

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

1 JOHDANTO	1
2 POHJAVEDEN HANKINTA SUOMEN OLOSUHTEISSA	6
2.1 Kunnallinen vesihuolto Suomessa	6
2.1.1 Vesihuoltolaki	7
2.1.2 Vedenkulutus eri tahoilla	8
2.2 Suomen pohjavesiolot	9
2.2.1 Pohjavesi	10
2.2.2 Suomen maaperä ja erilaisten jäätikkösyntyisten maalajien ja muodostumien vaikutus pohjaveden esiintymiseen	12
2.2.3 Pohjaveden laatu ja siihen vaikuttavat tekijät	13
2.3 Pohjavesialueiden kartoitus ja luokitus	14
2.3.1 Tausta ja tavoitteet	15
2.3.2 Pohjavesialuekartat ja -selostukset	16
2.3.3 Pohjavesialueiden luokat	16
2.4 Pohjavesiä koskeva lainsäädäntö	17
2.4.1 Vesi- ja ympäristönsuojelulaki	18
2.4.2 Muu pohjavesiä koskeva lainsäädäntö	20
3 ESIINTYMÄKOHTAINEN POHJAVESITUTKIMUS	23
3.1 Tutkimuksen tarve ja käynnistys	24
3.2 Tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet	25
3.3 Konsulttien kilpailutus	26
3.4 Ympäristövaikutusten arviointimenettely	28
3.5 Kartta-, ilmakuva- ja maastotarkastelu	30
3.6 Luontoarvoselvitys	32
3.7 Geofysikaaliset tutkimukset	32
3.7.1 Geofysikaaliset matalalentomittaukset ja painovoimamittaukset	33
3.7.2 Sähköiset ja sähkömagneettiset menetelmät	33
3.7.3 Seisminen refraktioluotaus	35

3.8	Maaperätutkimukset, tarkoitus ja menetelmät	36
3.9	Havaintoputkiverkosto sekä pohjaveden korkeuden ja laadun määrittäminen ennen koepumppauksia	38
3.10	Koepumppaukset	41
3.10.1	Koekaivon paikan valinta	42
3.10.2	Koepumppausmenetelmät	43
3.10.3	Koepumppauksen suoritus	44
3.10.4	Pohjavesimallinnus	45
4	POHJAVEDEN HANKINTAA KOSKEVAT LUVAT	47
4.1	Tutkimus- ja koepumppauslupa	47
4.2	Pohjaveden ottolupa	48
4.2.1	Luvan edellytykset ja määräykset	48
4.2.2	Lupahakemusmenettely	50
4.2.3	Lupamenettely	54
4.3	Vesijohtolinjojen rakentamislupa	54
4.4	Vedenottamon suoja-alue ja pohjavesialueen suojeleminen	55
5	POHJAVESIHANKKEEN KESTO JA AIKATAULU	59
5.1	Esiselvitysvaihe	60
5.2	Maastotyövaihe	60
5.3	Alustavat koepumppaukset ja esitarkkailu	61
5.4	Koepumppausvaihe	61
5.5	Vedenottolupa ja suojeleminen	62
6	POHJAVESIHANKKEEN KUSTANNUSTEN MUODOSTUMINEN	64
6.1	Työ- ja matkakustannukset	65
6.2	Materiaalikulut sekä laitteiden hankinta- ja käyttökustannukset	65
6.3	Korvaukset ja muut kustannukset	67
7	ESIMERKKI: PAAVONLAMMEN POHJAVESIHANKE	68
7.1	Pohjavesihankkeen tausta ja tavoite	68
7.2	Paikalliset pohjavesiolot	69

7.3	Kenttätutkimukset ja alustavat koepumppaukset	70
7.3.1	Alustavat koepumppaukset koepumppauspaikkojen vedenjohtavuuden määrittämiseksi.....	71
7.3.2	Tutkimussuunnitelma	72
7.3.3	Tarkkailuohjelmat ja muut tarvittavat selvitykset.....	73
7.4	Koepumppaukset siiviläputkikaivoista	76
7.5	Lupa-asiat	80
7.6	Hankkeen kustannukset ja aikataulu	81
7.7	Kokemukset hankkeesta	83
8	POHDINTA.....	85
9	YHTEENVETO	88
	LÄHDELUETTELO	91
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Pohjaveden käyttö yhdyskuntien vesihuollossa on lisääntynyt viimeisen 50 vuoden aikana huomattavasti. Kun 1950-luvulla vain 15 % käytetystä vedestä oli pohjavettä, oli pohjaveden ja tekopohjaveden osuus yhdyskuntien vesilaitosten jakamasta vedestä vuonna 1998 jo noin 59 % (Soveri et al. 2001). On arvioitu, että vuoteen 2010 mennessä 70 % vesilaitosten jakamasta vedestä olisi pohjavettä (Saviranta & Vikman 1990). Pohjavettä pidetään yleisesti pintavettä parempana vaihtoehtona yhdyskuntien vedenhankinnassa sen raikkaan maun ja tasalaatuisuuden vuoksi (Britschgi & Gustafsson 1996).

Yhdyskuntien vesihuollon tavoitteena tulisi olla häiriötön vedenjakelu ja hankinta. Yksi tätä tavoitetta edistävä toimenpide on siirtyminen pintaveden otosta pohjaveden käyttöön. Tällöin raakaveden käsittelytarve vähenee ja vesivarastojen suojelumahdollisuudet ovat paremmat. Edellä mainitun lisäksi häiriötöntä vedenjakelua edistää vedenhankinnan hajauttaminen siten, että vesilaitos ottaa raakavetensä useammasta eri pohjavesialueilla sijaitsevasta vedenottamosta. Ongelmaksi voivat muodostua saatavan veden määrä ja pohjavesialueen sijainti kaukana käyttöpaikasta. (Britschgi & Gustafsson 1996)

