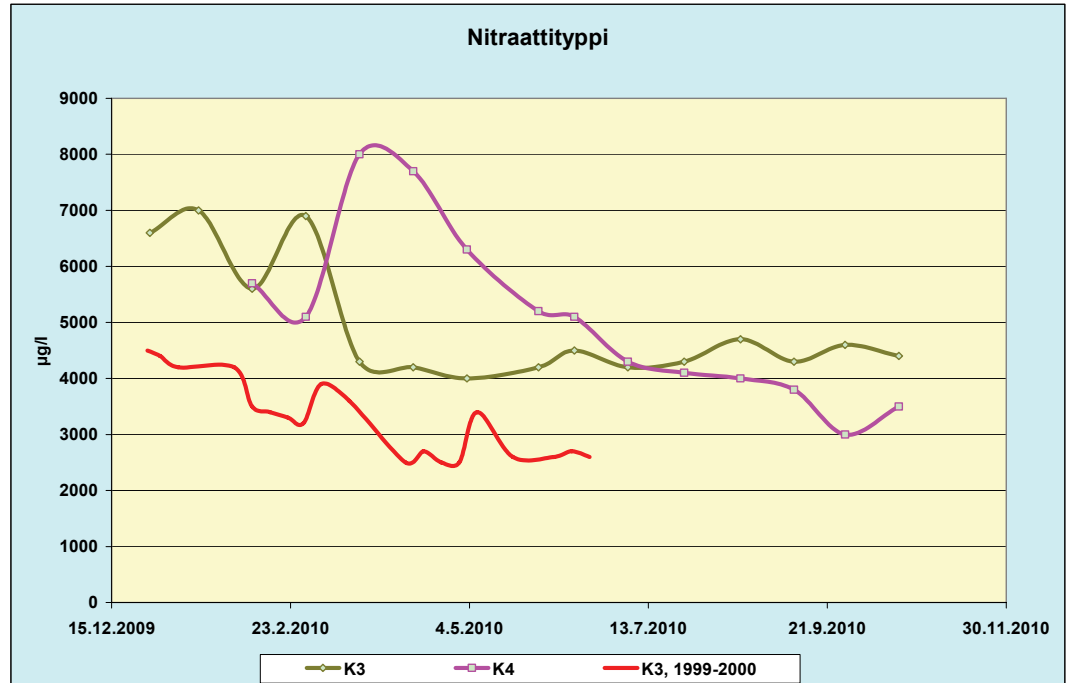
Happipitoisuus pysyi tuotantokaivoissa K3 ja K4 hyvänä (n. 9-14 mg/l) koko kokeen ajan. Hyvän happipitoisuuden ansiosta rauta- ja mangaanipitoisuudet olivat alhaisia.

Perusanalyysituloksissa havaittiin Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen 401/2001 mukaisen laatuvaatimuksen tai –suosituksen ylityksiä havaintoputkissa seuraavien parametrien osalta: koliformiset bakteerit, E. coli, sameus, väri, pH, COD_{Mn}, liuennut rauta, mangaani, nitraattityppi sekä ammoniumtyppi. Yksityiskaivoissa ylityksiä havaittiin seuraavien parametrien osalta: koliformiset bakteerit, E. coli, sameus, väri, pH, COD_{Mn}, liuennut rauta, mangaani ja ammoniumtyppi.

Tutkimusalueella on havaittu kohonneita typpiyhdisteiden pitoisuuksia pääasiassa muodostuman reuna-alueilla. Yleensä pohjaveden kohonnut typpipitoisuus kertoo ihmisen toiminnasta alueella. Typen pääasialliset lähteet ovat asutuksen tai teollisuuden jätevedet sekä maatalous. Suomessa korkeita typpipitoisuuksia on todettu lähinnä yksittäisissä kaivoissa maatalousalueilla. Myös kasvihuoneiden ja turkistarhojen läheisyydessä pohjaveden nitraattipitoisuus saattaa kasvaa. Peltoalueilla kohonnut typpipitoisuus, lähinnä nitraatti, johtuu yleensä lannoitteiden käytöstä.

Kuvassa (Kuva 49.) on esitetty koekaivojen K3 ja K4 veden nitraattityppipitoisuuksia kokeen aikana. Nitraattityppipitoisuudet laskivat kokeen aikana kuten vuonna 1999-2000 tehdyssä kokeessakin (lisätty kuvaan).

Muodostuma kerää luonnontilassa vettä reuna-alueiltaan. Typpipitoisuuden arvioidaan laskeneen, koska kokeen imeytyksen ansiosta pohjavesipinta nousee harjun ydinalueella pienentäen sivulta tulevan nitraattipitoisen veden pääsyä ydinvyöhykkeeseen.



Kuva 49. Koekaivojen K3 ja K4 veden nitraattityppipitoisuuksia kokeen aikana. Alin käyrä edustaa 1999-2000 tehdyn imeytyskokeen aikaista nitraattityppipitoisuutta kaivossa K3.

Kuvasta voidaan todeta myös se, että nitraattityypin pitoisuus alueen luonnontilaisessa pohjavedessä on kymmenessä vuodessa jatkanut nousuaan. Kymmenessä vuodessa nitraattityppipitoisuus on noussut peräti 50 % (laskettu kaivon K3 vesianalyyseistä). Nitraattityypin talousveden laatuvaatimus on 11 000 µg/l, jota koekaivojen nitraattityppipitoisuudet eivät ylitä.

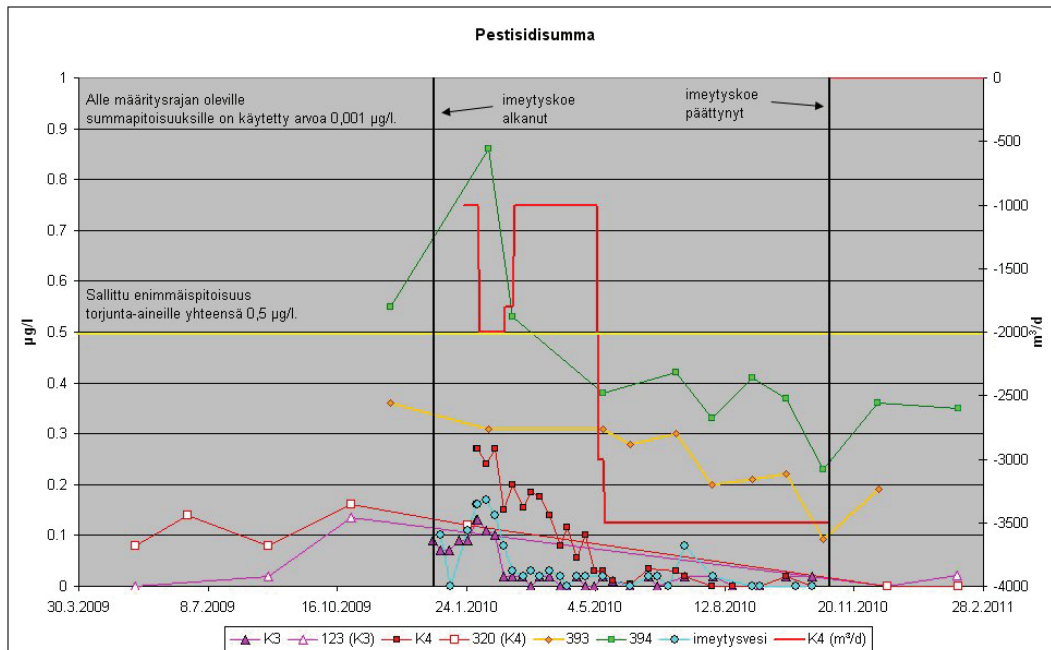
Muiden perusanalyysien osalta koalueella ei tapahtunut merkittäviä muutoksia veden laadussa kokeen aikana. Myöskään Kinnalan vedenottamon veden laadussa ei tapahtunut merkittäviä muutoksia perusanalyysien osalta kokeen aikana.

5.3.2 Pestisidit

Tutkimusalueen pohjavedessä havaittiin ennen koetta ja kokeen aikana pestisidejä. Suurimmat pitoisuudet havaittiin Kankaanmaan teollisuusalueella ja siitä virtaussuunnassa alaspäin kaakkoon.

Pestisidipitoisuus ylitti paikoin STM:n asetuksen 401/2001 mukaisen talousveden sallitun enimmäispitoisuuden (0,1 µg/l) seuraavien yhdisteiden osalta: BAM, DEA, DEDIA, 4-kloori-3-metyylifenoli. Alueella havaittiin myös muita pestisidejä.

Lisäksi pestisidien summapitoisuuden enimmäispitoisuus (0,5 µg/l) ylittyi paikoin. Pestisidien summapitoisuus eräissä havaintopisteissä, tuotantokaivoissa ja imeytettävässä vedessä on esitetty kuvassa (Kuva 50.). Kuvasta voidaan havaita, että pestisidien summapitoisuus pienentyi kokeen edetessä.



Kuva 50. Pestisidien summapitoisuus havaintopisteissä sekä vedenottomäärä kaivosta K4.

Imeytysvedessä pestisidipitoisuudet eivät ylittäneet kertaakaan kokeen aikana STM:n asetuksen enimmäispitoisuutta.

5.3.3 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)

Tutkimusalueella havaittiin pieniä pitoisuuksia haihtuvia orgaanisia yhdisteitä. STM:n asetuksessa on haihtuvien hiilivetyjen osalta määritetty enimmäispitoisuus vain tri- ja tetrakloorieteenin summapitoisuudelle. Enimmäispitoisuus (10 µg/l) ei ylittynyt kokeen aikana.

5.3.4 Raskasmetallit

Raskasmetalleja havaittiin tutkimusalueella pieninä luontaisina pitoisuuksina. Raskasmetallipitoisuudet eivät ylittäneet STM:n asetuksen 401/2001 mukaisia sallittuja enimmäispitoisuuksia.

5.3.5 Jodidi

Tutkimusalueelta ennen merkkiainekoetta otetuissa taustanäytteissä jodidia havaittiin <0,7 (määritysraja) – 5,9 µg/l. Suurin merkkiainekokeen aikana havaittu jodidipitoisuus oli n. 1000 µg/l merkkiaineen syöttöpaikan lähilavaintopisteessä.

Pitoisuudet olivat odotetun kaltaisia. Jodidin analyysitulokset on esitetty liitteessä (Liite 6.).

5.3.6 Veden laadun seuranta Keiniänrannassa

Keiniänrannan Natura-alueella pohjaveden laatu ilmentää eutrofista lähdeympäristöä. Alueen ravinnetasoon suurelta osin vaikuttaa kalsiumin, korkea pH (virtaavassa pohjavedessä on vähän humushappoja) ja sen lisäksi pohjaveden magnesium- ja natriumkationit. Taulukossa (Taulukko 5) esitetään veden laatu Keiniänrannan Natura-alueen lähdeympäristössä, rimpiosilla ja laskuojissa vuonna 2010. Liitteessä (Liite 8) on esitetty Keiniänrannan vesinäytepisteiden analyysituloksia.

Taulukko 5. Veden laatu lähteissä 2010

NäytePvm	Hav. Paik	Sameus FNU	Sähkonj. mS/m	pH	Alkalin. mmol/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Ca mg/l	Na mg/l
22.10.2010	Q12	4,6	22,7	6,7	0,27	4,4	2,7	10	17	14
2.11.2010	Q12	2,2	22,5	6,9	0,26	4,3	2,6	9,7	17	15
15.11.2010	Q12	4,3	22,4	6,8	0,29	4,2	2,6	12	15	13
2.11.2010	Q7	13	28,8	7,1	2	6,6	23	92	25	12
15.11.2010	Q7	7,4	22,9	6,9	1,3	4,9	17	77	17	10
22.10.2010	Q7	3,6	28,1	6,8	1,9	6,5	21	140	24	12
22.10.2010	QKO	2	33,3	6,9	1,4	11	4,6	67	27	18
Keskiarvo		5,3	25,8	6,9	1,1	6,0	10,5	58,2	20,3	13,4

Veden laatu rimpiosilla 2010.

NäytePvm	Hav. Paik	Sameus FNU	Sähkonj. mS/m	pH	Alkalin. mmol/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Ca mg/l	Na mg/l
22.10.2010	Q12	8,1	24,9	6,4	0,48	5,1	3,5	190,0	19,0	15,0
22.10.2010	Q7	1,8	17,0	6,7	0,83	6,1	4,2	24,0	13,0	7,0
22.10.2010	QKO	4,7	26,9	6,7	0,75	8,7	2,8	96,0	18,0	16,0
Keskiarvo		4,9	22,9	6,6	0,69	6,6	3,5	103,3	16,7	12,7

Veden laatu laskuojassa 2010.

NäytePvm	Hav. Paik	Sameus FNU	Sähkonj. mS/m	pH	Alkalin. mmol/l	Mg mg/l	K mg/l	Mn µg/l	Ca mg/l	Na mg/l
22.10.2010	Q12	5,8	30,0	6,3	0,39	12,0	5,6	230,0	11,0	22,0
22.10.2010	Q7	1,2	17,7	6,8	1,10	7,0	5,2	130,0	6,8	14,0
22.10.2010	QKO	1,5	21,2	5,5	0,07	7,3	4,2	280,0	7,1	14,0
Keskiarvo		2,8	23,0	6,2	0,52	8,77	5,00	213,3	8,30	16,7

5.4 Merkkiainekokeen tulokset

Merkkiaineen keskimääräiseksi kulkeutumisnopeudeksi saatiin 10 – 20 m/vrk ja keskimääräiseksi viipymäksi imeytysalueen ja tuotantokaivojen välillä noin 80 – 100 vrk. Merkkiainekokeen tuloksista voidaan todeta, että merkkiainetta ei ole kulkeutunut Kinnalan vedenottoalueelle tai Kankaanmaan teollisuusalueelle. Ennen vedenottokaivoja veden kulkuun vaikuttaa kuitenkin merkittävästi lounas-koillinen suuntainen kalliokynnys, Taustialantien kynnys.

Merkkiainetutkimuksen tulokset osoittavat merkkiaineella merkityn veden leviämismallin kohtalaisen monimutkaiseksi. Tämä johtuu geologisen rakenteen

kompleksisuudesta, kallioperän topografian suurista vaihteluista sekä hydraulisen johtavuuden heterogeenisuudesta (sekä pituus- että sivuttaissuunnassa). Vaikka pohjaveden pintatiedot osoittavatkin, että imeytysvedellä on selvä vaikutus suurimpaan osaan systeemiä, ei merkkiaineesta saatu kuin 4-5 % takaisin vedenottoaivoista K3 ja K4. Merkkiaine on kulkeutunut kaivojen välistä ennen kuin vedenpintojen tasapainotila on saavutettu.

5.5 Maatutkaluotaukset ja sedimentologinen rakennetulkinta

Harjun ydinosaan päähaara sijoittuu harjujakson pääselänteeseen kohdalle, mutta hieman ennen Taustialantien kalliokynnystä ydinosa jakautuu kahdeksi suppakuoppien ja piilosupparakenteiden rajaamaksi haaraksi (Kuva 51 ja Kuva 52). Nämä kaksi haaraa jatkuvat Syrjänharjun deltalle asti, missä ne näkyvät vierekkäisinä lohkarpeitteisinä harjanteina. Tästä edelleen kohti Pälkäneen keskustaa jatkuu vain yksi ydinosaan päähaara. Harjuydin on noin 125 - 150 metriä leveä ja 20 - 30 metriä korkea.

Jään alla tunneliin syntyneen harjuytimen päällä on yleisesti hyvin tasalaatuista hiekkaa ja/tai soraa, josta ei tutkakuvaan tule juurikaan heijasteita. Nämä ytimen yläpuoliset kerrostumat ovat railoharjukerrostumia, jotka ovat syntyneet tunneliharjun päälle jään reunalla avautuneisiin veden peittämiin suuriin railoihin. Railoharjuille tyypillisiä rakenteita ovat myös isot ristikerrokselliset ja kanavamaiset rakenteet. Ylimpänä esiintyy paikoin harjun muodostumisen viime vaiheessa syntyneitä hieman hienompia hiekkakerrostumia.

Harjun ydinvyöhyke on lähes koko matkaltaan suurten suppakuoppien tai maankohoamisen myötä aallokon työn hävittämien suppien eli piilosuppien reunustama. Piilosupparakenteet sijoittuvat harjun molemmiin puoliin, mutta rajaavat erityisesti harjun lounaispuolen ydinosaan sivuhaaraa Taustialantien ja palvelukeskuksen välisellä alueella. Harjuaineeseen hautautuneen jään sulamisen myötä syntyneiden suppakuoppien aines on yleensä romahdusrakenteiden takia sekoittuneempaa, paikoin moreenimaista ja yleisesti jonkin verran hiekkaisempaa sekä enemmän hienoaainesta sisältävää kuin ydinosaan kivinen ja soravaltainen aines. Tämän perusteella suppamuodostumat toimivat pohjavesivirtausta ja veden imeytystä/pumppausta osittain ohjaavina rakenteina. Suppien yläosa on usein täyttynyt muutamia metrejä paksuista rantakerrostumista.

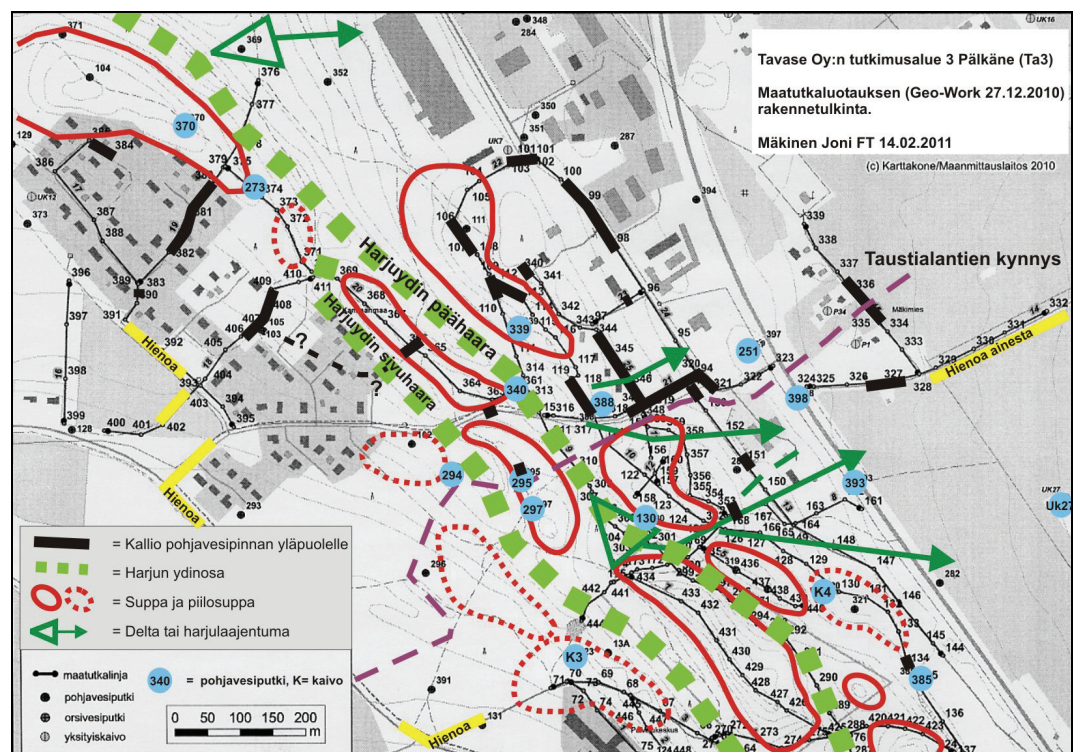
Harjun ydinosaan päähaaraan liittyy Isokankaan ja Syrjänharjun vesitornin välisellä alueella 7 karkean aineksen harjulaajentumaa, jotka esiintyvät noin 500 m välein. Ne kuvastavat mannerjäätikön reuna-aseman perääntymisen aikaisia pysähtymisvaiheita. Näistä viisi eli Isokankaan Raatolukon supan luoteispuolen laajentuma (suunta kaakkoon) ja kaakkoispuolen laajentuma (suunta itään) sekä imeytysalueen (suunta etelään), ampumaradan (suunta itään), ja Syrjänharjun (suunta etelään) laajentumat ovat muinaisen vedenpinnan tasoon kerrostuneita varsinaisia harjudeltoja. Deltojen reunat ovat aallokon voimakkaasti kuluttamia ja muokkaamia. Harjun koillisreunalla Taustialantien molemmiin puoliin sijaitsevat itään suuntautuneet deltamaiset harjulaajentumat, joiden yhteydessä esiintyy useita metrejä paksuja moreenimaisia kerrostumia. Laajentumien lakiosat yltyvät noin 125 - 135 m tasolle, mutta niiden alkuperäiset pinnanmuodot ovat suuresti aallokon muovaamia. Harjuytimen karkea ja hyvin vettä johtava soravaltainen

aines ulottuu laajentumien kerrostumissuunnassa laajemmalle alueelle aineksen muuttuessa vähitellen hienommaksi kohti laajentuman reunoja. Laajentumien harjuselänteen puoleiset osat ovat selvästi suppakuoppien rajaamia.

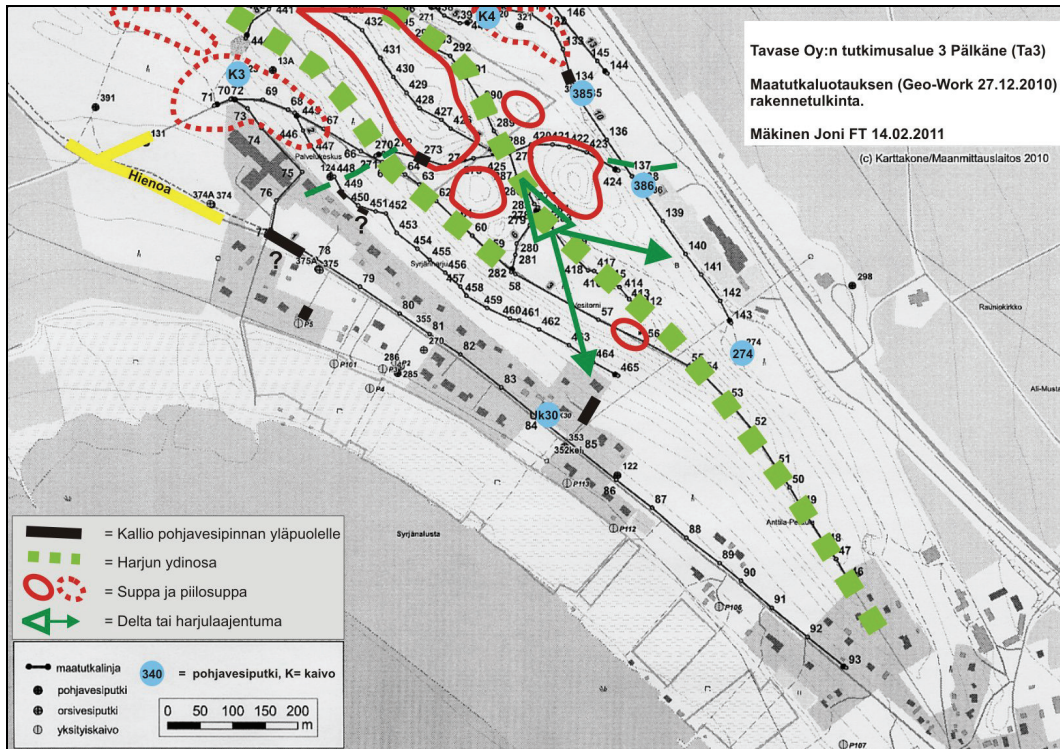
Syrjänharjun deltan aines on pääosin karkeaa ja suhteellisen hyvin vettä läpäisevää eikä siinä esiinny merkittäviä tutkaheijasteita antavia rakenteita tai kalliopintaan viittaavia heijasteita. Syrjänharjun delta suuntautuu vesitornin pohjoispuolelta kohti eteläkaakkoa.

Harjualueen reunoilla esiintyy veteen kerrostuneita hienoja hiekkoja tai silttivaltaisia kerrostumia. Länsireunalla hienorakeiset kerrostumat rajoittuvat pääosin harjun liepeille Taustin omakotialueen ja palvelukeskuksen muodostaman linjan lounaispuolelle, kun taas itäreunalla ne sijoittuvat kauemmas deltojen distaaliosiin (deltat suuntautuvat pääsääntöisesti itäpuolelle). Itäreunalla hienorakeisia kerrostumia tavataan Kankaanmaan teollisuusalueelta Mäkimiehen itäpuolen peltoalueelle. Länsireunan kerrostumissa on lisäksi lähellä pintaa savi-silttikerroksia ja niiden päällä Pälkäneelle vievän tien läheisyydessä orsivesiä, jotka heikentävät maatulkapulssin tehoa.

Maatutka-aineiston perusteella imeytysalueelta Syrjänharjulle ulottuva harjujakso voidaan jakaa kallioperän osalta kahteen pääalueeseen, joita erottaa ns. Taustialantien kalliokynnys, jolla on huomattava vaikutus pohjaveden pinnan tasoon ja pohjaveden virtaukseen. Pääasiallinen pohjavesivirtaus sijoittuu harjun karkealle ydinvyöhykkeelle Taustin asuntoalueen koillispuolelle, missä ytimen päähaara kulkee pohjavesiputken 340 (Kuva 51 ja Kuva 52) kautta Taustialantien kalliokynnykselle.



Kuva 51. Sedimentologista rakennetulkintaa Taustialan kalliokynnyksen kohdalla.



Kuva 52. Sedimentologista rakennetulkintaa kaivoalueiden kohdalla.

Taustialantien kynnyksen sijainti ja sen ylitse kulkevat kaksi pääasiallista pohjaveden virtausreittiä ovat hyvin määritettävissä maatutka-aineiston ja referenssikairausten pohjalta (Mäkinen 2011 a):

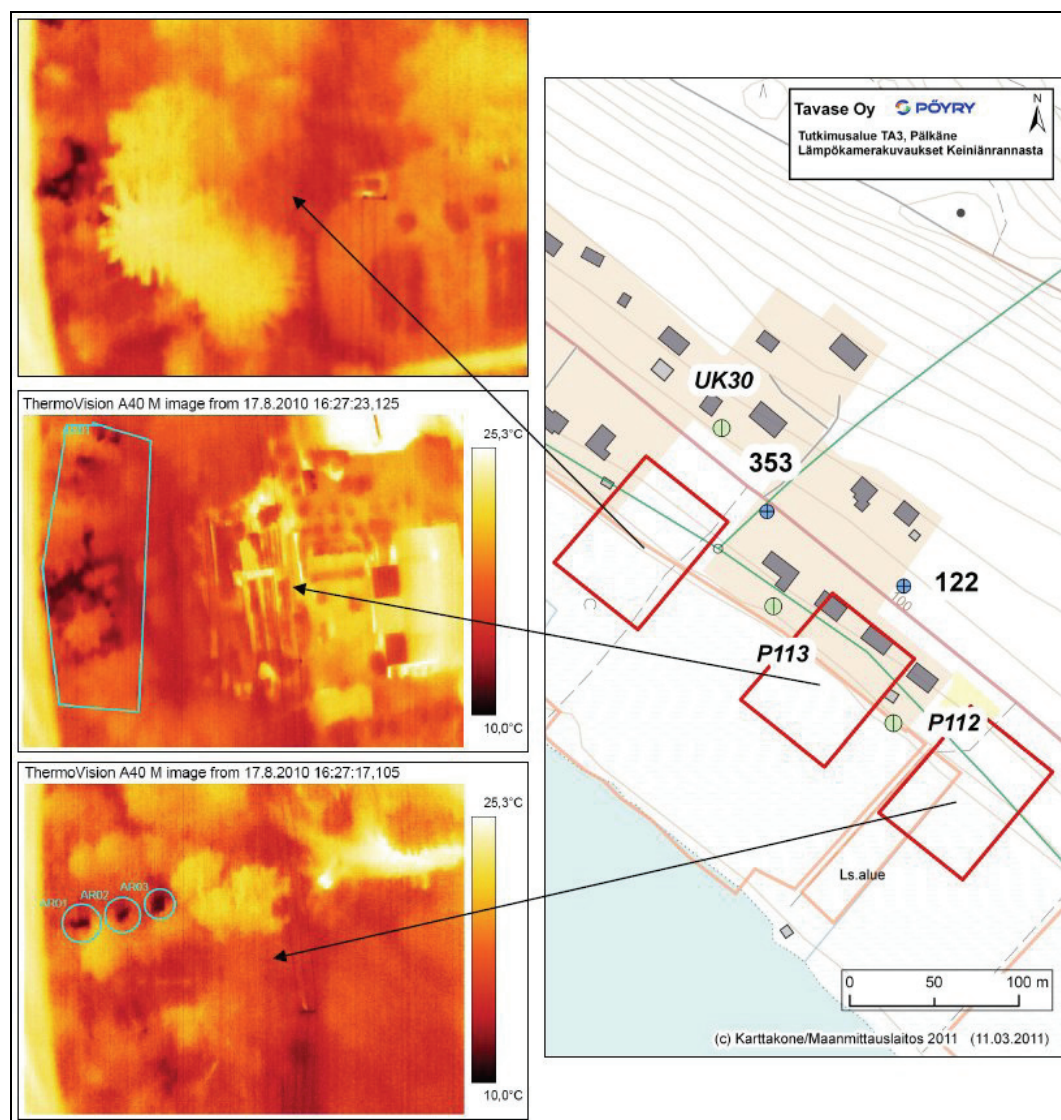
(1) pääasiallinen virtausreitti pitkin harjun ydinvyöhykettä pohjavesiputkien 297-295-340-388-130 välisellä alueella, missä kalliopinta laskee osin 90 metrin tason alapuolelle.

(2) Kankaanmaalta putkien 339-340 väliseltä alueelta kohti itäkoillista ja sieltä maatutkalinjan 25 kalliokohouman pohjoispuolitse pohjavesiputkelle 251 suuntautuva ns. itäinen reitti. Kynnyksen jälkeen putkelta 251 on edelleen virtausyhteys itäreunan harjulaajentumien kautta harjajakson reunalla sijaitseville putkille 398-393-385-386-274.

Kynnyksen luoteispuolella kallio on monin paikoin > 90 m tasolla, kun taas kynnyksen kaakkoispuolella kalliopinta laskee laajalti 60 - 80 m tasolle. Harjuselänteen matalimmassa kohdassa Taustialantien kynnyksen ja Syrjänharjun välisellä alueella ydinosan molemmiin puolin esiintyy isohkot kallioperän painanteet. Harjun lounaisreunalla oleva painanne sijoittuu palvelukeskuksen länsipuolelle ja on pääosin hiekan ja siltisen hiekan peittämä. Koillisreunan painanne on puolestaan itään päin suuntautuvan deltamaisen harjulaajentuman peittämä ja sisältää laajemmalti karkeaa ainesta.

5.6 Helikopterilla tehtyt purkaumapaikkojen lämpökamerakuvaukset

Keiniänrannan pohjavesipurkaumakohteet näkyvät helikopterista kuvatuista lämpökuvissa tiheästä kasvustosta huolimatta yllättävänkin hyvin (tummat alueet). Kohteita oli tiheästi lähes joka kuvassa. Purkaumakohteiden koko vaihteli pistemäisestä purkaumapisteestä hieman laajempiin tihkupintoihin (Kuva 53.).



Kuva 53. Lämpökamerakuvia pistemäisistä ja tihkupintaisista pohjavesipurkaumista Keiniänrannasta. Lentosuunta kaakosta luoteeseen ja lentokorkeus 70 m. Kuva-ala lämpökuvissa 58 x 43 m

5.7 Painumat

Seurantamittausten mittaustarkkuus on käytännössä noin ± 1 mm. Alkuperäisen pistetihennyksen ulkopuolelle asennetuissa pisteissä mittaustarkkuus on noin ± 3 mm; tällaisia pisteitä ovat kiinteistöihin Onkkaalantie 170 ja Iltaruskontie 3 asennetut seurantapisteet.

Ennakkoseuranta

Asuinrakennusten osalta ennakkoseurannan aikana tehdyissä mittauksissa Keiniänrannan alueella tulokset olivat mittaustarkkuuden rajoissa (1 ja 3 mm) tai hyvin lähellä sitä. Muihin kuin asuinrakennuksiin sijoitetuissa seurantapisteissä voitiin havaita vuodenaikaisvaihtelun vaikutus tuloksiin; esimerkiksi kiinteistön Onkkaalantie 141 pihagrilliin asennetussa seurantapisteessä kesäaikaan ja kevättalvesta mitattujen havaintojen ero oli yli 25 mm.

Kokeen aikainen seuranta

Kokeen aikana suoritettujen mittausten perusteella havainnot noudattelivat ennakkoseurannan aikaisia tuloksia. Keiniänrannassa ja Taustialassa mitatut muutokset verrattuna asentamisen aikaiseen tasoon olivat mittaustarkkuuden rajoissa (1 ja 3 mm) tai hyvin lähellä sitä.

Jälkiseuranta

Pumppauksen päättymisen jälkeen suoritettiin jälkiseurannan mittauskierros helmikuussa 2011. Havaintojen perusteella mitatut korkeudet olivat pysyneet lähes kauttaaltaan ennallaan mittaustarkkuuden rajoissa.

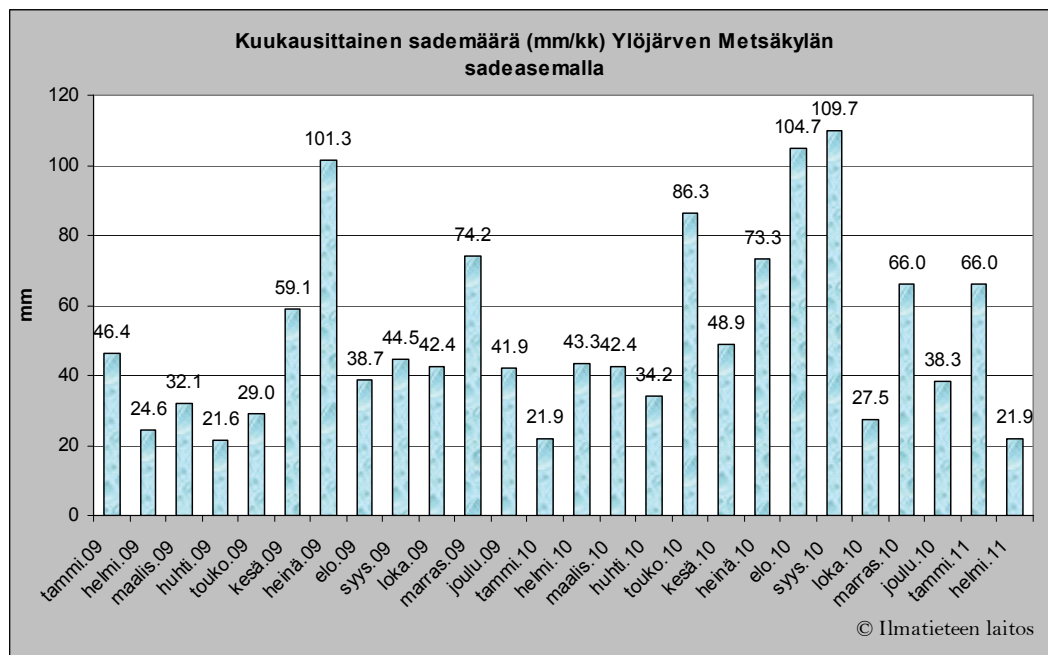
Painumaseurantatulosten perusteella voidaan todeta, että imeytyksellä ei ollut vaikutusta rakennusten painumaan.