Jos vedenkulutusennusteet osoittavat yhdyskunnan vedentarpeen kasvavan niin paljon, että jo olemassa olevilla vedenottamoilla ei voida tuvallisesti tyydyttää tätä tarvetta, tai jos tavoitteena on vedenhankinnan hajauttaminen, täytyy harkita uuden pohjavesialueen käyttöönottoa ja pohjavedenottamon rakentamista. Tällöin tulevat eteen kysymykset ottamoiden sijoittamisesta ja siitä, miten paljon vettä on mahdollista saada. Samalla edellytetään, että ympäristö ei kärsi oleellisesti mahdollisesta vedenotosta. Voidaan kohtuudella sanoa, että uuden pohjavedenottamon tutkimus- ja rakentamistyö on melko aikaa vievä ja pitkä prosessi, mikä riippuu kuitenkin myös siitä, millaiselta alueelta vettä aiotaan ottaa. Hyvin vaihteleva maaperä ja lukuisat lammet vaikeuttavat alueen mallintamista ja tiedon saamista siitä, mihin suuntaan pohjavedet virtaavat alueella. Myös erityiset luontokohteet kuten suot, harjut, lammet ja lähteet vaativat selvityksen niiden luontoarvoista ja mahdollisista alueella esiintyvistä harvinaisista kasvilajeista.

Pohjaveden muodostumista säätelevät niin sadanta, haihdunta kuin maamme geologiset olotkin. Suurin osa Suomen maaperästä on muodostunut heikosti vettä läpäisevistä

savikoista ja moreenikerrostumista. Maamme parhaat pohjavesivarastot sijoittuvatkin siten harjuihin ja erilaisiin sorakerrostumiin, jotka ovat muodostuneet jääkauden aikana. Erityisesti Salpausselkien alueella on runsaasti pohjavesialueita. Koko maan pohjavesivarojen antoisuudeksi on arvioitu noin 5 milj. m³ vuorokaudessa. (Korkka-Niemi & Salonen 1996) Tästä määrästä käytettiin 1990-luvun lopussa vain noin 0,7 milj. m³ vuorokaudessa (Soveri et al. 2001).

Suomessa on kartoitettu noin 7000 yksittäistä pohjavesialuetta lähes 30 vuoden työn tuloksena. Kartoituksesta on vastannut ympäristöhallinto (aiemmin 1.7.1970-30.9.1986 vesihallinto ja 1.10.1986-28.2.1995 vesi- ja ympäristöhallinto). Aikaisempia kartoituksia täydentämään aloitettiin vuonna 1988 "Pohjavesialueiden kartoitus ja luokitus" –projekti, jolla pyrittiin lisäämään tietoa pohjavesialueiden sijainnista ja laadusta. Tämän työn tuloksena käytössämme on maanlaajuinen pohjavesitietojärjestelmä. Pohjavesialueet on jaettu kolmeen luokkaan (Britschgi et al. 1991):

- I** Vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue
- II** Vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue
- III** Muu pohjavesialue

Edellä mainitussa "Pohjavesialueiden kartoitus- ja luokitus" –projektissa kerättyjen tietojen mukaan luokkaan I kuuluvia pohjavesialueita on maassamme 2226, luokkaan II kuuluvia 1300 ja luokkaan III kuuluvia 3615 kpl. Luokkaan III kuuluvat alueet pyritään tutkimaan siten, että ne joko siirretään I tai II luokkaan tai poistetaan kokonaan luokituksesta.

Pohjavesien suojelusta säädetään vesilaissa (264/1961) ja ympäristönsuojelulaissa (86/2000) pohjaveden muuttamiskiellon (VL 1:18) ja pohjaveden pilaamiskiellon (YsL 1:8) muodossa. Myös jäte-, maa-aines- ja kemikaalilaki sekä maankäyttö- ja rakennuslaki sisältävät määräyksiä koskien pohjavesien suojelua. EU:n uusi vesipuitedirektiivi (2000/60/EY) määrää osaltaan pohjavesien suojelusta.

Pohjavesitutkimuksella on Suomessa pitkät perinteet ja vuosien kuluessa on siten saatu paljon asiantuntemusta ja kokemusta pohjavesien käyttäytymisen ennakoinnissa.

Pohjavesialueen tutkiminen on monivaiheinen prosessi, jossa kenttätutkimukset luovat pohjan varsinaisille koepumppauksille ja tuotantokaivojen rakentamiselle, sekä yleisesti alueen hydrogeologian määrittämiseksi. Tutkimukset tehdään usein yhteistyössä alueellisen ympäristökeskuksen, vesilaitoksen ja muiden mahdollisten asiantuntijoiden kanssa. Maanomistajille ja alueen asukkaille tulee tiedottaa hankkeesta ja hankkia maanomistajilta tarvittavat luvat esimerkiksi kairausten suorittamiselle, havaintoputkien asentamiselle, mittapatojen ja koekaivojen rakentamiselle sekä muille alueella tehtäville toimenpiteille. Konsulttiehdokkaiden kilpailuttaminen kuuluu osana pohjavesihankkeeseen, koska yleensä pohjavesitutkimus tai sen osa annetaan konsultin tehtäväksi.

Pohjavesialueella tulee suorittaa kattava selvitys hankkeen ympäristövaikutuksista. Ennen koepumppauksia selvitetään alueen pohjavesien, vesistöjen, kosteikkojen, soiden ja lähteiden luonnontila, mikä vaatii pitkäaikaisen seurantaohjelman suorittamisen. Jos alueelta poispumpattava vesimäärä ylittää 3 miljoonaa m³ vuodessa, täytyy alueella tehdä lakisääteinen ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA), mikä osaltaan lisää hankkeen kustannuksia ja siihen kuluvaan aikaan (Asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (268/1999)). Koepumppausten aikaisella seurannalla pyritään selvittämään pohjaveden pinnan aleneman vaikutukset edellä mainittuihin kohteisiin, sekä se millainen määrä vettä voidaan jatkossa pumpata verkostoon vaarantamatta liiallisesti alueen luonnontilaa.