5.8

Sademäärä

Koko vuoden 2009 yhteenlaskettu sademäärä oli 556 mm ja vuoden 2010 697 mm. Vuoden 2009 summa oli selvästi vuosien 2007 ja 2008 arvoja pienempi (v. 2007 656 mm ja v. 2008 934 mm). Vuoden 2010 sademäärä vastasi pitkän ajan keskiarvoa.

Tammikuun 2010 sademäärä 21,9 mm (Kuva 54.) oli huomattavasti pienempi kuin vastaavana ajankohtana vuosina 2007–2009, mutta helmikuussa satoi pitkän ajan keskiarvoa enemmän. Kevät oli keskimääräistä sateisempi; toukokuun sademäärä oli noin kaksinkertainen keskimääräiseen verrattuna. Kesä- ja heinäkuun sademäärät vastasivat suunnilleen pitkän ajan keskiarvoa. Heinäkuun sademäärästä 73,3 mm n. 60 mm satoi yhden vuorokauden aikana. Koska pintavalunta on saattanut olla hyvinkin suurta, pohjaveden muodostuminen on voinut olla lähes olematonta. Syksy oli runsassateinen lukuun ottamatta lokakuuta, jolloin satoi keskiarvoa vähemmän. Joulukuussa satoi hieman keskiarvoa vähemmän, 38,3 mm. Tammikuussa 2011 satoi keskimääräistä enemmän ja helmikuun sademäärä vastasi keskimääräistä sademäärää. Joului-, tammi- ja helmikuussa sateet tulivat lumena.

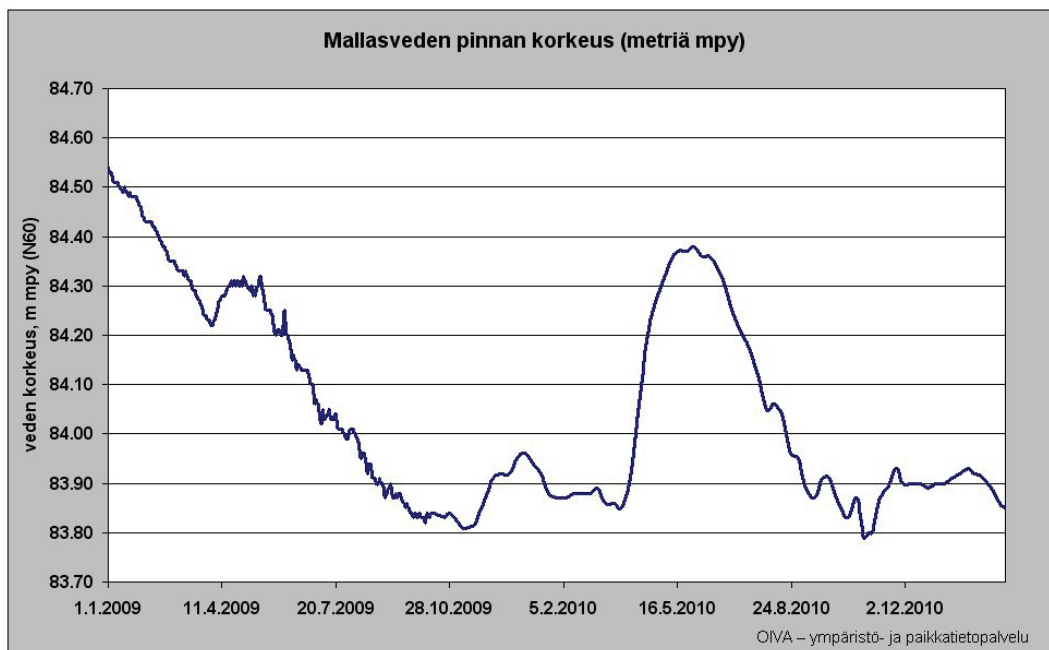


Kuva 54. Vuosien 2009 ja 2010 kuukausittaiset sekä vuoden 2011 tammi- ja helmikuun sademäärät Ylöjärven Metsäkylän sadeasemalla.

5.9

Mallasveden pinnan korkeus

Järven pinnan korkeus pääasiassa laski vuoden 2010 alusta maaliskuun loppuun saakka (Kuva 55.). Huhtikuussa pinnan korkeus nousi n. 40 cm. Toukokuussa järven pinnan korkeus jatkoi hienoista nousua ja oli kuun lopussa tasolla +84,38 m mpy eli 0,17 m korkeammalla kuin vastaavana aikana vuonna 2009. Kesäkuussa järven pinnan korkeus kääntyi laskuun, jota kertyi heinäkuun loppuun mennessä n. 0,3 m. Elokuusta lokakuuhun vedenpinta laski edelleen. Marraskuussa pinta nousi noin 0,1 m ja oli kuun lopussa tasolla + 83,90 m mpy. Helmikuun 2011 lopussa pinta oli tasolla +83,85 m mpy. Mallasveden pinta oli samalla tasolla helmikuun 2010 lopussa.

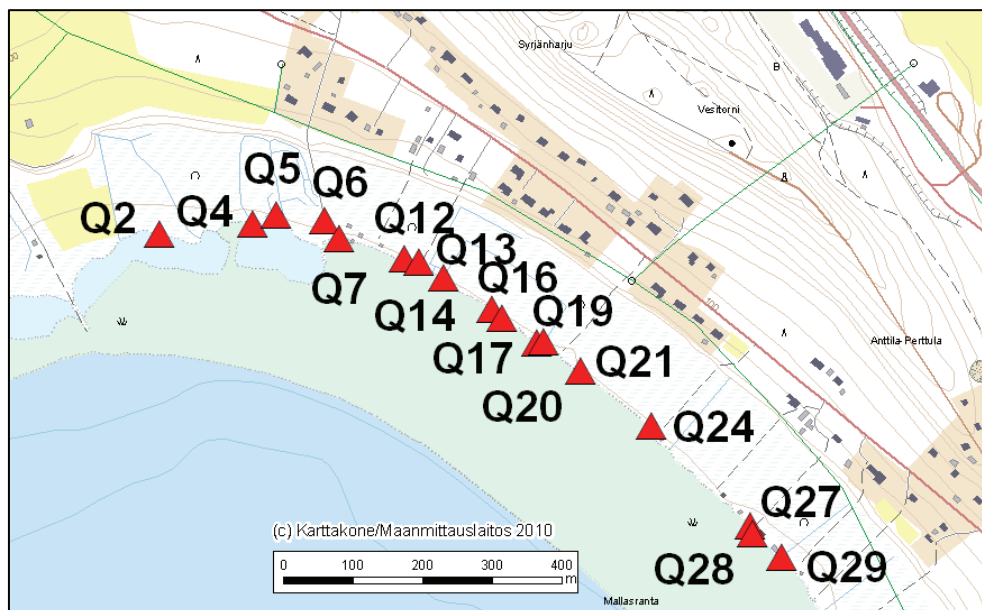


Kuva 55. Mallasveden pinnan korkeus metriä mpy (lähde: OIVA – ympäristö- ja paikkatietopalvelu).

5.10

Virtaamat

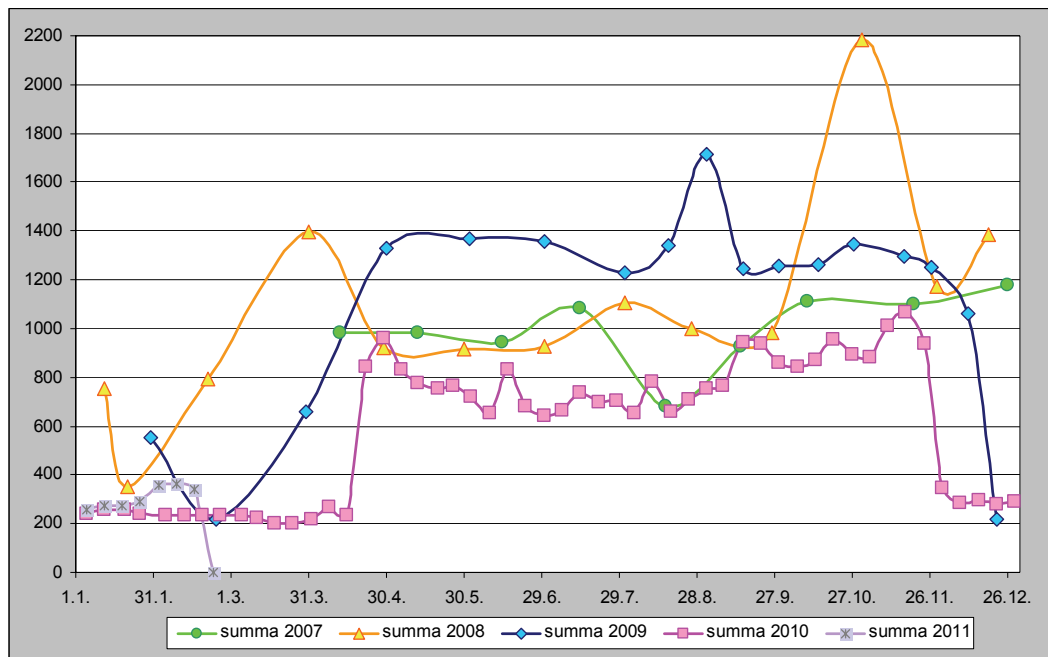
Keiniänrannan virtaamamittauskohteiden virtaamat kuvaavat pohjaveden purkautumista Syrjänharjasta. Virtaamamittauskohteet on esitetty kuvassa (Kuva 56.).



Kuva 56. Keiniänrannan virtaamamittauspisteet.

Keiniänrannan lähteiden virtaamien keskiarvo oli vuonna 2008 n.1070 m³/d ja vuonna 2009 n. 1100 m³/d. Vuonna 2010 virtaamien keskiarvo oli n. 590 m³/d.

Lähteiden summavirtaamat eri vuosilta on esitetty kuvassa (Kuva 57.). Vuoden 2010 alhaiseen tulokseen vaikuttavat kovat pakkassäät, jolloin ojat ja mittapadot ovat jäässä, eikä virtaamia voida mitata (kuva 54). Joulukuun 2009 puolivälissä alkoi pakkaset, jotka jatkuivat maaliskuulle 2010 saakka. Vuoden lopussa marraskuussa ja joulukuussa oli myös kovat pakkaset. Talviaikaan summavirtaamaa pienentää mittapatojen jäätyminen, jolloin virtaamia ei voida mitata. Virtaamamittauspiste Q32 oli mittauksissa mukana huhtikuuhun 2009 saakka, jonka jälkeen sen virtaama ei ole mukana summavirtaamassa, koska maanomistaja kielsi mittaukset.



Kuva 57. Virtaamamittauspisteiden summavirtaamat vuosilta 2007 – 2011.

Suurimmat purkaumat havaittiin mittauspisteissä Q5, Q19 ja Q21. Virtaamien vaihteluvälit näissä mittauspisteissä vuosina 2008 – 2010 on esitetty taulukossa (Taulukko 6.). Virtaamat ovat yleisesti ottaen suurimpia kevätulamisten sekä syyssateiden aikana ja virtaamat saattavat vaihdella huomattavastikin peräkkäisillä mittauskierroksilla.

Taulukko 6. Virtaamamittauspisteiden Q5, Q19 ja Q21 minimi- ja maksimivirtaamat vuosina 2008 – 2010. Mittapadot Q19 ja Q21 ovat olleet jäässä joulukuussa 2010, suluissa on esitetty niiden osalta pienin mitattu virtaama.

	2008	2009	2010
mittapato	min - max	min - max	min - max
Q5	210 - 400	220 - 270	190 - 270
Q19	60 - 350	160 - 290	0 (110) - 270
Q21	130 - 350	160 - 400	0 (100) - 290

Kaikki virtaamamittaustulokset on esitetty liitteessä (Liite 9.).

Maastomittausten perusteella virtaamat ovat pienentyneet kokeen aikana ja pohjaveden virtausmallinnus antaa samansuuntaisia tuloksia.

Virtaamista laaditun alustavan tilastollisen aikasarjatarkastelun perusteella voidaan todeta, että sademäärä selittää 40 % virtaamien vaihtelusta. Avovesipinnoissa muutoksia ei ollut havaittavissa lainkaan.

5.11 Kasvillisuus

Vuonna 2009 kasvukauden pituus oli 157 vrk ja terminen lämpösumma 1340 °Cvrk. Vuonna 2009 satoi Kangasalan Jokirannan sadeasemalla 556 mm, joka on selvästi vähemmän kuin keskimäärin. Tampereen seudulla keskimääräinen sademäärä on 601 mm. Kasvukaudella satoi erityisesti heinäkuussa keskimääräistä runsaammin, mutta kevät ja loppukesä olivat poikkeuksellisen vähäsateisia.

Vuoden 2009 aikana seurantakoealoilla ja niiden ympäristössä tapahtuivat seuraavat muutokset, jotka vaikuttavat näiden seurantakoealojen kasvillisuuteen:

- seurantakoealan 2 kasvillisuuskoealan 3 (SW) päälle oli kaatunut koivu.
- seurantakoealan 4 pohjoispuolella on tehty avohakkuu, ja koeala rajautuu hakkualaan. Hakkuut on tehty As Oy Onkkaalan Helmi pienkerrostalon rakentamisen takia talvella 2008–2009.
- seurantakoealan 6 länsipuolelle on järvinäkymän takia raivattu noin 3-4 m leveä väylä. Seurantakoealat on esitetty kuvassa (Kuva 10.).

Kesä 2010 oli heinäkuussa erityisen helteinen ja vähäsateinen. Helteiden myötä kuivuus vaivasi kasvillisuutta. Kesä- ja elokuussa sademäärä oli normaalitasolla, mutta touko- ja syyskuussa satoi hieman normaalia runsaammin. Kasvukausi oli selvästi tavallista pitempi. Kasvukausi alkoi huhtikuun lopussa ja loppui lokakuun alussa. Lämpösumma oli 1518 °Cvrk ja kasvukauden pituus oli 168 vrk.

Vuonna 2010 seurantakoealoilla ja niiden ympäristössä ei tapahtunut suuria ihmistoiminnasta aiheutuvia muutoksia, mutta seurantakoealan 6 länsipuolelle oli tehty purupintainen polku ja oja oli perattu. Nämä toimet ilmenivät seurantakoealan kasvillisuudessa.

Seurantakoealojen (Kuva 10.) kosteusoloissa voidaan todeta seuraavia muutoksia vuoteen 2009 verrattuna:

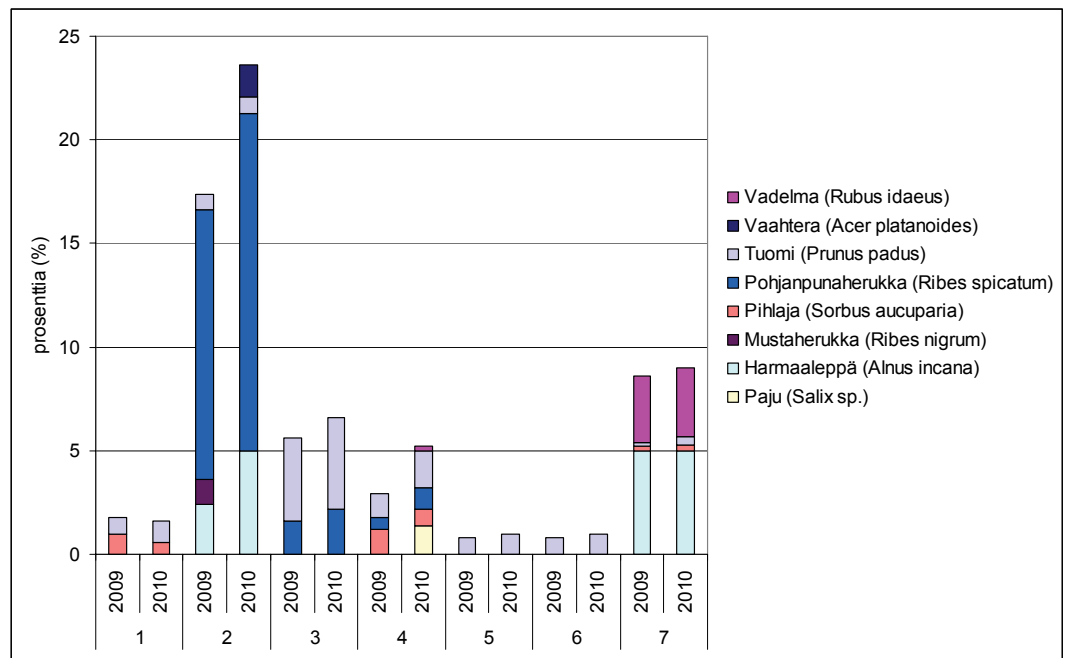
- Sko 1. Kosteusolossa on muutosta kosteampaan sekä suuntaan että kuivempaan suuntaan.
- Sko 2. Ei suuria muutoksia.
- Sko 3. Kosteusolot ovat kuivemmat kuin edellisenä vuonna.
- Sko 4. Kosteusolot ovat kuivemmat kuin edellisenä vuonna.
- Sko 5. Kosteusolot ovat kuivemmat kuin edellisenä vuonna.
- Sko 6. Kosteusolot ovat kuivemmat kuin edellisenä vuonna.

- Sko 7. Ei suuria muutoksia, mutta kosteusolot ovat hieman kosteammat kuin edellisenä vuonna.

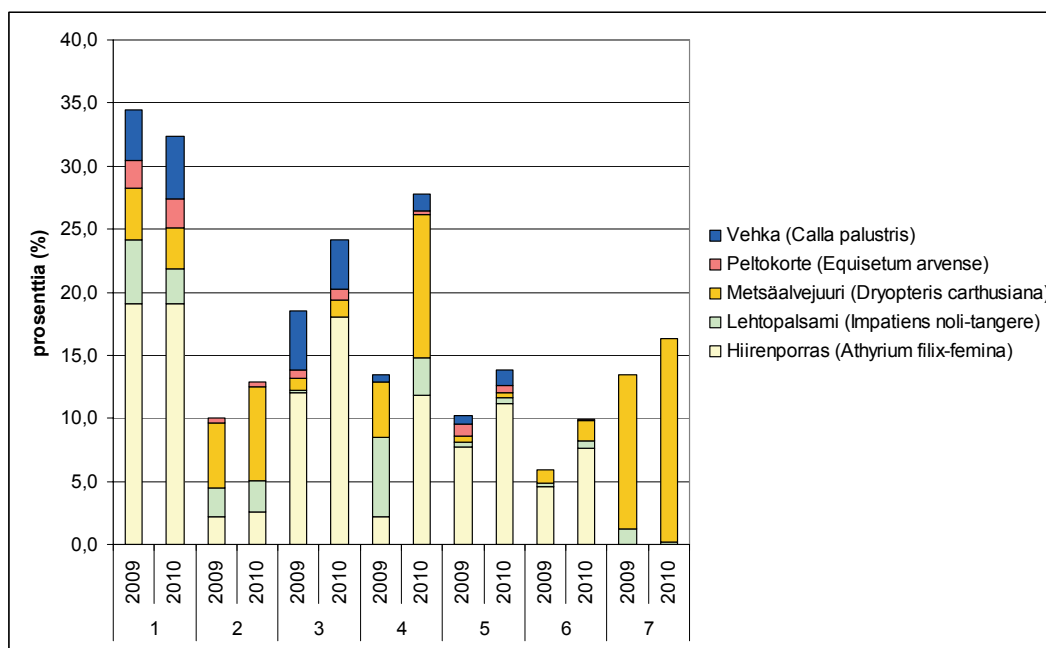
Kasvillisuusseurannan perusteella kasvistomuutokset Natura-alueella olivat pääosin luontaisia ja paikallisia vuosien 2009–2010 välillä. Selvimmät ja suurimmat kasvistoon liittyvät muutokset tapahtuivat seurantakoealoilla 2, 6 ja 4. Seurantakoealalla 2 muutos johtuu maisemahakkuista, joka on tehty noin 8-10 vuotta sitten. Lisäksi seurantakoealan 2 läpi oli 2008 raivattu mönkijäura ja kosteiden paikkojen yli oli rakennettu kevyet puusillat. Tällöin kasvillisuuskoeala 1 tuhoutui. Tämän seurantakoealan kasvillisuuteen vaikuttaa voimakkaasti erityisesti hakkuiden aiheuttama kasvillisuuden sukkessiokehitys ja tämä ilmenee mm. pensoittumisessa (Kuva 58.).

Seurantakoealalla 4 kasvillisuusmuutokset selittää pitkälti hakkuuaukon reunavaikutuksen (pienilmasto on muuttunut) ja kuivan kesän yhteisvaikutus. Seurantakoealan 6 muutoksiin ovat vaikuttaneet läheisen ojan perkaus, joka on tehty alkukesällä 2010 ja kuiva kesä. Näillä seurantakoealoilla erityisesti hiirenporras on runsastunut. Myös metsäalvejuuri ja punakoiso ovat runsastuneet edellisiä vuosia selvemmin. Muilla seurantakoealoilla tapahtuneet muutokset johtuvat kesän kuivuudesta.

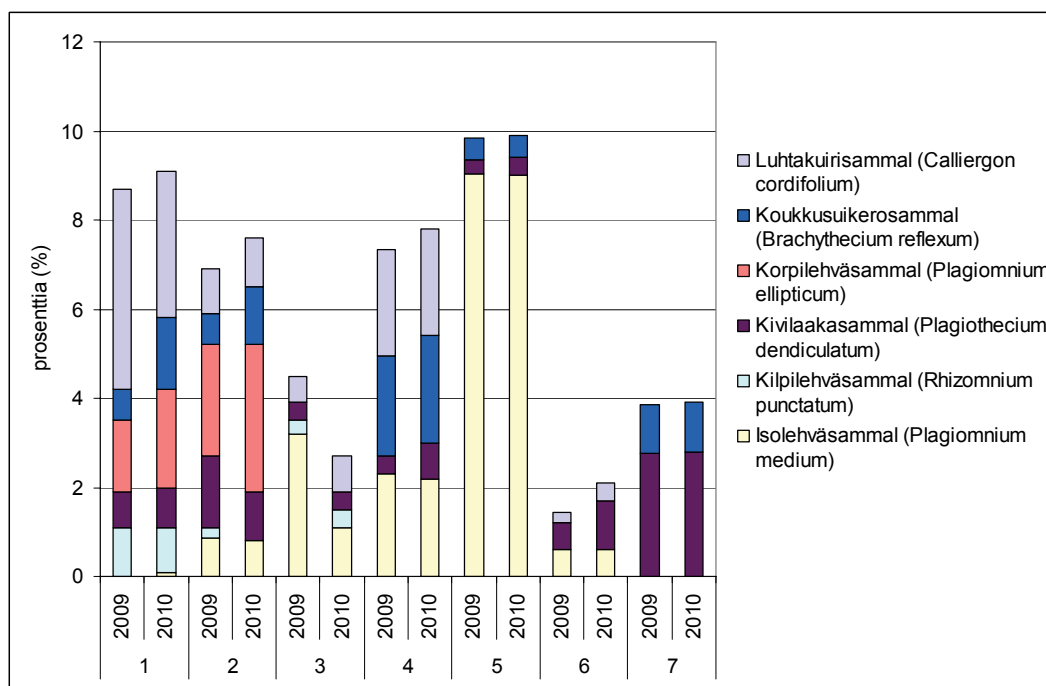
Tuloksissa ilmenee myös lehtopalsamin selvä taantuminen kesällä 2010 vuoden 2009 tilanteesta (Kuva 59.), mutta lajin voimakkaat runsausvaihtelut olivat hyvin tyypillistä koko seuranta-ajan. Helteisen sään vaikutus ilmenee seurantakoealoilla myös siinä, että vesi- ja märkäpinnan osuudet alentuivat verrattuna vuoden 2009 tuloksiin. Seurannan aikana vastaavaa tapahtui aina, kun kesä on ollut vähäsateinen.



Kuva 58. Pensaskerroksen lajien keskipiteisyysmuutos 2009–2010 seurantakoealoilla.



Kuva 59. Kenttäkerroksen valtalajien keskipiteisyysmuutos 2009–2010 seurantakoealoilla.



Kuva 60. Pohjakerroksen valtalajien keskipiteisyysmuutos 2009–2010 seurantakoealoilla.

Imeytysalueella imeytyksestä johtuvia selviä muutoksia kasvillisuudessa havaittiin vain sadetusharavan välittömässä läheisyydessä. Muutokset kasvillisuudessa aiheutuvat mm. rakennustöistä, veden mekaanisesta kulutuksesta ja kosteusolosuhteiden muutoksesta. Koealalla 5, joka sijaitsee lähimpänä sadetusharavaa, on varvuston peittävyys hieman laskenut ja ruohojen osuus alentunut. Osa lajeista, kuten kangasmaitikka ja vanamo, olivat hävinneet seurantakoealalta. Myös koealoilla 4 ja 7 havaittiin muutoksia lajistossa ja peittävyydessä, joka on mahdollisesti imetystoiminnan (putkiston rakentaminen ja imeytys) aiheuttamaa. Muilla koealoilla tapahtuneet muutokset ovat olleet luontaisia.

Kasvillisuusseurannan tulosten perusteella imeytyksen seurauksena mustikkavarvusto alueella on vahvistunut, kasvillisuudessa on havaittavissa hieman aukkoisuutta ja kosteudelle herkimmät ruohot ovat vähentyneet. Imeytyskokeen vaikutusalue ei kuitenkaan ole laaja, muutoksia havaittiin vain sadetusharavan välittömässä läheisyydessä.

Vuoden 2006 – 2010 aineiston perusteella ei voida osoittaa imeytyskokeen vaikutuksia Keiniänrannan kasvillisuuteen. Mikäli imeytyskoe olisi vaikuttanut Natura-alueen kasvillisuuteen, se olisi havaittu eritoten seurantakoealan 1 tuloksissa, mutta muutokset olivat koealalla varsin vähäisiä ja luontaisia kun huomioidaan koko seuranta-ajan aineisto (2006–2010).

5.12 Marjat ja sienet

Imeytysalue 4

Taulukossa (Taulukko 7.) on esitetty yhteenveto imeytysalueelta 4 kerättyjen marja- ja sieninäytteiden jodidipitoisuuksista. Merkkiainekoetta edeltävät vertailunäytteet on kerätty vuonna 2009. Marjojen ja sienten näytealueet ja vertailualue on esitetty kuvassa (Kuva 14. ja Kuva 15.).

Imeytysalueelta 4 vuosina 2009 ja 2010 kerättyjen näytteiden jodidipitoisuudet olivat hyvin alhaisia, eikä niissä tapahtunut merkittäviä muutoksia. Pitoisuus kuivapainossa vaihteli välillä $<0,05 - 0,537$ mg/kg.

Tuoreiden sieni- ja marjanäytteiden NaI-pitoisuudet vaihtelivat välillä $<6,6 - 39,7$ µg/kg. Korkein pitoisuus saatiin osa-alueelta A kerätystä kantarellinäytteestä.

Imeytysalueelta merkkiainekokeen aikana kerättyjen näytteiden NaI-pitoisuus on alentunut vuodesta 2009. Esimerkiksi imetysalueen osa-alueelta A kerättyjen vadelmien jodidipitoisuus kuivapainossa oli 2009 $0,191$ mg/kg ja vuonna 2010 enää $<0,05$ mg/kg. Samalta alueelta poimittujen kantarellien pitoisuus laski $0,0537$:sta alle $0,09$:ään mg/kg.

Puolukoista ja vadelmista ei saatu vertailunäytettä vuodelta 2009.

Taulukko 7. Yhteenveto marjojen ja sienien NaI-pitoisuuksista imeytysalueella 4 vuosina 2009 ja 2010.

kk/vuosi	Näyte	Alue	Kuivapaino- osuus (TS, %)	Jodidipitoisuus kuivapainossa (mg/kg TS)	Jodidipitoisuus tuoreissa marjoissa (µg/kg)
7/2009	mustikka	A	12,1	0,169	20,4
8/2010	mustikka	F	13,1	<0,05	<6,6
9/2010	puolukka*	FBC	15,3	0,166	25,4
7/2009	vadelma	A	10,5	0,191	20
8/2010	vadelma	A	20,6	<0,05	<10,3
7/2009	kantarelli	A	7,4	0,537	39,7
9/2010	kantarelli	AC	7,9	<0,09	<7,1
9/2010	tatti*	A	8,1	<0,09	<7,3

* Ei vertailunäytettä vuodelta 2009.

Vertailualue

Taulukossa (Taulukko 8.) on esitetty yhteenveto vertailualueelta (Kangasala) kerättyjen marja- ja sieninäytteiden jodidipitoisuuksista. Merkkiainekoetta edeltävät vertailunäytteet kerättiin vuonna 2009.

Vertailualueelta kerättyjen näytteiden NaI-pitoisuus vaihteli välillä <0,05 – 0,569 mg/kg (kuivapaino). Korkeimmat pitoisuudet mitattiin sieninäytteistä. Kaikkien näytteiden pitoisuudet olivat alhaisia, eikä niissä tapahtunut merkittäviä muutoksia. Puolukoita ja tatteja ei kerätty vuonna 2009, joten vertailunäyte niiden osalta puuttuu. Mustikkanäytettä ei saatu vuonna 2010 kerättyä, marjojen vähäisen määrän takia.

Sienistä ja marjoista mitatut natriumjodidipitoisuudet olivat hyvin alhaisia. Tulosten perusteella merkkiainekokeella ei ollut vaikutusta kasvillisuuden NaI – pitoisuuteen.

Taulukko 8. Yhteenveto marjojen ja sienien NaI-pitoisuuksista vertailualueella 2010)

kk/vuosi	Näyte	Alue	Kuivapaino- osuus (TS, %)	Jodidipitoisuus kuivapainossa (mg/kg TS)	Jodidipitoisuus tuoreissa marjoissa (µg/kg)
7/2009	mustikka**	A	13,2	0,141	18,6
9/2010	puolukka*	BE	17,9	<0,08	<14,3
7/2009	vadelma	A	18	0,039	7
8/2010	vadelma	A	17,8	<0,05	<8,9
8/2010	vadelma	B	13,9	<0,05	<6,9
7/2009	kantarelli	A	8,6	0,42	36,1
9/2010	kantarelli	C	7,7	<0,08	<6,2
9/2010	tatti*	BDF	8,1	0,569	46,1
9/2010	tatti*	BEF	7,2	0,0901	6,4

* Ei vertailunäytettä vuodelta 2009.** Ei näytettä vuodelta 2010.

5.13 Imeytyskaivojen toiminta

5.13.1 Imeytyskaivojen toiminta imeytyksen aikana

Kaivoimeytys toimi hyvin. Kaikkiin imeytyskaivoihin voitiin kuhunkin imeyttää tutkimusluvan mukainen sallittu maksimimäärä vettä, 7 000 m³/d. Korkein vesipinta imeytyskaivojen viereisissä havaintoputkissa oli maksimi-imeytyksen aikana tasolla +101,2 m mpy (piste 371 IK1 viereinen havaintoputki). Imeytyskaivoissa vesipinta nousi vastaavana aikana tätä korkeammalle. On huomattava, että kaivot ovat keskimäärin 35 - 50 m syviä.

5.13.1.1 Ilmamäärät

Pumpattaessa vettä imeytyskaivoihin samalla vesivirta kompressoi kaivoon ilmaa, joka kulkeutuu maaperään. Imeytyskaivojen ilmamääriä mitattiin kaivon ilmanottoputken ø165mm kylkeen poratun reiän ø10 mm kautta Swema 3000 ilmamäärien mittaamiseen tarkoitettulla pitot-putkella kokeen aikana eri tuotantomäärillä. Mittaustulokset ovat liitteenä (Liite 4.).

Ilman kulkeutuminen maaperään ja sen purkautuminen maaperästä on luonnollinen ilmiö ja sitä esiintyy harjumuodostumissa pohjavesipinnan korkeusvaihteluiden yhteydessä. Kaivojen imemät ilmamäärät ovat pieniä verrattuna laajan sora- ja hiekkamuodostuman luonnontilaiseen ”hengittämiseen”.

5.13.2 Imeytyskaivojen jälkitarkastus ja maisemointi

Imeytyskaivojen kunto tarkistettiin imeytyksen päätyttyä videokuvauksella. Kuvauksen perusteella imeytyskaivot 1 ja 3 olivat hyvässä kunnossa. Kummassakaan kaivossa ei ollut merkkiä siivilöiden tukkeutumisesta ja pohjalle oli kerrostunut varsin vähän kiintoainesta.

Imeytyskaivo 2 rikkoutui imeytyskokeen aikana tai pian sen jälkeen. Imeytys lopetettiin ensimmäisen kuvauskerran aikana. Tuolloin havaittiin myös betonisen kaivorenkaan painuvan noin 0,5 metriä toiselta sivultaan. Tämä viittaa kaivorakenteen pettämiseen, joka voi johtua esimerkiksi siiviläputken irtoamisesta, kasaan painumisesta tai taipumisesta.