Kenttätutkimukset, joiden tarkoituksena on paikantaa vettä johtavat maakerrokset, määrittää pohjaveden pinnankorkeus ja maaperän vedenläpäisevyys sekä selvittää saatavan veden määrä ja laatu, koostuvat maasto- ja karttatarkastelusta, geofysikaalisista tutkimuksista, kairauksista, havaintoputkien asentamisesta sekä lampien ja pohjaveden pinnankorkeuksien jatkuvasta seurannasta. Geofysikaalisten tutkimusten ja kairauksien perusteella alueelle voidaan myös luoda alustava rakennemalli, jossa näkyvät esimerkiksi maalajit ja kerrospaksuudet, sekä kalliopinnan taso ja mahdolliset kalliokynnykset, jotka voivat ohjata pohjaveden liikettä. Kairauksista, havaintoputkien asentamisesta ja koepumppauksista on hyvä neuvotella etukäteen maanomistajien kanssa, jotta vältettäisiin mahdolliset ristiriidat.

Kenttätutkimusten jälkeen luodaan tietokoneella laskentamalli alueen pohjavesien virtaussuunnista ja –tasoista. Malli kalibroidaan havaintoputkista mitattujen pohjaveden pinnankorkeuksien ja koepumppauksen aikana saatujen tulosten perusteella. Valmiilla laskentamallilla simuloidaan pohjaveden käyttäytymistä erilaisissa kuormitustilanteissa. Edellä mainitut toimenpiteet tekee yleensä konsultti, jolla on tarvittavat laitteistot ja asiantuntemus kyseisistä toimenpiteistä.

Kenttätutkimusten perusteella valittuihin paikkoihin rakennetaan koekaivot. Kaivoista suoritetaan 2-8 kuukautta kestävä koepumppaus pohjavesiesiintymän antoisuuden ja kuormituskestävyyden määrittämiseksi ja veden laadun selvittämiseksi (Vesiyhdistys 1984). Samanaikaisesti alueen pohjaveden ja lampien pinnankorkeuksia sekä purojen ja ojien virtaamia tarkkaillaan mahdollisten ympäristölle aiheutuvien haitallisten vaikutusten havaitsemiseksi.

Pohjaveden ottolupaa haetaan ympäristölupavirastolta vasta sitten kun on todettu, että alueelta on mahdollista saada pohjavettä tarvittava määrä, ja kun ollaan siinä vaiheessa, että vedenottamon rakentaminen tulee ajankohtaiseksi. Lupa tarvitaan aina kun on tarkoitus ottaa vettä yli 250 m³ vuorokaudessa ja kun pohjavettä otetaan toisen maalta tilanteessa, jossa maanomistaja ei anna siihen suostumustansa. Jos otettava vesimäärä on alle 250 m³ vuorokaudessa, mutta vedenotosta aiheutuu pohjaveden muuttamiskiellossa määriteltyjä haitallisia vaikutuksia, on lupa tällöin haettava. Luvan saaminen edellyttää, että toimenpiteestä saatava hyöty on siitä aiheutuvaa vahinkoa, haittaa ja muuta edunmenetystä huomattavasti suurempi. (Koskinen & Waris 2000)

Kun uuden pohjavesihankkeen aloittamista harkitaan, tulee ottaa huomioon se, että kyseessä on prosessi, joka voi kestää jopa useita vuosia. Aikaa tulee varata alustaviin selvityksiin, tutkimuksiin, koepumppauksiin, ympäristön seurantaan ja lupa-asioiden käsittelemiseen. On myös huomioitava, että näin suuren hankkeen aikana voi tulla monia odottamattomia viivytyksiä ja yllätyksiä, joihin ei ehkä ole varauduttu.

Pohjavesihankkeen kustannukset koostuvat lähinnä tutkimus- ja koepumppausmenoista, sekä siirtojohtojen rakentamisesta. Ympäristövaikutusten seuraamiseksi ja havaitsemiseksi

on pohjavesialueella suoritettava vedenkorkeus- ja virtaamamittauksia säännöllisin väliajoin, mikä osaltaan sitoo henkilöstöä ja lisää matkakuluja.

Tässä diplomityössä käydään läpi koko prosessi pohjavesialueluokituksesta ja yhdyskunnan vedentarpeen määrittämisestä aina vedenottamon rakentamispäätökseen asti. Tarkoituksena on tehdä opas, jonka perusteella on helppo ryhtyä toteuttamaan uuden pohjavedenottamon tutkimus- ja rakentamistyötä. Esimerkkinä käytetään Joensuun Veden, Kiihtelysvaaran kunnan, Pyhäselän kunnan ja Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen toteuttamaa hanketta Kiihtelysvaaran kunnan alueella sijaitsevan Paavonlammen alueen käyttöönottamiseksi ja uuden vedenottamon rakentamiseksi. Tarkoituksena on myös selvittää pohjavesihankkeiden kustannusrakenne ja hankkeen kestoon vaikuttavat tekijät, sekä pohtia asioita, jotka on hyvä ottaa huomioon aloitettaessa hanketta ja hankkeen aikana.

2 POHJAVEDEN HANKINTA SUOMEN OLOSUHTEISSA

Pohjavesi on jäätiköiden jälkeen maapallon suurin makean veden varasto. Pohjavettä arvioidaan olevan noin sata kertaa enemmän kuin järvi- ja jokivettä. Silti maapallon vesivaroista pohjavesi muodostaa vain n. 0,6 % ja tästä määrästä vain n. 7 % osallistuu hydrologiseen kiertokulkuun (Soveri et al. 2001).

Suomessa käytettiin vettä eri tarkoituksiin noin 1 780 miljoonaa m³ vuonna 1996. Teollisuus käyttää merivettä lähinnä prosessien eri vaiheissa jäähdytykseen, pinta- ja pohjavettä käytetään talousvetenä ja makeaa vettä tarvitsevilla teollisuuslaitoksissa (Etelämäki 1999). Pohjaveden osuus talousvedestä on kasvanut vähitellen ja on arvioitu, että vuoteen 2010 mennessä pohja- ja tekopohjaveden osuus kasvaisi n. 70 %:iin (Saviranta & Vikman 1990).