Etsittäessä syytä tapahtuneelle kiinnittyy huomio kolmeen seikkaan, ensinnäkin siihen, että IK2 on ainoa kaivoista, joissa vedenpinta pysytteli koko imeytyskokeen ajan siivilän yläpuolella umpiputkiosuudessa. Myös imeytysveden vapaa pudotuskorkeus maksimivedenpintaan on selvästi suurin, noin 38 m. Lisäksi maksimituoton kesto oli IK2:n osalta 41 vuorokautta, kun se muiden imeytyskaivojen osalta oli vain noin 7 vuorokautta. Umpiputkeen korkealta pudotessaan suuri vesimäärä kohdistaa ilmeisen suuria paineiskuja putken seinämään. Tämä on saattanut aikaansaada putken ympäristön maa-ainesten liikkumista. Siivilän ja umpiputken liitosalueelle on mahdollisesti ilmaantunut tyhjä tila, johon siivilä on päässyt liukumaan. Lisäksi on mahdollista, että ko. syvyydellä on suuri kivi tai lohcare, joka on päässyt liikkumaan ja painamaan siivilää sivulle. Tapahtumaa lienee edesauttanut vedenpinnan nopea lasku

(maksimituotosta – 0-tuottoon) ja siitä aiheutunut vedennosteen pieneneminen eli kaivorakenteen painon lisäys.

Imeytyskaivot 1, ja 3 on suljettu ja maisemoitu seuraavien työvaiheiden mukaisesti:

- Kaivoputki tulpattiin ruostumattomalla teräslevykannella, joka kiinnitettiin poraruuveilla kaivoputkeen.
- Kaivoputken päälle asennettiin betonikaivon pohjarengas, jonka halkaisija korkeus on yksi metri.
- Betonikaivon pohjarenkaan paino on 1000 kiloa.
- Betonirenkaan päälle asennettiin suojakangas. ja tämän jälkeen tehtiin hiekkamaatäyttö
- Kaivon renkaan ympärille tehtiin hiekkamaatäyttö maanpintatasoon siten, että renkaan päälle tuli noin 20 cm paksuinen hiekkamaakerros. Maa-alue tiivistettiin. Betonista kaivon rengasta ei pysty siirtämään paikaltaan ilman työkonetta.

Imeytyskaivo 2 on suljettu ruostumattomalla teräslevy kannella ja betonisella kaivon pohjarenkaalla ja se suljetaan ja maisemoidaan keväällä 2011 tekemällä lopulliset maatäytöt.

5.14 Imeytysharavien toiminta

Vesi imeytyi hyvin maaperään kaikilla tutkituilla pintakuormilla. Myös rinneharavalla imeytys onnistui hyvin, pintavalumia ei muodostunut. Yleisesti ottaen voidaan todeta, että johtuen osittain kaltevasta maastosta (korkeuserot) haravien säätöön jouduttiin käyttämään huomattavasti enemmän aikaa kuin etukäteen arvioitiin. Lisäksi sadetusputkiin jouduttiin lisäämään runsaasti uusia säätöventtiileitä vesisuihkujen säädön helpottamiseksi.

Sadetusta testattiin imeytysalueella useilla eri pintakuormilla (0,03 – 0,17 m/h). Suurimmalla osalla aluetta vesi imeytyi maahan hyvin riippumatta pintakuorman suuruudesta. Lammikoitumista tapahtui pienillä alueilla, joilla ei ollut luontaista kasvillisuutta. Näillä alueilla maan pinta oli työkoneiden (kairauskalusto, kaivonrakennus ja putkisto-rakentaminen) jäljiltä tamppaantunut tiiviiksi.

Alue soveltuu hyvin sadetusimeytykseen.

5.15 Tuotantokaivojen toiminta

Vedenotto tehtiin kahdesta koekaivosta K3 ja K4. Antoisuudeltaan molemmat kaivot olivat hyviä ja niistä saatiin vaivatta suunnitellut vesimäärät. Kaivoista K3 ja K4 saatiin imeytetystä merkkiaineesta takaisin 4-5 %. Kynnyksen kohdalla merkkiainetta kulkeutuu mm. jonkin verran sivusuunnassa itäkaakkoon, esim. pisteelle 251. Pääosa imeytetystä vedestä kulki Taustialantien kynnyksen yli

ydinvyöhykkeen ja harjun suuntaisesti kaakkoon kaivojen K3 ja K4 välistä. Tämä selittää merkkiaineen vähäistä takaisinsaantia ko. kaivoista. Keskimääräiset viipymät merkkiaineelle olivat kaivolle K3 84 vuorokautta ja kaivolle K4 104 vuorokautta. Jotta imeytetyn veden takaisinsaantia voitaisiin lisätä, suositellaan merkkiainekokeen loppuraportissa lisäkaivoja K3 ja K4 kaivojen välimaastoon ja mahdollisesti myös Taustialantien kynnyksen pohjoispuolelle.

Tehtyjen vedenjohtavuusmittausten mukaan maaperän vedenjohtavuus pienenee huomattavasti ydinvyöhykkeen ulkopuolella. Kaivon K3, joka ei ole aivan ydinvyöhykkeessä, kohdalla on vedenjohtavuus vielä luokkaa 300 m/d ($3,5 \times 10^{-3}$ m/s). Varsinaisen harjualueen reunalla esim. pisteissä 128, 131 ja 293 ovat vedenjohtavuudet pieniä, luokkaa 10 - 15 m/d ($1,1 \times 10^{-4} \dots 1,7 \times 10^{-4}$ m/s).

5.16 Siirtolinjan toiminta

Siirtolinja ja sen eri osat toimivat moitteettomasti kokeen aikana.

Imeytyskokeet ja siirtolinjan käyttöönotto aloitettiin 28.12.2009. Kaivojen tuottoa nostettiin portaittain vesimääriin 4000 m³/d (K3) ja 3000 m³/d (K4)), mikä oli kaivon K3 osalta enemmän ja kaivon K4 osalta vähemmän kuin alkuperäisessä suunnitelmassa. Tämä ei aiheuttanut kuitenkaan ongelmia siirtolinjan toiminnassa.

11.5.2010 lähtien molemmista kaivoista pumpattiin 3500 m³/d eli yhteensä 7000 m³/d. Tämä poikkesi alkuperäisen suunnitelman vesimääristä ja niistä perusteista, jolla siirtolinjan eri osuudet oli mitoitettu, mutta muutoksesta huolimatta linjan toiminnassa ei havaittu ongelmia. Tuoton muuttuessa pumpattavan ja imeytettävän veden määrä oli sama läpi kokeen.

5.17 Kokeen aikaiset poikkeamatilanteet

5.17.1 Vahingonteko

Kokeen ja rakentamisen aikana tehdyt vahingonteot on koottu erilliseen raporttiin. Raportti ei ole julkinen asiakirja poliisitutinnan keskeneräisyydestä johtuen.

Porauskalustoa – raskasta porakonetta ja kompressorivaunua vahingoitettiin 12.10.2009 ja 29.10.2009. Asiasta tehtiin rikosilmoitukset.

Rakentamisen ja kokeen aikana putkireitin varoitustauluja vahingoitettiin, putkiin oli työnnetty kuusen karahkoja sekä putkiosia oli töhritty.

Asennettujen havaintoputkien pintamittauslähettimien antennijohtoja oli revitty irti. Tämä asia korjaantui asentamalla antennijohto suojaputkeen.

Venttiilien, määramittarien ja havaintoputken 370 suojakaappia vahingoitettiin ja lukot oli täytetty roskalla 18.5.2010. Asiasta tehtiin rikosilmoitus.

Imeytyskaivolta IK1 löytyi 5.10.2010 valkoista jauhetta, jota oli betonisen suojakannen sisäpuolella. Näyte vietiin tutkittavaksi Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys Oy:n laboratorioon sekä ilmoitettiin Pirkanmaan ELY -

keskukseen 6.10.2010. Analyysituloksen perusteella jauhe todettiin 96 % natriumkloridiksi eli ruokasuolaksi. Asiasta tehtiin rikosilmoitus 12.10.2010.

Tuotantokaivon K4 suojakaapin ovi oli revitty auki 22.10.2010. Asiasta tehtiin rikosilmoitus 25.10.2010.

5.17.2 Sähkökatkokset

Laitteistoa valvottiin kaukovalvontana Ruskon vesilaitoksen valvomosta, josta käsin pumppujen ja laitteiston ohjaus ja käynnistykset hoidettiin. Järjestelmä vaati kuitenkin, että hälytyksien tullessa oli käytävä paikanpäällä tarkistamassa laitteisto ja kuitattava ko. hälytys.

Koetoiminnan aikana tuotantokaivoilta K4 ja K3 tuli taajuusmuuttajien alijännitteestä ja ylikuumenemista hälytyksiä seuraavasti: 23.1.2010 alijännite, 24.2.2010 ylikuumeneminen, 13.4.2010 alijännite, 4.5.2010 alijännite, 14.5.2010 alijännite, 5.7.2010 ylikuumeneminen ja 4.8.2010 alijännite. Aiheutuneet pysähdykset olivat keskimäärin 2 tuntia eikä niistä aiheutunut koetoiminnalle merkittäviä häiriöitä.

5.17.3 Automaattimittareiden häiriöt

Automaattimittareissa oli käyttöönottovaiheessa tammi- ja helmikuun 2010 aikana häiriöitä. Häiriöt johtuivat Hyxon DL-400 tiedonsiirtoyksikön pakkasenkesto-ongelmista. Häiriöt pyrittiin korjaamaan valmistajan toimesta mahdollisimman nopeasti. Tämän jälkeen esiintyneet häiriöt johtuivat pääsääntöisesti vahingonteosta (esim. katkotut antennit jne.).

Kaapelipituuksia jouduttiin muuttamaan virheellisten lähtötietojen takia. Lisäksi tehtiin ohjelmallista hienosäätöä skaalauksiin, kun saatiin vertailuarvoja käsimitauksista. Paristoille oli luvattu vuoden toiminta-aika. Ensimmäiset paristojen vaihdot tulivat ajankohtaisiksi, kun laitteet olivat olleet toiminnassa yli vuoden. Paristot vaihdettiin.

5.17.4 Poikkeamat pohjavesipinnan mittauksissa ja näytteenotossa

Kaikista tarkkailuohjelman mukaisista havaintoputkista tai yksityiskaivoista ei saatu mitattua pintaa tai otettua vesinäytteitä. Yksityiskaivojen omistajista osa kielsi mittaukset ja näytteenoton ja eräs kaivoista oli täytetty maa-aineksella. Eräs havaintoputki oli talviaikoina peittyneenä kasatun lumen alle.

Havaintoputki 291 on vino ja siitä saatiin näyte ainoastaan noutimella. Havaintoputki 251 on halkaisijaltaan 35 mm rautaputki ja lisäksi näytteenottoa haittasi mm. putkeen aikaisemmin jäänyt näytteenotin. Putken vettä ei pystytty vaihtamaan pumppaamalla ja näytteet otettiin noutimella.

Suuresta näytemäärästä (yli 2000 näytettä) johtuen osa näytteistä jäi ottamatta inhimillisistä syistä ja esim. pumppurikoista johtuen. Myös jokunen lasinen näytteenottopullo rikkoontui kuljetuksen aikana.

Joissakin havaintokohteissa esim. Kinnalan vedenottamon lähistöllä tapahtui virhe näytteenotossa tai analyysissä, koska vedestä havaittiin normaalista poikkeavia aineita tai yhdisteitä. Ko. kohteista otettiin uusintanäytteet ja todettu näytteet puhtaita ko. aineiden tai yhdisteiden osalta. Esimerkiksi havaintoputkessa 121 havaittiin huhtikuun 2010 näytteenottokierroksella dalaponi-nimistä pestisidiä. Uusintanäytteessä dalaponia ei kuitenkaan havaittu. Dalaponia syntyy veden kloorauksen yhteydessä sivutuotteena ja dalaponi oli päätynyt vesinäytteeseen näytteenottoletkuun jääneen verkostoveden mukana.

5.17.5 Pestisidit

Koealueella havaittiin ennakkotarkkailun aikana STM:n talousvesiasetuksen 461/2000 laatuvaatimusten ylittäviä pitoisuuksia pestisidejä. Tavase Oy toimitti Pirkanmaan ympäristökeskukselle tiedot analyysituloksista 9.9.2009. Pirkanmaan ympäristökeskus kehotti 18.9.2009 päivätyssä kirjeessään Tavase Oy:tä laatimaan selvityksen torjunta-aineiden esiintymisestä pohjavedestä etenkin imeytysalueen välittömässä läheisyydessä sekä siitä, millä edellytyksillä kokeessa imeytettäväksi suunniteltua vettä voidaan imeyttää takaisin Isokankaan-Syrjänharjun pohjavesimuodostumaan suunnitellulla imeytysalueella.

Tavase Oy toimitti Pirkanmaan ympäristökeskukselle selvityksen 26.11.2009. Pirkanmaan ympäristökeskus totesi 27.11.2009 päivätyssä lausunnossaan todennut, että imeytyskokeen suorittaminen ei ole vastoin ympäristönsuojelulain 8 §:n mukaista pohjaveden pilaamiskieltoa eikä valtioneuvoston asetuksen 342/2009 päästökieltoa.

Helmikuussa 2010 pestisidipitoisuudet havaintoputkissa 393 ja 394 olivat aikaisempaa suurempia. Tämän johdosta Pirkanmaan ELY-keskus esitti lausunnossaan 19.2.2010, että kaivon K4 pumppaus tuli rajoittaa 1000 m³/d:iin, kunnes kaivolla havaitaan selvästi imeytyksen vaikutus. Lisäksi pumppausta tuli toistaiseksi painottaa aiempaa enemmän kaivolle K3.

Kaivon K4 pumppausmäärää pienennettiin 23.2.2010 lähtien ja se oli 1000 m³/d 6.5.2010 saakka. Pirkanmaan ELY-keskus luopui 3.5.2010 lausunnollaan kaivon K4 pumppausrajoituksesta, koska imeytyksen vaikutus alkoi näkyä tuotantokaivojen ympäristössä ja pestisidipitoisuudet laskivat.

5.18 Pohjaveden virtausmallinnus

Työn edetessä ja saatessa lisätietoa mm. maatutkaluotauksista ja sedimentologisista selvityksistä selvisi, että yksikerrosmalli ei ole riittävä kuvaamaan alueen monimutkaista rakennetta. Alueelta laadittiin seitsemän kerroksinen monikerrosmalli.

Malli toteuttaa tutkimusalueella mitatut luonnontilaiset pohjaveden pinnat, virtausreitit ja viipymät hyvin, Mallin kuvaus jää epävarmaksi reuna-alueilla, joilta ei ollut saatavilla kattavaa tutkimustietoa.

Pohjavesimallilla ajettiin useita tekopohjavesilaitoksen tuotantotilanteita. Virtausmalli toimii luonnontilassa ja imeytyskoetilanteessa ja sillä voidaan tehdä

tekopohjavesilaitoksen tuotantotilanteen simulointeja. Maaliajojen perusteella päädyttiin imeytys- ja kaivoalueiden uudelleen sijoitteluun, jota on käsitelty luvussa 7.

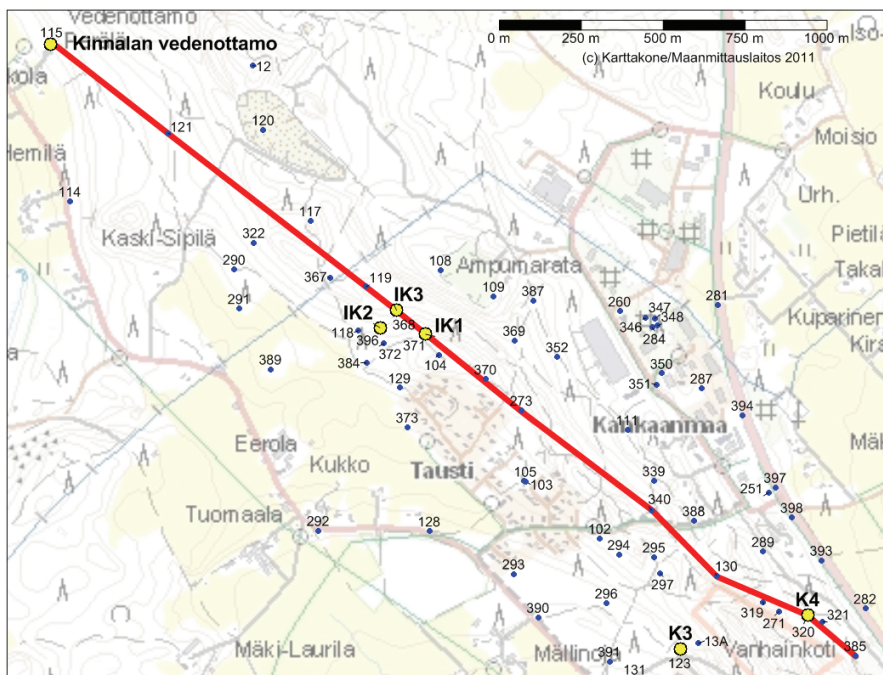
6 TULOSTEN TARKASTELU

6.1 Yleistä

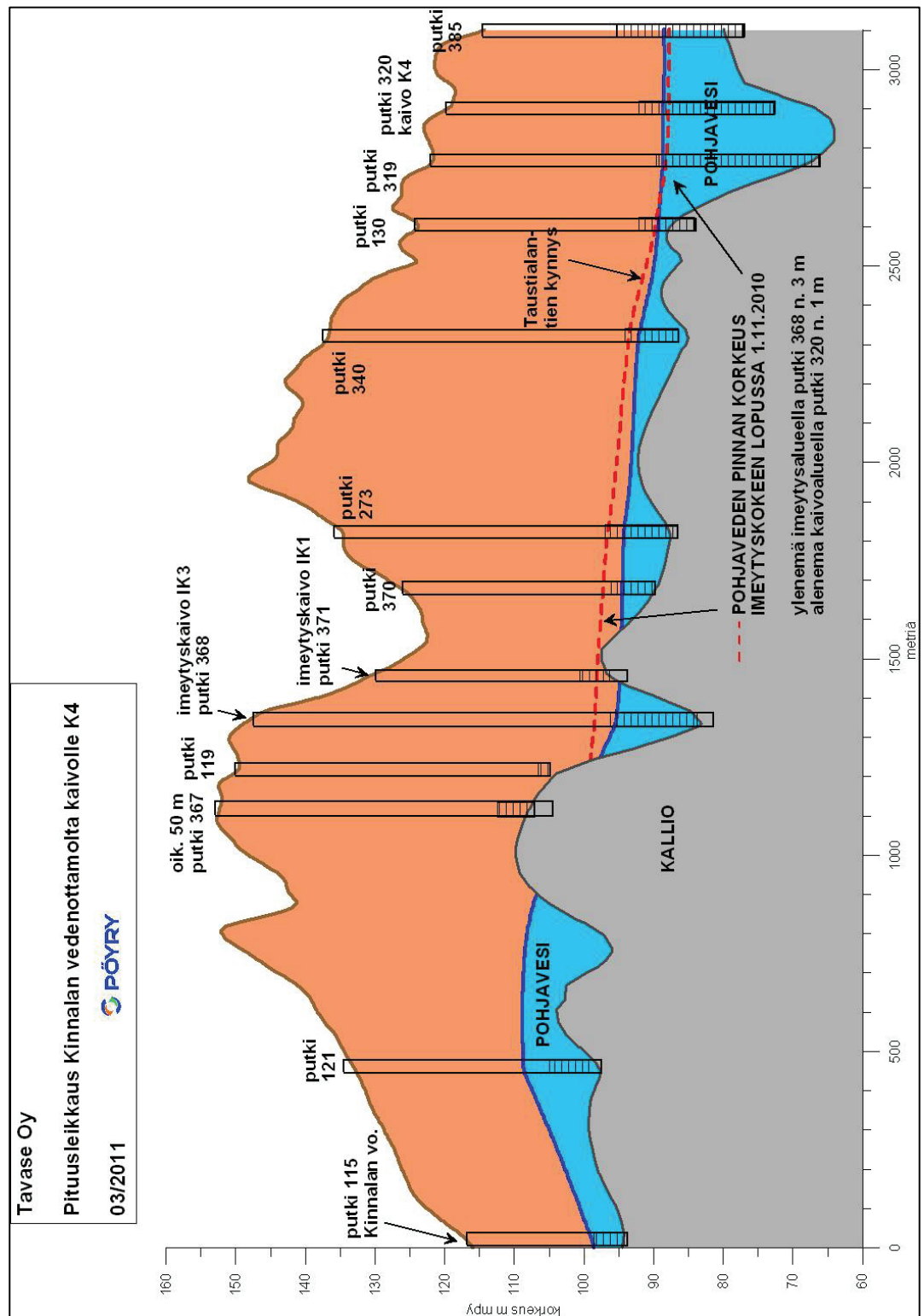
Ennakkoseurannan jälkeen alkoi varsinainen koejakso imeytyskoevaiheella 28.12.2009. Imeytyskoe ja sitä seurannut merkkiainekoevaihe päättyi 1.11.2010. Kokeeseen liittyvä jälkiseurantavaihe jatkuu osittain yhä. Kokeen tarkoituksena oli selvittää tutkimusalueen 3 hydrogeologisia olosuhteita ja saada lisätietoa suunniteltavan tekopohjavesilaitoksen toimintojen optimointiin ja sijoitteluun sekä pohjaveden matemaattisen virtausmallin varmistamiseen. Imeytysalueella 4 keskeisiä selvitettäviä kysymyksiä olivat alueen soveltuvuus kaivoimeytykseen, sekä Kinnalan vedenottamon suuntaan sijaitsevan kalliokynnyksen toimivuuden varmistaminen sekä sadetusimeytyksen onnistuminen eri pintakuormilla.

6.2 Kinnalan kalliokynnys

Kalliokynnyksen toimivuuden varmistaminen imeytysalueen ja Kinnalan vedenottamon välillä huomioitiin koejärjestelyissä. Luoteisinta osaa imeytysalueesta ei koeimeytetty. Kattavan seurannan (pohjaveden pinnat, merkkiaine) perusteella imeytettyä vettä ei kulkeutunut imeytysalueelta Kinnalan vedenottamon suuntaan. Imeytetty vesi kulkeutui päävirtaussuunnan mukaisesti kaakkoon, kaivoalueiden suuntaan. Kalliokynnys on esitetty pituusleikkauskuvassa (Kuva 61. ja Kuva 62.).



Kuva 61. Pituusleikkauslinjan sijainti on osoitettu yhtenäisellä viivalla.



Kuva 62. Pituusleikkaus Kinnalan vedenottamolta tuotantokaivoalueelle K4.

6.3

Kankaanmaa

Yksi selvitettäviin asioihin liittynyt seikka koski Kankaanmaan teollisuusaluetta ja imeytysveden mahdollista kulkeutumista sen kautta edelleen kohti kaivoaluetta. Merkkiainekokeen tulosten ja hydraulisen tarkastelun perusteella voidaan

kuitenkin todeta, että tällaista kulkureittiä ei imeytysvedellä ole ainakaan siinä määrin, että sillä olisi merkitystä.

6.4 Imeytys

Kaivoimeytys toimi hyvin. Jokaiseen imeytyskaivoon voitiin imeyttää tutkimusluvan mukainen sallittu maksimimäärä vettä, 7 000 m³/d. Korkein vesipinta imetyskaivojen viereisissä havaintoputkissa oli maksimi-imeytyksen aikana tasolla +101,2 m mpy (piste 371 IK1 viereinen havaintoputki). Imetyskaivoissa vesipinta nousi vastaavana aikana tätä korkeammalle, mihin vaikutti mm. imeytyskaivon syvyys, siivilän pituus ja sijainti. On huomattava, että kaivot ovat keskimäärin 35 - 50 m syviä. Tutkimustulokset mahdollistavat imetyskaivojen veden syöttöjärjestelyjen jatkosuunnittelun.

Sadetusta testattiin useilla eri pintakuormilla (0,03 – 0,17 m/h). Suurimmalla osalla aluetta vesi imeytyi hyvin riippumatta pintakuorman suuruudesta. Lammikoitumista tapahtui pienillä alueilla. Pääosin siellä, missä ei ollut luontaista kasvillisuutta. Näillä alueilla maan pinta oli työkoneiden (kairauskalusto, kaivonrakennus ja putkisto-rakentaminen) jäljiltä tamppaantunut tiiviiksi.

Kokeen mukaiset sadetetut vesimäärät imeytyivät ongelmitta maaperään ja pohjavesikerrokseen. Suunniteltu imetysalueen eteläosan laajentaminen vuosien 1999 – 2000 kokeessa käytössä olleesta alueesta (Kuva 18.) todettiin osittain sadetus- ja kaivoimeytykseen soveltumattomaksi, koska maan pintakerroksissa on liian hienorakeista ainesta. Ts. laajennusosan läntisin osa pisteeltä 372 eteenpäin ei sovellu ko. tarkoituksiin. Imetysalueen pohjoisimmalla osalla sähkölinjan alla ja sen luoteispuolella ei imeytystä tässä yhteydessä testattu. Toisaalta kokeen tulosten perusteella voidaan taustaosaa supistaa rajaamalla imetysalue sähkölinjan aukon reunaan. Koetulosten perusteella veden pinta ei kohonnut siinä määrin että virtausyhteys Kinnalan suuntaan olisi muodostunut.

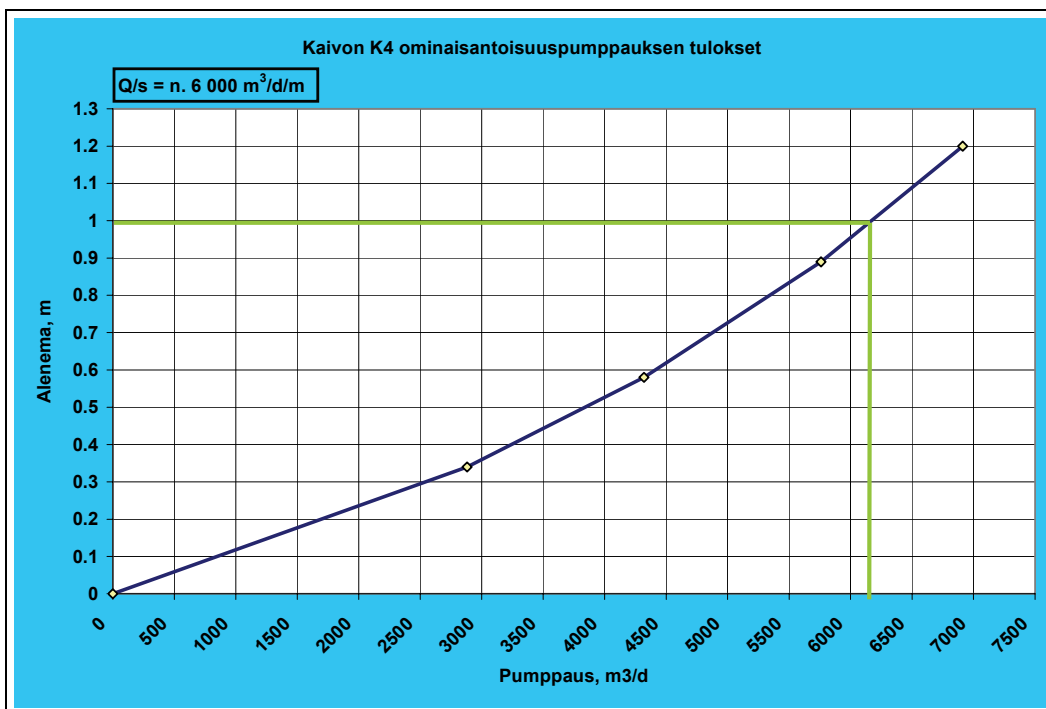
Merkkiainekokeen tulosten mukaan Taustialantien kynnyks vaikuttaa voimakkaasti merkkiaineen kulkuun. Merkkiaine kulki johdonmukaisesti imetysalueelta kynnykselle noin 15 m vuorokaudessa. Imetysalueen välittömässä läheisyydessä on virtausnopeus tätä suurempi pohjavedenpinnan suuremmasta kaltevuudesta johtuen. Keskimääräinen viipymä imetysalueelta kynnykselle oli noin 47 vuorokautta (piste 340). Maaperän vedenjohtavuus harjun ydinvyöhykkeessä on varsin hyvä, luokkaa 700 – 800 m/d (8×10^{-3} ... 9×10^{-3} m/s).

6.5 Vedenotto

Vedenotto tehtiin kahdesta koekaivosta K3 ja K4. Antoisuudeltaan molemmat kaivot olivat hyviä ja niistä saatiin vaivatta suunnitellut vesimäärät. Kaivoista K3 ja K4 saatiin imeytetystä merkkiaineesta takaisin 4-5 %. Taustialantien kynnyksen kohdalla merkkiainetta kulkeutuu mm. jonkin verran sivusuunnassa itäkaakkoon, esim. pisteelle 251. Pääosa imeytetystä vedestä kulki Taustialantien kynnyksen yli ydinvyöhykkeen ja harjun suuntaisesti kaakkoon kaivojen K3 ja K4 välistä. Tämä selittää merkkiaineen vähäisen takaisinsaannin ko. kaivoista. Keskimääräiset

viipymät merkkiaineelle olivat kaivolle K3 84 vuorokautta ja kaivolle K4 104 vuorokautta.

Sedimentologisen tulkinnan mukaan tuotantokaivo K4 sijaitsee supparakenteessa. Lisäksi välittömästi sen luoteispuolella on toinen suppa (ks. Kuva 51). Kaivon erinomaiseen ominaisantoiisuuteen (Kuva 63) nähden heti kokeen alkupuolella todettu vedenpinnan alenema kaivossa (Kuva 25) oli odotettua suurempi. Supparakenteet, varsinkin supprien reunaosat kaivon lähiympäristössä, näyttävät toimivan veden virtausta jonkin verran rajoittavina hidasteina. Merkkiainekokeen tuloksissa supprien vaikutus näkyy siinä, että viipymä kaivolle K4 oli 23 vuorokautta suurempi kuin kaivolle K3 ja merkkiaineen pienessä määrässä. Tehokkaasti kaivo K4 alkoi hyödyntää harjuytimestä imeytettyä vettä heinäkuun alkupuolella, veden pinnan lähtiessä selkeään nousuun kaivon lähialueella. Tässä vaiheessa pääosa merkkiaineesta oli jo kulkeutunut kaivojen K3 ja K4 välistä ydintä pitkin kaivojen ohi, kulkien pääpiirteittäin samaa reittiä kuin kuvassa (Kuva 20) esitetty (luonnontilan virtausreitti).



Kuva 63. Kaivon K4 ominaisantoiisuusmäärittäminen; ominaisantoiisuus on noin 6000 m³/d yhden metrin alenemalla.

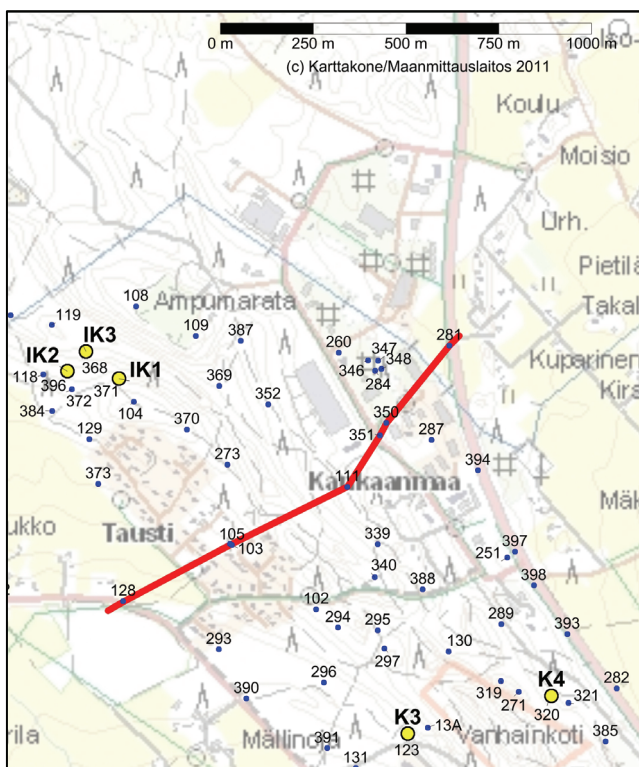
Tehtyjen vedenjohtavuusmittausten mukaan maaperän vedenjohtavuus pienenee huomattavasti ydinvyöhykkeen ulkopuolella. Kaivon K3, joka ei ole aivan ydinvyöhykkeessä, kohdalla on vedenjohtavuus vielä luokkaa 300 m/d ($3,5 \times 10^{-3}$ m/s). Varsinaisen harjualueen reunalla esim. pisteissä 128, 131 ja 293 ovat vedenjohtavuudet pieniä, luokkaa 10 - 15 m/d ($1,1 \times 10^{-4} \dots 1,7 \times 10^{-4}$ m/s).