Sadannan perusteella Suomen pohjavesiolot ovat erinomaiset, mutta maaperän rikkonaisuus ja vaihtelevuus rajoittavat pohjavesiesiintymien kokoa ja sijaintia. Laadultaan pohjavesi on hyvää vaikkakin maan eri alueiden välillä voidaan havaita eroja veden laadussa, johtuen pääasiassa maa-aineksen koostumuseroista (Mustonen 1986).

Lainsäädäntöä on uudistettu viimeksi vuonna 2001. Näillä uudistuksilla on pyritty parantamaan ympäristön ja sitä kautta myös pohjaveden likaantumisen estämismahdollisuuksia ja turvaamaan niiden hyvä laatu.

2.1 Kunnallinen vesihuolto Suomessa

Puhtaan veden saaminen on aina ollut ihmisille tärkeää. Teollistumisen aiheuttaman väestönkasvun ja –keskittymisen myötä tuli vedenhankinnassa tarpeelliseksi keskitettyjen järjestelmien rakentaminen sekä juomaveden bakteriologisen puhtauden turvaaminen. Pohjoismaissa lisäponnista keskitettyjen järjestelmien rakentamiselle antoi tarve tehostaa palontorjuntaa kaupungeissa. Vasta 1950-luvulla vesihuoltopalveluiden alueellinen laajentaminen kiihtyi ja valtion varoista ryhdyttiin myöntämään lainoja vesijohto- ja viemäriverkostojen rakentamiselle maaseudulle. Pohjavesien käyttö tehostui myös 1950-luvulla. Pohjavesiesiintymien paikantaminen oli entistä tarkempaa ja lisääntynyt tieto

esiintymistä osoitti pohjavesien laajat hyödyntämismahdollisuudet. Uusien putkimateriaalien kehityksen myötä pohjavesi oli myös helpompaa johtaa kaukaisiltakin alueilta asutuskeskuksiin. Vuonna 1970 perustettiin vesihallitus vesiasioiden keskitettyä hallintoa varten. (Saviranta & Vikman 1990)

2.1.1 Vesihuoltolaki

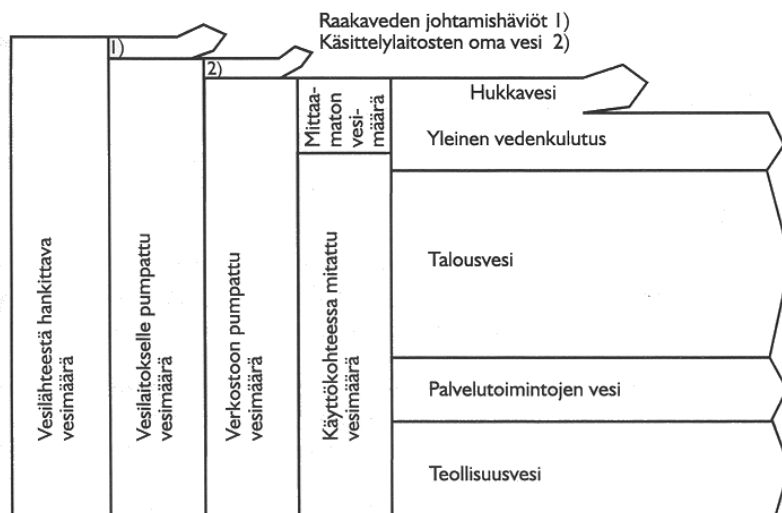
Uusi vesihuoltolaki (119/2001) ja vesihuoltolainsäädännön uudistus tuli voimaan 1.3.2001. Vesihuolto nähdään tällöin enemmänkin välttämättömyyspalveluna kuin kunnallistekniikkana ja samalla uudistus heijastaa murrosta, joka on meneillään vesihuoltolaitostoiminnassa. Nykyisin kunnat ovat kiinnostuneita palvelujensa liikelaitostamisesta ja yhtiöittämisestä, mikä tarkoittaa laitosten toiminnan muuttumista entistä yritysmäisemmäksi. Vesihuoltolakia sovelletaan kaikkiin yhdyskunnan vesihuollosta huolehtiviin laitoksiin, mikä tarkoittaa että myös maaseudun vesiosuuskunnat kuuluvat uuden lain piiriin.

Lain mukaan kunta vastaa vesihuollon yleisestä kehittämisestä ja järjestämisestä, vesihuoltolaitos palvelujen järjestämisestä ja veden toimittamisesta sille määrättyllä toiminta-alueella sekä kiinteistön omistaja kiinteistönsä vesihuollosta. Kunnan on ryhdyttävä toimenpiteisiin jos suurehkon asukasjoukon tarpeet tai terveydelliset syyt vaativat uuden vesihuoltolaitoksen perustamista, vesihuoltolaitoksen toiminta-alueen laajentamista tai muuta vesihuollon palvelun turvaamista. Kunnan on myös yhteistyössä alueen vesihuoltolaitosten kanssa laadittava alueen kattavat vesihuollon kehittämissuunnitelmat sekä osallistuttava vesihuollon alueelliseen yleissuunnitteluun. Tällä tarkoitetaan usean kunnan kattavaa vesihuollon yleissuunnittelua, jota kunnat tekevät yhteistyössä alueellisten ympäristökeskusten ja maakunnan liiton kanssa. Tavoitteina yleissuunnittelussa ovat suurten vesiensuojeluongelmien ratkaiseminen, vesihuoltolaitosten toimintavarmuuden parantaminen, vesihuollon taloudellisuuden lisääminen, vesihuoltopalveluiden kehittäminen ja vesihuollon huomioonottaminen maakunta- ja yleiskaavoissa (Vikman & Santala 2001). Vesihuoltolaitoksen huolehtimisvelvollisuus sisältää jakeluverkoston rakentamisen ja ylläpitämisen sekä talousveden toimittamisen. Vesihuoltolaitoksella on myös velvollisuus huolehtia siitä, että sen jakama vesi täyttää terveydensuojelulain määräykset. (Tolvanen et al. 2002)