6.6 Taustialantien kynnys

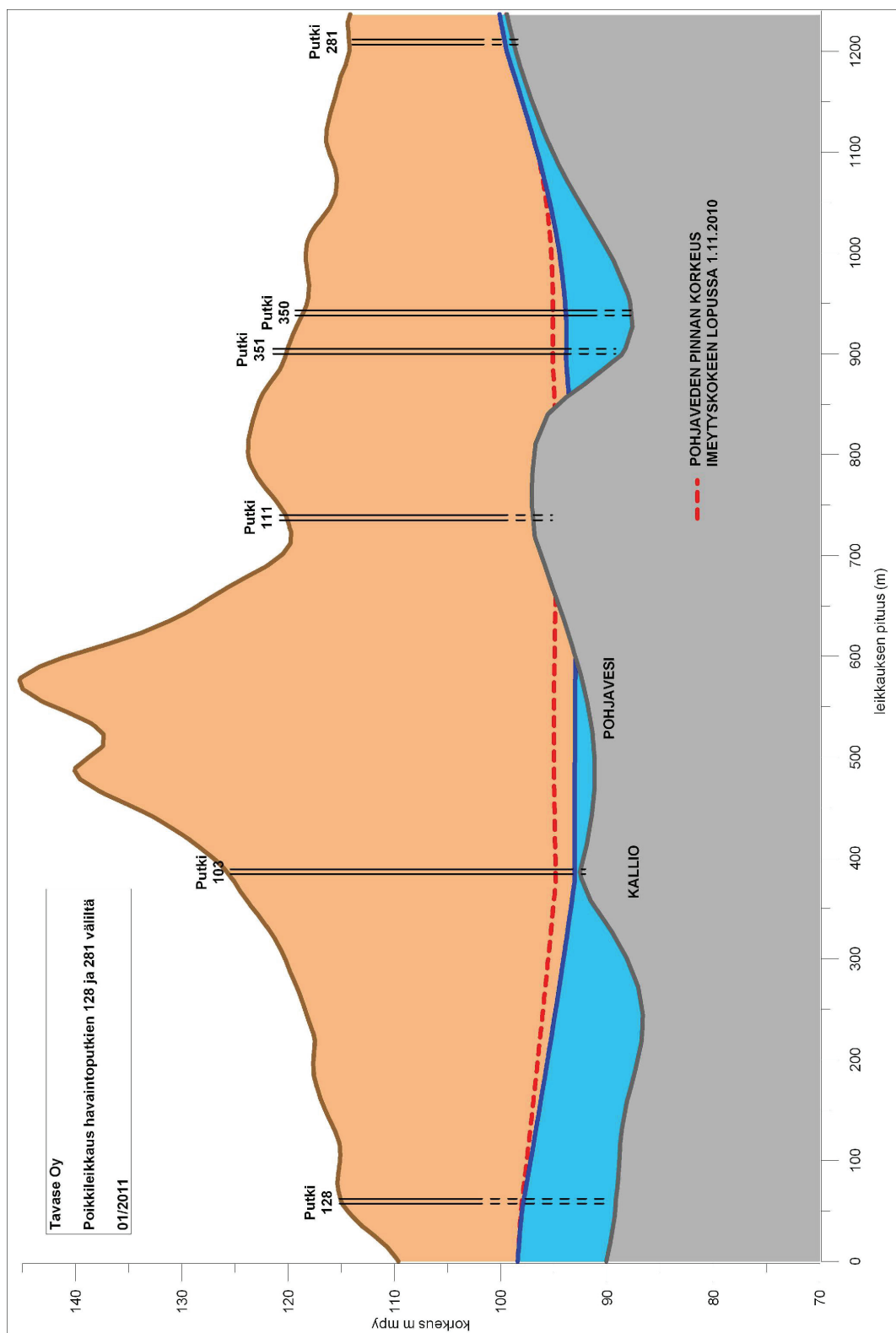
Yksi tekopohjaveden tuottamiseen tarkoitettun alueen perusedellytyksistä ovat riittävän hyvät hydrauliset yhteydet imeytys- ja kaivoalueen välillä. Riittämätön yhteys aiheuttaa hydraulista epätasapainoa imeytysalueen ja kaivoalueen välillä. Tämä voi johtaa toisaalta vedenpinnan liialliseen nousuun imeytysalueella ja sen lähistöllä, toisaalta haitallisen suuriin alenemiin kaivoalueilla.

Ns. Taustialantien kalliokynnyksen ulottuvuuksia ja geologisia olosuhteita sen vaikutuspiirissä selvitettiin kokeen aikaisin geofysikaalisin tutkimuksin ja geologisen rakennetulkinnan avulla. Tulokset viittaavat siihen, että em. kynnyksestä johtuen hydraulisten yhteyksien vaatimus täydellä suunnitellulla tuotantokapasiteetilla ei näyttäisi kaikilta osin toteutuvan. Pohjavesimallinnuksen tulokset ja merkkiainekokeen tulokset myös tukevat tätä. Alueen suunniteltu tekopohjaveden tuotantomäärä on 20 000 m³/d, eli vajaa kolminkertainen nyt toteutetun kokeen tuotantomäärään nähden.

Kokeen pumppaus- ja imeytysvaiheen lopussa 1.11.2010 vedenpinnat olivat tasapainossa Taustialantien kynnyksen ja imeytysalueen välisellä alueella. Tällä alueella tasapainotila saavutettiin jo elo-syyskuun vaihteessa. Leikkauskuvia alueelta on esitetty kuvissa (Kuva 64. ja Kuva 65.). Kokeen lopulla vesipinnat olivat tuotantokaivoalueella vielä suhteellisen voimakkaassa nousussa. Kokonaisuutena tilanne ei siten ollut tasapainotilassa 308 vuorokautta kestäneen imeytysjakson jälkeen. Vesipinnan nousu kokeen lopussa Taustialantien kynnyksen eteläpuolella on osoitus siitä, että vettä ei ole virrannut muodostuman ulkopuolelle.



Kuva 64. Poikkileikkauslinjan sijainti on osoitettu yhtenäisellä viivalla.



Kuva 65. Poikkileikkaus.

Imeytyskoetta lopetettaessa 1.11.2010 pohjavesipinta oli Taustialantien ja imeytysalueen välisellä imeytyksen vaikutusalueella keskimäärin 1,47 m lähtötilannetta 28.12.2009 ylempänä. Laskelmassa käytettiin hyväksi kaikki tällä alueella olevien havaintoputkien vesipinnat. Alueen pinta-ala vähennettynä

alueilla, jossa kallionpinta nousee pohjavedenpinnan yläpuolelle, on karkeasti laskien noin $1,1 \text{ km}^2$. Jos maaperän huokoisuutena käytetään arvoa 0,3 saadaan tällä alueella olevan vielä kokeen imeytysvaiheen lopussa noin $470\,000 \text{ m}^3$ enemmän vettä kuin kokeen alkaessa. Vesimäärä on tätä noin 14 - 21 % suurempi, jos kokeen aikainen luontainen pohjavedenpinnan alenema 20 – 30 cm lasketaan mukaan. Imeytysvaiheen keskimääräinen imeytysteho oli noin $5\,700 \text{ m}^3/\text{d}$. Se mukaan laskien oli ko. alueella imeytysvaiheen lopussa noin 80 vuorokauden imeytystä vastaava vesimäärä, josta osa oli muodostuman sivuilta tulevaa luontaista pohjavettä.

Laskelma on likimääräinen, mutta antaa siitä huolimatta selkeän käsityksen siitä, että kynnyks vaikuttaa huomattavasti alueen hydrauliseen käyttäytymiseen. Jos lähtökohtana pidetään suunniteltua tekopohjavesikapasiteettia (otto ja imeytys $20\,000 \text{ m}^3/\text{d}$) ja nykyisiä suunniteltuja imeytys- ja kaivoalueita, ei hallittua tasapainoa saavuteta. Kynnyksen taakse patoutuisi huomattavasti suurempi vesimäärä ja pohjavesipinnat nousisivat mahdollisesti huomattavasti kokeen aikaisista.

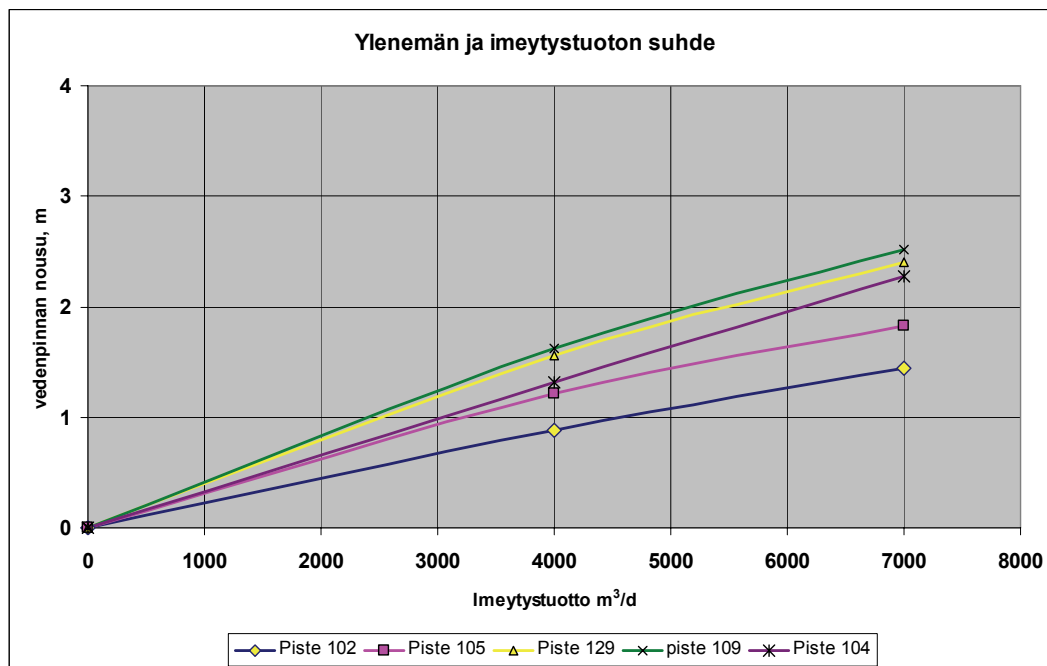
Vesipinnan nousua on tarkasteltu seuraavassa kappaleessa käyttäen apuna myös 1999-2000 tehtyjen imeytyskokeiden tuloksia. Tarkastelu tukee tätä käsitystä. Tämänhetkisen tiedon valossa ei ole varmuutta siitä, että patoutunut vesi purkautuisi hallitusti kaivoalueille. Selkeitä viitteitä on siitä, että vettä alkaisi purkautua hallitsemattomasti esim. Taustialantien kynnyksen itäpuolelle. Tosin on mahdollista, että kynnyksen kyky johtaa vettä kaivoalueiden suuntaan paranee jonkin verran vedenpinnan noustessa ja kynnykselle muodostuu enemmän hyvin vettä johtavaa ”uutta” virtauspoikkipinta-alaa. Myös kalliokynnyksen toimivuus estämään tekopohjaveden virtausta luoteeseen Kinnalan suuntaan voisi olla uhattuna. Kokeen mukaisilla vesimäärillä nykyiset imeytys -ja kaivoalueet toimivat tekopohjaveden muodostamiseen ilman mainittavia haitallisia vaikutuksia.

Taustialantien kynnyksen vaikutus tekopohjaveden tuotantoon kapasiteetilla $20\,000 \text{ m}^3/\text{d}$ on huomioitava imeytys- ja kaivoalueiden suunnittelussa luvussa 7 esitetyn mukaisesti.

6.7

Aikaisempi imeytyskoe v. 1999 - 2000

Vuonna 1999 - 2000 toteutettiin vastaava imeytyskoe pienemmällä vesimäärällä. Imeytettävä vesimäärä oli suurimman osaa koetta $4000 \text{ m}^3/\text{d}$. Seuraavassa on verrattu Taustialantien kynnyksen ja imeytysalueen välisten pisteiden vedenpinnan ylenemiä nyt tehdyn kokeen $7000 \text{ m}^3/\text{d}$ imeytyksen aikaansaamiin ylenemiin - tasapainotila kokeiden lopussa (Kuva 66.).



Kuva 66. Vuosien 1999 - 2000 imeytyskokeen (4000 m³/d) ja vuoden 2010 kokeen (7000 m³/d) vedenpintojen ylenemien vertailu.

Kuvasta (Kuva 66.) voidaan todeta, että pistekohtaiset ylenemät ovat lineaarisia tai lähes lineaarisia. Toteutettaessa imeytystä suuremmilla vesimäärillä ja olettaen, että kaivo- ja imeytysalueina käytetään aiemman suunnitelman mukaisia alueita, voidaan tarkastelun perusteella tehdä alustavia ennusteita vedenpinnan nousuista erilaisilla imeytystehoilla. Esimerkiksi pisteessä 102 lähellä Taustialantien kynnystä nousisi vedenpinta imeytysteholla 20 000 m³/d yli neljä metriä ja pisteessä 109 yli 6 metriä.

6.8 Keiniänrannan Natura-alue

Natura-alueen luontotyyppien kasvillisuuteen, rakenteeseen tai toimintaan ei imetyskokeella ollut vaikutusta. Seurantajaksolla 2006–2010 Keiniänrannan Natura-alueella tapahtuneet muutokset ovat olleet pääasiassa luontaisia ja paikoin ihmisen aiheuttamia, jotka ovat seurausta Natura-alueen käyttöhistoriasta ja alueella tehdyistä vähäisistä toiminnoista. Samoin alueeseen kohdistuva reunavaikutus ilmenee tuloksissa.

Keiniänrannan lähteiden, rimpien ja ojien veden laadussa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia verrattuna aikaisempiin vesinäytetietoihin, joita on otettu Keiniänrannalta, havaintoputkista ja kaivolta 3 vuosina 1999–2000 sekä ennen imetyskoetta. Muun muassa happamuus (pH), alkaliniteetti ja sulfaattipitoisuus ovat pysyneet vakaana.

6.9 Imeytysalueen kasvillisuus

Imeytysalueella sadetuksen vaikutus kasvillisuuteen ilmeni pitkälti ennakkoidusti. Kasvillisuusmuutoksiin vaikuttivat sadetus, rakenteiden rakentaminen ja kuiva

kesä. Imeytysalueella kasvit hyötyivät sadetuksesta, kun muualla kasvit kärsivät kuivuudesta. Tämä ilmeni useimmalla lajeilla kasvuston hyvänä kasvuna, kuten mustikalla ja heinillä. Herkimmät lajit eivät kuitenkaan hyötäneet sadetuksesta. Kasvillisuuden aukkoisuus ja eräiden lajien taantuminen johtuivat pitkälti sadetusrakenteiden rakentamisesta. Imetyskokeen vaikutus kasvillisuuteen ei ulottunut laajalle, vain muutaman metrin päähän sadetusharavasta.

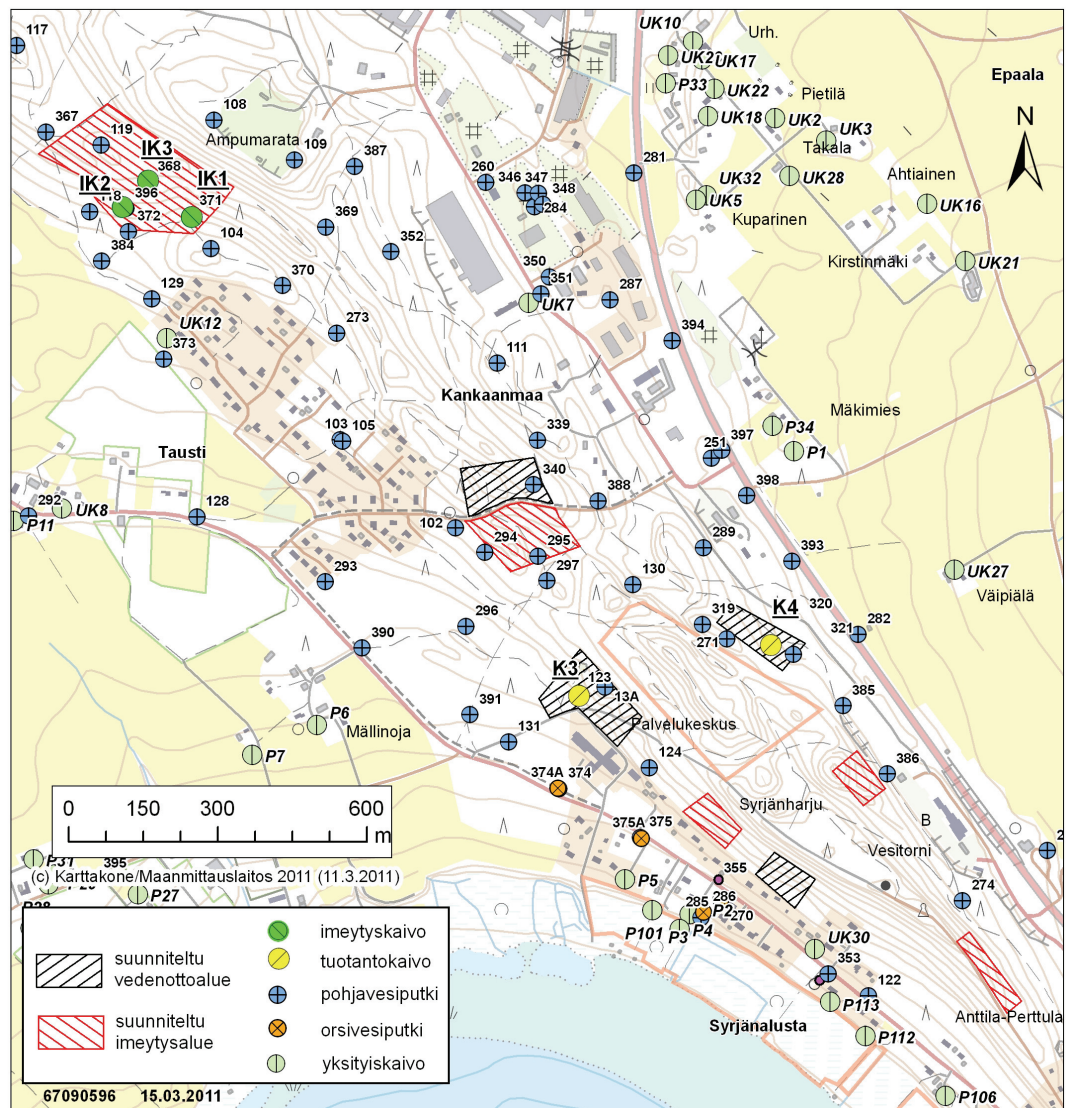
7 TEKOPOHJAVESILAITOKSEN JATKOSUUNNITTELU

Perusteellisesta ja pitkään kestäneestä imeytys- ja merkkiainekokeesta saatiin huomattava määrä tietoa alueen käyttäytymisestä tekopohjavettä muodostettaessa. Lisäksi saatuja tietoja voitiin verrata aiemman kokeen (v. 1999 - 2000) tuloksiin. Sekä kokeiden hydrauliset tarkastelut että merkkiainekoe antavat selkeitä ja samansuuntaisia tuloksia. Monikerroksisella pohjaveden virtausmallinnuksella pystyttiin kuvaamaan Taustialantien kynnyksen vettä huonosti johtava moreenikerros todellisella kerrospaksuudella sekä kalliopinnan tason ja maaperän vedenjohtavuuksien vaihtelu. Kyseinen lähestymistapa mahdollisti sekä akviferin luonnontilan että merkkiainekokeen aikaisten muutosten kuvaamisen aikaisempaa pohjaveden virtausmallia luotettavammin.