2.1.2 Vedenkulutus eri tahoilla

Suomessa pumpattiin vettä eri käyttötarkoituksiin vuonna 1996 yhteensä 1 780 miljoonaa m³. Meriveden, jota käytetään vain teollisuuden jäähdytystarkoituksiin, osuus em. määrästä oli n. 68 %. Suomessa oli vuonna 1999 1319 vesilaitosta, joilla oli yhteensä 1940 vedenottamoita. Vesijohtoverkkoon liittyneiden henkilöiden määrä vuonna 1996 oli 4,5 miljoonaa. Vedenottamoista yhteensä pumpattu vesimäärä oli n. 406 miljoonaa m³. Pintaveden kulutus vuonna 1999 oli n. 167 miljoonaa m³ ja pohjaveden ja tekopohjaveden kulutus 239 miljoonaa m³. Pohja- ja tekopohjaveden kulutuksen on ennustettu kasvavan n. 10 miljoonaa m³ vuoteen 2001 mennessä. Pohjaveden ja tekopohjaveden osuus kuluttajille toimitetusta talousvedestä oli 1999 noin 59 %. Veden keskipöytäkulutus vuonna 1999 oli n. 1,1 miljoonaa m³/vrk, josta teollisuuden osuus oli n. 0,1 miljoonaa m³/vrk. (Lapinlampi & Raassina 2002) Keskimääräinen vedenkulutus asukasta kohden oli vuonna 1996 arvioiden mukaan n. 155 l/vrk. Vedenkulutuksen suhteellinen painopiste vuosien 1985-1996 aikana on siirtynyt siten, että teollisuuden vedenkulutuksen pieneneminen sen vedenoton siirtyessä pois kunnallisilta vesilaitoksilta lisää talousveden kulutuksen suhteellista osuutta. Yleisen kulutuksen ja palvelutoimintojen osuus vedenkulutuksesta ei ole juurikaan muuttunut. (Etelämäki 1999)

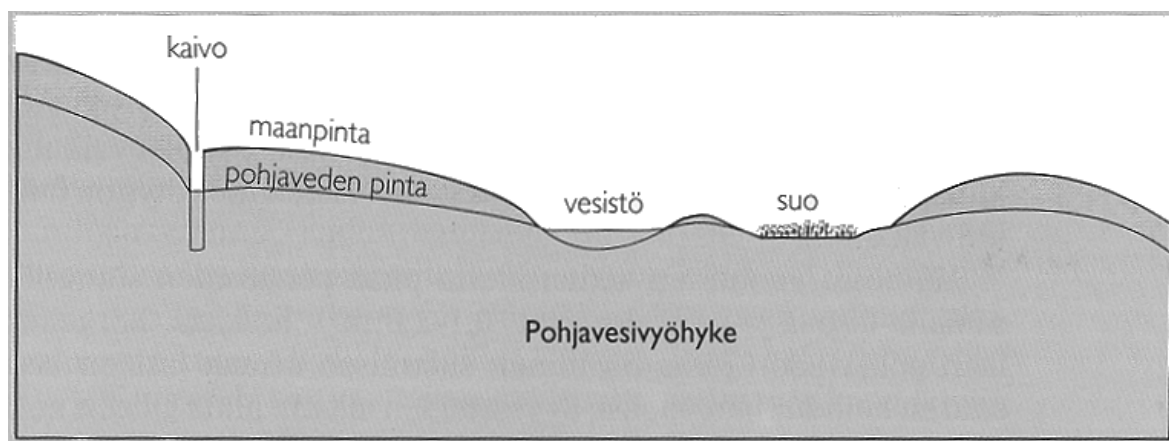
Suomessa makean veden kulutuksesta voidaan erottaa kuusi pääkulutuskohdetta (Kuva 1). Raakaveden johtamishäviöt ovat pieniä verrattuna veden kokonaiskulutukseen, samoin käsittelylaitosten oma vedenkulutus muodostaa vain murto-osan kokonaiskulutuksesta. Yleinen vedenkulutus on pääosin kulutusta johon sisältyvät hukkavesi, mittarivirheet, sammutusvedet, katujen pesuvedet ja puistojen kastelu sekä esimerkiksi luistinratojen jäädytysvedet. Talousveden kulutus tarkoittaa kotitalouksien käyttämää vettä. Palvelutoimintojen käyttämä vesi kuluu erilaisten palvelujen tuottamiseen. Teollisuus tarvitsee vettä lähinnä prosessiensa ylläpitoon. (Etelämäki 1999)



Kuva 1. Makean veden kuusi pääkulutuskohdetta (Etelämäki 1999).

2.2 Suomen pohjavesiolot

Suomen olosuhteissa pohjavettä muodostuu kaikkialla. Maaperän geologiset tekijät säätelevät sadeveden imeytymistä maahan ja siten pohjaveden alueellista saatavuutta. Aiemmin kuviteltiin pohjaveden muodostavan maaperässä eräänlaisia ”vesisuonia”, mutta todellisuudessa pohjavesiesiintymät mukailevat maan pinnanmuotoja ja rajoittuvat erilaisiin kalliokynnyksiin ja huonosti vettä johtaviin kerrostumiin (Kuva 2).



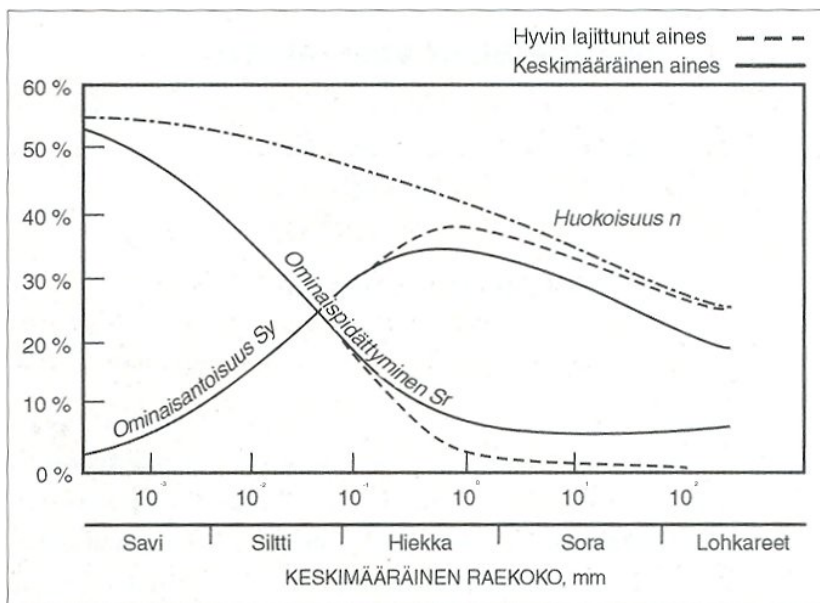
Kuva 2. Pohjaveden pinta mukailee väljästi maan pinnanmuotoja (Korkka-Niemi & Salonen 1996).