Vedenoton suuntaaminen pelkästään kynnyksen eteläpuolelle ja vastaavasti imeytyksen suuntaaminen pelkästään kynnyksen pohjoispuolelle, ei johda toimivaan ratkaisuun suunnitellulla 20 000 m³/d kapasiteetillä. Pohjaveden virtausmallilla suoritetuilla simuloinneilla voitiin osoittaa, että kynnykselle ja sen eteläpuolelle tulee suunnata vedenoton lisäksi myös raakaveden imeytystä. Ilman tätä muodostuu välittömästi kynnyksen eteläpuolelle liian suuria alenemia. Kokeessa käytetyn imeytysalueen rooli muuttuu siten, että sen imeytyskapasiteettia voidaan huomattavasti pienentää aiemmin suunnitellusta, mikä entisestään varmistaa sen, ettei Kinnalan vedenottamon suuntaan virtaa tekopohjavettä. Sijoittamalla vedenotto- ja imeytysalueita pohjaveden virtaussuunnassa peräkkäin, pystytään aikaansaamaan käännteisiä gradientteja. Tämä mahdollistaa yksisuuntaista järjestelmää pidempiä viipymäaikoja ja suuremmat virtaamat vastaavan laajuisella alueella. Suunnitellulla 20 000 m³/d tekopohjaveden tuotannolla viipymät tulevat mallisimulointien mukaan olemaan 6 – 10 viikkoa vaihdellen hieman eri vedenottoalueilla.

Viimeisellä ennen Pälkäneen kunnan keskustaa sijoitettavalla imeytyksellä varmistetaan, etteivät tekopohjavesilaitoksen toiminnan vaikutukset ulotu kunnan keskustaan. Toteutettavalla järjestelyllä parannetaan mahdollisuutta säätää pohjavedenpinnan tasoja Taustialantien kynnyksen eteläpuolella mm. Keiniänrannan Natura-alueen vesitasetta ajatellen.

Järjestely on kuvattu oheisessa kuvassa (Kuva 67). Nykyiset kaivoalueet (K3 ja K4) jäävät jotakuinkin ennalleen. Järjestelyllä voidaan ohittaa Taustialantien kynnyksen aiheuttamaa epäjatkuvuutta hydraulisisa yhteyksissä.



Kuva 67. Tutkimustulosten perusteella suunnitellut vedenotto- ja imeytysalueet, kun tekopohjaveden tuotantokapasiteetti on 20 000 ³/d.

8

JOHTOPÄÄTÖKSET

Pälkäneen imeytys- ja merkkiainekokeen perusteella tehty johtopäätökset on seuraavassa ryhmitetty asiakokonaisuuksina. Aluksi esitetään johtopäätöksiä liittyen YVA-yhteysviranomaisen lausunnossa esittämiin, Pälkäneen tutkimusaluetta koskeviin seikkoihin:

- Numeerinen pohjaveden matemaattinen virtausmallinnus toteutti luotettavasti tutkimuksissa tehty havainnot. Virtausmalli toimii luonnontilassa ja imeytyskoetilanteessa ja sillä voidaan tehdä tekopohjavesilaitoksen tuotantotilanteen simuloitteja.
- Merkkiainetta ei kulkeutunut Kinnalan vedenottamon suuntaan eikä Kinnalan vedenottamolle tai sen suuntaan aiheutunut imeytys- ja merkkiainekokeesta mitään vaikutuksia.

- Imeytysalueelta Kinnalan vedenottamon suuntaan oleva kalliokynnys on riittävä tekopohjavesilaitoksen toteuttamisen kannalta.
- Kokeen aikaiset pohjaveden alenemat ja ylenemät olivat ennakoidun kaltaisia. Imeytyskokeesta ei aiheutunut painumia kiinteistöille, eikä maaperän stabiliteettimuutoksia, kuten esim. sortumia.
- Imeytyskokeella ei ollut vaikutuksia Keiniänrannan Natura-alueen luontotyypeihin. Muutokset seurantajaksolla 2006 - 2010 ovat johtuneet luonnollisista ja ihmisen aiheuttamista muutoksista.
- Maastomittausten mukaan Keiniänrannan virtaamat pienenivät kokeen aikana noin puoleen viiden vuoden seurantajakson keskiarvosta. Virtausmallisimulointi antaa suuruusluokaltaan samankaltaisen tuloksen.
- Imeytyskokeen tulosten ja kasvillisuusseurannan perusteella Keiniänrannan virtaamat saavat muuttua korkeintaan 10 – 15 % luontaiseen pitkän ajan keskiarvoon verrattuna, jotta Natura-alueen rakenne ja toiminta säilyy luonnontilaisena. Tekopohjavesilaitos suunnitellaan siten, että em. edellytys täyttyy.

Imeytys- ja merkkiainekokeen suunnitteluun ja järjestelyihin sekä toteutukseen liittyvät johtopäätökset.

- Imeytyskaivot toimivat hyvin ja kaivokohtainen kapasiteettitavoite 3000 m³/d ylitettiin.
- Sadetusimeytys toimi hyvin ja kapasiteettitavoite 0,1 m/h ylitettiin. Vesi imeytyi hyvin maaperään eikä pintavaluntaa esiintynyt vaikka pintakuorma oli suurimmillaan lähes kaksinkertainen (0,17 m/h).
- Veden pumppaus-, siirto- ja imeytysjärjestelyt toimivat ongelmitta. Merkittävää lammikoitumista tai veden purkautumista putkistoista ei ollut.
- Imeytyskokeesta ei aiheutunut muutoksia orsivesiolosuhteisiin.

Kymmenen kuukautta kestäneen kokeen aikana pumpattiin, siirrettiin ja imeytettiin suuri vesimäärä. Veden laatuun liittyviä johtopäätöksiä olivat:

- Imeytetyn veden laatu täytti talousvedelle asetetut laatuvaatimukset. Pestisidien, haihtuvien hiilivetyjen ja nitraatin osalta alueen laadulliseen tilanteeseen ei aiheutunut muutoksia.
- Imeytyskokeesta ei aiheutunut muutoksia yksityiskaivojen veden laadulle eikä määrälle.

Imeytys- ja merkkiainekoe siihen liittyvine geofysikaalisine tutkimuksineen ja sedimentologisine tulkintoineen toivat runsaasti lisätietoa muodostuman rakenteesta:

- Tutkimustulosten perusteella Pälkäneen tutkimusalueen kallionpinnan korkeus on tarkentunut merkittävästi. Tutkimuksissa ei paljastunut muita virtausta estäviä kalliokynnyksiä kuin Taustialantien kynnyks.
- Tutkimusten perusteella saatiin tulkittua Isokankaan- Syrjänharjun rakenne. Taustialantien kohdalla olevan harjun poikittaisen kallio- ja moreenikynnyksen rakenne, laajuus ja korkeusasema tarkentuivat.

Merkkiainekoeosuudella selvitettiin veden viipymää ja kulkureittiä.

- Merkkiainekokeen perusteella veden viipymä imeytysalueelta tuotantokaivoalueille oli 80 – 100 d. Tämä vastaa aikaisemmin hakkeessa tehtyjä viipymäarvioita.
- Tuotantokaivoilta K3 ja K4 saatiin talteen noin 5 % syötetystä merkkiaineesta. Tutkimustulosten mukaan pääosa merkkiaineesta virtasi tuotantokaivojen K3 ja K4 välistä harjun ydintä pitkin.
- Kokeessa imeytettyä vettä ei kulkeutunut merkittäviä määriä Kankaanmaan teollisuusalueen suuntaan.
- Merkkiainekokeen jodidilla ei ollut vaikutusta imeytysalueen marjojen tai sienien jodidipitoisuuteen.
- Pohjaveden jodidipitoisuudet ovat palautuneet luonnontilan tasolle.

Kasvillisuusmuutoksia seurattiin sekä Keiniänrannan Natura-alueella että sadetusimeytysalueella:

- Imeytysalueella sadetus lisäsi kasvien kasvua sadetusharavien välittömässä läheisyydessä. Sadetusalueen ulkopuolella ei havaittu sadetuksesta johtuvia kasvillisuusmuutoksia.
- Imeytysalueen koejärjestelyt, imeytyskaivojen ja haravien rakentaminen aiheuttivat kasvillisuusmuutoksia.

Jatkosuunnitteluun liittyviä asioita:

- Aikaisemmin suunnitellut imeytys- ja kaivoalueet säilyvät ennallaan. Tutkimus- ja virtausmallinnustulosten perusteella aiemmin suunniteltuja imeytys- ja kaivoalueita tulee täydentää uusilla imeytys- ja kaivoalueilla Taustialantien kynnyksen kaakkoispuolella. Tällöin aikaisemmin suunnitellun imeytysalueen imeytyskapasiteettia voidaan pienentää.
- Pohjaveden virtausmallinnuksen simulointien perusteella alueella voidaan toteuttaa suunniteltu tekopohjavesikapasiteetti.

9 YHTEENVETO

Vehoniemen-Isokankaan tekopohjavesihankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettely päättyi vuonna 2003. Yhteysviranomaisen (Keski-Suomen ympäristökeskus) antamassa lausunnossa arviointiselostuksesta (9.7.2003) esitettiin Pälkäneen alueella tehtäväksi tutkimuksia ja selvityksiä, jotka tarkentaisivat pohjaveden virtauskuva, veden laadun muutoksia ja ympäristövaikutuksia.

Vuonna 2003 alkaneen tutkimuslupaprosessi saatiin päätökseen syksyllä 2009, kun Länsi-Suomen ympäristölupavirasto myönsi luvan imeytysalueen 4 muuttamisesta, luvan tehdä imeytyskokeita käyttäen imeytyskaivoja sekä luvan asentaa 3 imeytyskaivoa ja 18 uutta pohjaveden havaintoputkea tutkimusalueelle. Imeytys- ja merkkiainekokeen valmistelut aloitettiin välittömästi ja koe aloitettiin joulukuun lopulla 2009.

Pälkäneen tutkimusalueella 28.12.2009 – 1.11.2010 välisenä aikana tehdyn imeytys- ja merkkiainekokeen tavoitteena oli tarkentaa tietoa alueen hydrogeologisista ominaisuuksista ja optimoida tulevan tekopohjavesilaitoksen tuotantomäärää sekä toimintojen lopullista sijoittamista.

Suomessa muualla toiminnassa olevilta tekopohjavesilaitoksilta saatujen positiivisten kokemusten perusteella päätettiin kokeilla imeytysharavilla toteutettavan sadetuksen ohella myös kaivoimeytystä. Tavoitteena oli saada kokemuksia kaivojen toiminnasta ja imeytyskapasiteetista. Lopullista laitossuunnittelua ajatellen imeytyskaivojen rakentamisella tavoitellaan pienempiä maisemavaikutuksia esim. imeytysaltaisiin verrattuna ja pienempää pinta-alatarvetta kuin sadetus- ja allasimeytyksessä.

Tuotantokaivoina käytettiin kaivoa K3, jota käytettiin myös aikaisemmassa vuosina 1999 - 2000 tehdyssä imeytyskokeessa, sekä kaivoa K4, joka rakennettiin tätä koetta varten vuoden 2008 aikana.

Kokeen aikaista tarkkailua tehtiin Pirkanmaan ympäristökeskuksen hyväksymän, 18.12.2009 päivitetyn tarkkailuohjelman mukaisesti. Kokeen valvovan viranomaisena toimi Pirkanmaan ELY-keskuksen Y-vastuualue (aikaisemmin Pirkanmaan ympäristökeskus). Kokeeseen liittyvä jälkitarkkailuvaihe jatkuu osittain yhä.

Imeytys- ja merkkiainekoe eteni suunnittelulla tavalla ja aikataululla. Kaivoimeytyksestä saadut kokemukset olivat rohkaisevia. Jokaiseen imeytyskaivoon voitiin imeyttää tutkimusluvan mukainen sallittu maksimimäärä vettä, 7 000 m³/d.

Sadetusta testattiin useilla eri pintakuormilla (0,03 – 0,17 m/h). Vesi imeytyi hyvin riippumatta pintakuorman suuruudesta. Lammikoitumista tapahtui pienillä alueilla, joilla ei ollut luontaista kasvillisuutta. Näillä alueilla maan pinta oli työkoneiden (kairauskalusto, kaivonrakennus ja putkisto-rakentaminen) jäljiltä tamppautunut tiiviiksi.

Kokeen mukaiset sadetetut vesimäärät imeytyivät ongelmitta maaperään ja pohjavesikerrokseen. Koetulosten perusteella pohjaveden pinta ei kohonnut missään vaiheessa siinä määrin, että virtausyhteyttä Kinnalan suuntaan olisi muodostunut. Myöskään merkittävää yhteyttä Kankaanmaan suuntaan ei muodostunut.

Kokeen aikana pohjavesipinta aleni kaivoalueilla maksimissaan noin 2 m ja maksimiylenemä imeytysalueella oli noin 3 m. Alenemat ja ylenemät olivat odotetun kaltaisia.

308 päivää kestäneen kokeen aikana saavutettiin tasapainotila Taustialantien kynnyksen lounaispuolella elo-syyskuussa 2010. Kaivoalueella tasapainotilaa ei saavutettu. Helmikuun 2011 loppuun mennessä pohjavesipinta oli pääosin palautunut koetta edeltävälle tasolle kaivoalueita ja niiden lähiympäristöä lukuun ottamatta.

Veden laadussa ei tapahtunut kokeen aikana merkittäviä muutoksia. Ennakkotarkkailun sekä kokeen aikana alueella havaittiin kohonneita pestisidipitoisuuksia, jonka vuoksi kaivon K4 pumppausta rajoitettiin tilapäisesti. Pestisidipitoisuus pienentyi kokeen edetessä eikä imeytettävän veden pestisidipitoisuus ylittänyt kertaakaan STM:n asetuksen enimmäispitoisuutta.

Painumaseurantatulosten mukaan kokeella ei ollut vaikutusta rakennusten painumaan.

Maastomittausten perusteella virtaamat Keiniänrannassa vähenivät ja virtausmallinnus antoi samansuuntaisia tuloksia. Alustavan tilastollisen aikasarjatarkastelun perusteella voidaan todeta, että sademäärä selittää noin 40 % virtaamamuutoksista.

Keiniänrannan Natura-alueen luontotyyppien kasvillisuuteen, rakenteeseen tai toimintaan ei imeytyskokeella ollut vaikutusta. Natura-alueella tapahtuneet muutokset ovat pääasiassa luontaisia ja osittain seurausta alueella tai alueen läheisyydessä tehdyistä ihmisen tekemistä toimista (mm. maisemahakkuut, polkujen rakentaminen ja reunavaikutus).

Merkkiainekokeen tavoitteena oli selvittää imeytetyn veden viipymää sekä veden virtausreitit imeytys- ja kaivoalueiden välillä. Lisäksi tarkoituksena oli selvittää imeytetyn veden takaisinsaantia tuotantokaivoista.

Merkkiaineena käytettiin natriumjodidia (NaI). Merkkiaine syötettiin imeytyskaivoihin IK1 ja IK3 29. – 31.3.2010. Merkkiaineen kulkeutumista seurattiin analysoimalla merkkiaineen pitoisuutta havaintoputkista ja kaivoista erillisen koetta varten laaditun ohjelman mukaisesti. Merkkiaineen keskimääräiseksi kulkeutumisnopeudeksi saatiin 10 – 20 m/vrk ja keskimääräiseksi viipymäksi imeytys- ja tuotantokaivojen välillä noin 80 – 100 vrk.

Maatutkaluotausten sekä muiden tutkimusten pohjalta tehdyillä sedimentologisilla selvityksillä tarkennettiin käsitystä muodostuman rakenteesta, kallionpinnan

korkeustasosta sekä Taustialantien kynnyksen sijainnista ja sen yli kulkevista pääasiallisista pohjaveden virtausreiteistä.

Monikerroksisella pohjaveden virtausmallilla voitiin simuloida laitoksen toimintaa suunnitelluilla vesimäärillä (20 000 m³/d). Simuloinneilla voitiin osoittaa, että Taustialantien kynnykselle ja sen eteläpuolelle tulee suunnata vedenoton lisäksi myös raakaveden imeytystä. Ilman tätä muodostuu Taustialantien kynnyksen eteläpuolelle liian suuria alenemia. Kokeessa käytetyn imeytysalueen rooli muuttuu siten, että sen imeytyskapasiteettia voidaan huomattavasti pienentää aiemmin suunnitellusta, mikä entisestään varmistaa sen, ettei Kinnalan vedenottamon suuntaan virtaa tekopohjavettä. Sijoittamalla vedenotto- ja imeytysalueita pohjaveden virtaussuunnassa peräkkäin, pystytään aikaansaamaan käänteisiä gradientteja. Tämä mahdollistaa yksisuuntaista systeemiä pidempiä viipymäaikoja ja suuremmat virtaamat vastaavan laajuisella alueella. Viipymät tulevat mallisimulointien mukaan olemaan 6 – 10 viikkoa vaihdellen hieman eri vedenottoalueilla.

Vantaalla, 30. maaliskuuta 2011

Pöyry Finland Oy