Jääkauden jälkeensä jättämät sora- ja hiekkamuodostumat ovat parhaita pohjaveden muodostumis- ja varastoitusalueita. Ominaista Suomen pohjavesiesiintymille on niiden alueellinen rikkonaisuus ja vaihtelevuus. Pohjavesiemme kokonaistuotoksi on arvioitu noin

5 miljoonaa m^3/vrk . (Korkka-Niemi & Salonen 1996) Viive sadannan ja pohjaveden muodostumisen välillä saattaa olla Suomen vaihtelevissa olosuhteissa muutamasta vuorokaudesta vuosiin (Soveri et al. 2001).

2.2.1 Pohjavesi

Kun vesi vajoaa maaperässä alaspäin ja kohtaa vettäläpäisemättömän kerroksen, muodostuu vesikerros, joka täyttää geologisen väliaineen huokostilat. Tällä tavoin muodostunutta vettä kutsutaan pohjavedeksi ja sen muodostamaa vyöhykettä pohjavesivyöhykkeeksi. Huokostilojen tyypit vaihtelevat eri maalajien rakenteen mukaan. Maalajin kokonaishuokoisuus määritellään kaiken huokostilan täyttäneen veden määränä tilavuusyksikköä kohti. Osa huokostiloissa olevasta vedestä on vapaata, gravitaation vaikutuksesta liikkuvaa vettä, osa taas on sitoutunut eri tavoin ympäröivään maannokseen. Kyseessä olevan väliaineen ominaisantoisuus määritellään siitä painovoiman vaikutuksesta poistuvan veden määränä, ja ominaispidättyminen väliaineeseen jäljelle jäävän veden määränä. Mitä hienompaa maa-aines on sitä suurempi on sen ominaispidättyminen. (Mustonen 1986) Kuvassa 3 on esitetty kokonaishuokoisuuden, ominaisantoisuuden ja ominaispidättyminen suhteet eri maalajeissa. Kuvasta havaitaan, että hiekka ja sora ovat pohjaveden hankinnan kannalta parhaat maalajit suuren ominaisantoisuuden ja pienen ominaispidättyksen perusteella.



Kuva 3. Eri maalajien huokoisuus, ominaisantoisuus ja ominaispidättyminen (Mälkki 1999).

Pohjavedenpinta asettuu sille tasolle, jolla veden paine on yhtä suuri kuin vapaan ilman paine samalla tasolla. Jos kapillaarivoimat vaikuttavat merkittävästi, on vedellä kyllästyneen vyöhykkeen taso ylempänä kuin varsinainen pohjaveden taso. Vuodenaikojen mukaan Suomen olosuhteissa voidaan erottaa kaksi vaihetta, jolloin pohjaveden pinta on ylimmillään. Nämä huiput ajoittuvat kevätulannan ja syysateiden kohdille. Kuivina kausina pohjaveden pinta laskee vesien purkautuessa lähteisiin ja vesistöihin. (Mustonen 1986)

Pohjaveden määrä riippuu alueellisista hydrologisista ja geologisista tekijöistä. Paikoissa, joissa maaperän läpäisevyys on hyvä ja sadanta runsasta, voi pohjavettä muodostua sadannan määrästä 60-70 %. Tämä on ominaista esimerkiksi eteläsuomalaiselle hiekka-alueelle. Moreenimailla normaali pohjaveden muodostumismäärä on vain noin 10-20 %. Hyvin tiiviissä maalajeissa esim. savessa ja hiesussa suurin osa vedestä poistuu pintavaluntana ja haihtumalla, jolloin muodostuvan pohjaveden määrä jää hyvin pieneksi. Suoalueilla turpeeseen imeytyy sadannasta keskimäärin 80-90 %, mutta haihtumisen ollessa suurta pohjavesivalunnan osuudeksi jää vain n. 30-40 %. (Mustonen 1986) Yhteensä koko Suomen uusiutuvaksi pohjavesimääräksi voidaan arvioida noin 2 km³/a (Niini & Niini 1995).

Pohjavesimuodostumaa, jossa on runsaasti saatavilla olevaa vettä ja sen virtaus on helppoa sanotaan akviferiksi (Niini & Niini 1995). Akviferi voi olla joko vapaa tai paineellinen. Vapaassa akviferissa pohjaveden pinta rajoittuu ilman täyttämään vettä johtavaan kerrokseen. Paineellisessa akviferissa, jota voidaan kutsua myös salpa-akviferiksi, pohjavedenpinnan taso rajoittuu tiiviiseen vettä läpäisemättömään kerrokseen. Kun tähän vettä läpäisemättömään kerrokseen porataan reikä, nousee vedenpinta sen pietsometriselle tasolle, joka saattaa joskus olla jopa maanpinnan yläpuolella. Tällöin akviferia kutsutaan artesiseksi. (Mustonen 1986) Akviferin varastokerrointa käytetään pohjavesivarojen arvioinnissa. Varastokerroin ilmaisee akviferiin varastoituvan vesimäärän ja vastaavien vesipintojen muutoksen riippuvuussuhteen (Korkka-Niemi & Salonen 1996). Tärkein akviferista saatavaan pohjaveden määrään vaikuttava tekijä on tehokkaan imeytymisalueen ja koko valuma-alueen laajuus (Pönkkä 1981).

Pohjaveden muodostumisalueeksi sanotaan sitä aluetta, jolta sade- ja pintavedet kerääntyvät muodostaen pohjavesialtaan. Pohjavedenjakajat erottavat pohjavesialtaat toisistaan ja näiden jakajien tunteminen on tärkeää suunniteltaessa pohjaveden ottoa alueelta. Joskus kallioselänteet jakavat suuren glasifluviaalisen esiintymän niin pieniin osiin, että pohjaveden otto on hyvin hankalaa (Pönkkä 1981). Pohjavesiallas on akviferia laajempi käsite, koska pohjavesiallas voi sisältää useita toisiinsa yhteydessä olevia akvifereja. (Korkka-Niemi & Salonen 1996)

Pohjaveden virtaussuuntien tunteminen on tärkeää pohjaveden oton kannalta. Koska pohjaveden pinta ja samalla pohjaveden virtaus on yleensä lähes vaakasuoraa, ovat pohjaveden korkeuskäyrät samalla ekvipotentiaalipintoja. Tällöin veden virtaussuunta on kohtisuorassa ekvipotentiaalipintaan nähden. Pohjaveden pintojen ja virtaussuuntien määrittäminen on työlästä, koska suurin osa pohjavesivarastoista on anisotrooppisia ja virtausominaisuudet vaihtelevat eri suunnissa. On havaittu, että pohjaveden virtaus tapahtuu pääasiallisesti niitä maakerroksia pitkin, joilla on parhaat hydrauliset yhteydet, eikä niitä joiden vedenjohtavuus on paras mahdollinen (Reijonen 2001). (Korkka-Niemi & Salonen 1996)

2.2.2 Suomen maaperä ja erilaisten jäätikkösyntyisten maalajien ja muodostumien vaikutus pohjaveden esiintymiseen

Viimeisen jäätiköitymisen aikana mannerjää vei mukanaan vanhat maalajit ja kallioperän rapautumiskuoren. Sen vuoksi lähes kaikkialla on kvartaarikauden aikaisten maalajien alla kova kallio. Erilaisissa oloissa syntyneiden maalajien esiintyminen eri puolilla Suomea vaikuttaa myös pohjavesien muodostumiseen. Erityisesti sub- ja supra-akvaattisen eli Itämeren eri vaiheiden aikana veden peittämän ja veden yläpuolisen maan raja erottaa erityyppiset maalajit toisistaan. Supra-akvaattisten alueiden harjut ja glasifluviaaliset muodostumat ovat yleensä pieniä verrattuna sub-akvaattisten alueiden harjuihin ja reunamuodostumiin, joissa sijaitsevat maamme suurimmat pohjavesiesiintymät. Supra-akvaattiset alueet sijoittuvat pääasiassa Keski-, Itä- ja Pohjois-Suomeen. (Backman et al. 1999)

Moreenimaat ovat yleisin maaperän kerrostumatyyppi ja ne peittävät 48,2 % Suomen maa-alasta (Taipale & Saarnisto 1991). Moreeni koostuu lajittumattomasta maa-aineksesta;

suurista kivistä aina hyvin pieniin hiukkasiin saakka. Mitä enemmän moreenissa on hienoainesta, sitä huonommin se johtaa vettä. Hyödyntämiskelpoisia pohjavesiesiintymiä voi olla osittain lajittuneissa kumpumoreeneissa tai drumliineissa. (Korkka-Niemi & Salonen 1996).

Maamme parhaat pohjavesiesiintymät ovat hiekka- ja sorakerrostumissa, koska sadeveden imeytyminen ja varastoituminen näihin maalajeihin on tehokasta (Backman et al. 1999). Jäätikkökjokikerrostumat eli harjut ja osa reunamuodostumista muodostavat maamme tärkeimmät sora- ja hiekkaesiintymät ja ne peittävät noin 7 % maa-alasta (Taipale & Saarnisto 1991). Harjut ovat sub-akvaattisilla alueilla korkeita, kapeita ja niiden juuriosia peittävät myöhemmin syntyneet hienojakoiset ainekset. Harjut ovat maamme tärkeimpiä pohjavesien muodostumis- ja esiintymisalueita (Pönkkä 1981). Harjuista rakenteellisesti poikkeavat reunamuodostumat ovat syntyneet jäätikkökjokien suulle ja jään reunan purkautumisalueelle. Merkittävimmät reunamuodostumat maassamme ovat Salpausselät, joissa on myös suurimmat pohjavesivarastot. Nämä esiintymät ovat laajoja, epäyhtenäisiä ja niiden kerrospaksuudet saattavat olla jopa 100 metriä (Pönkkä 1981).

2.2.3 Pohjaveden laatu ja siihen vaikuttavat tekijät

Pohjavesien paikallinen ja alueellinen laadunvaihtelu voi olla hyvinkin suurta (Mustonen 1986). Backman et al. (1999) mukaan pohjaveden laatuun vaikuttavat tekijät voidaan jakaa ilmastollisiin, geologisiin, merellisiin ja ihmisen toiminnasta johtuviin tekijöihin.

Ilmastollisia tekijöitä ovat kuiva- ja märkälasseuma sekä sateisuus. Kuiva- ja märkälasseuman mukana maaperään tulee aineksia, jotka vaikuttavat pohjavesiin. Niistä tärkeimmät ovat rikki- ja typpiyhdisteet (SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+) sekä kloridi, natrium ja magnesium. Sateisuus vaikuttaa vajoveden laatuun. Kuivana kesänä yhdisteet rikastuvat maan pintaosaan, joista ne sateiden mukana imeytyvät pohjavesiin. (Backman et al. 1999)

Pohjavesiin vaikuttavia geologisia tekijöitä on useita. Niitä ovat esimerkiksi monimutkaiset rapautumisprosessit, maalajien kerrosrakenne, mineraali- ja kivilajikoostumus, kallion rikkonaisuus ja maalajien rakeisuus. Pohjaveden viipymä maaperässä vaikuttaa siihen, kuinka paljon yhdisteitä veteen ehtii liueta (Korkka-Niemi & Salonen 1996). Ainesmäärien pitoisuudet eivät juurikaan poikkea toisistaan sora-, hiekka- ja moreenikerrostumissa,

mutta savi- ja silttikerrostumien yhteydessä pitoisuudet voivat kohota moninkertaisiksi. Pääosa liuenneista aineista on peräisin rapautumisprosesseista. Eniten aineksia liukenee vesiin helposti rapautuvista, korkeissa lämpötiloissa kiteytyneistä mineraaleista (Korkka-Niemi & Salonen 1996). Yleisimpiä ovat bikarbonaatti HCO_3^- , SO_4^{2-} , SiO_2 , F^- , Ca, Mg, Na, K, As, U ja Rn. Myös rautaa, mangaania ja alumiinia liukenee pohjavesiin. Emäksisten kivilajien alueilla pH:n, sähkönjohtavuuden, alkaliteetin ja kokonaiskovuuden arvot ovat suurempia kuin happamien kivilajien alueilla. Jos pohjaveden happipitoisuus laskee ja olosuhteet muuttuvat pelkistäviksi, liukenee veteen ferrorautaa, mangaanoyhdisteitä ja ammoniumia. (Backman et al. 1999)

Rannikkovyöhykkeellä ja aikoinaan suolaisen meriveden alla olleilla alueilla merellisten tekijöiden vaikutus näkyy selvästi. Näillä alueilla pohjasedimenttien huokosvedessä ja kallioiden halkeamissa on reliktiivisiä meriveden suoloja kuten Cl^- , SO_4^{2-} , Br^- , Na ja Mg, jotka liukenevat helposti makeaan pohjaveteen. Em. ionit voivat joutua pohjaveteen myös meriveden tunkeutuessa suoraan akviferiin tai aerosoleina ilmaitse. (Korkka-Niemi & Salonen 1996)

Ilmateitse kulkeutuvat rikki- ja typpiyhdisteet kuormittavat maaperää ja pohjavesiä happamoittaen niitä ja paikallinen kuormitus lisää liuenneiden aineiden määriä. Typpitrioksidin, kloorin, natriumin ja kaliumin määrät ovat tällöin suhteellisesti korkeammat kuin puhtaassa pohjavedessä. Luonnollisesti likavesien ja humuspitoisten vesien pääsy pohjaveteen huonontavat pohjaveden laatua. (Backman et al. 1999) Muita pohjavesiä likaavia tekijöitä ovat maa- ja metsätalous, teollisuus, asutus sekä liikenne ja polttoaineiden jakelu. Paikallisen pistemäisen kuormituksen aiheuttavat kaatopaikat, turkistarhat, hautausmaat, taimitarhat, puunkyllästämöt ja maa-ainesten otto. (Korkka-Niemi & Salonen 1996)

2.3 Pohjavesialueiden kartoitus ja luokitus

Yhdyskuntien ja elintarviketeollisuuden vedenhankinnalle tärkeät pohjavesialueet kartoitettiin 1970-luvulla. Koska tämä kartoitus kattoi vain noin 30-40 % vedenhankintaan sopivista alueista, oli tarve uudelle koko Suomen kattavalle kartoitukselle olemassa. Tästä syystä Suomen pohjavesivarat kartoitettiin vuosina 1988-1995 vesi- ja ympäristöpiirien

toimesta. Kartoitetut pohjavesialueet jaettiin kolmeen eri luokkaan niiden käyttökelpoisuuden ja suojelutarpeen mukaan.

2.3.1 Tausta ja tavoitteet

Vuonna 1973 Vesihallitus käynnisti selvityksen, jonka yhteydessä pyrittiin kartoittamaan ne pohjavesialueet, joita voitiin olettaa tarvittavan vedenhankintaan vuoteen 2000 mennessä. Selvityksen valmistuttua vuonna 1976 sen arvioitiin kattavan noin 30-40 % vedenhankintaan soveltuvista alueista. Koska selvityksen ulkopuolelle jääneet haja-asutuksen ja teollisuuden käytössä olleet sora- ja hiekka-alueet muodostivat tärkeän potentiaalisen pohjavesilähteen, muodostettiin vuonna 1986 ryhmä, jonka tehtävänä oli antaa esitys pohjavesialueiden luokitteluksi. ”Pohjavesialueiden kartoitus ja luokitus” -projekti käynnistyi vuonna 1988. Vastavalmistuneiden kartoitus- ja luokitusohjeiden avulla koko Suomen pohjavesialueet kartoitettiin vuoteen 1995 mennessä. (Britschgi & Gustafsson 1996)

Luokittelun pohjana käytettiin aikaisempia tärkeiden pohjavesialueiden kartoituksia, vedenhankinnan yleissuunnitelmia, maaperäkartoja, hiekka- ja soravarojen inventointeja sekä pohjavesien huomioonottamisen tarvetta kaavoituksessa. Pääasiassa kartoitus on tehty silmämääräisten maastotarkastelujen pohjalta, mikä tarkoittaa sitä, että työ vaatii lisää yksityiskohtaisia kenttätutkimuksia. (Britschgi & Gustafsson 1996)

Tavoitteena projektilla oli pohjavesialueiden sijainnin ja hydrogeologian selvittäminen sekä käyttökelpoisuuden ja pohjaveden laadun tutkiminen. Yhdyskuntien vedenhankinnalle tärkeiden pohjavesialueiden kartoittamisen lisäksi selvitettiin myös vedenhankintaan soveltuvat ja muut pohjavesialueet. Samoin selvitettiin pohjavettä uhkaavat vaaratekijät ja suojelutarve. (Britschgi & Gustafsson 1996)

Pohjavesivarojen luokitusta ja kartoitusta voidaan soveltaa useisiin eri kohteisiin. Eräs tällainen kohde on alueellisten vedenhankinnan yleissuunnitelmien laatiminen, jolloin tarkka tieto käyttökelpoisista pohjavesivaroista on elintärkeää. Luokittelussa on otettu huomioon myös kriisinajan vedenhankinnan edellyttämät lisätarpeet (VVY 1999). Lisäksi vuonna 1987 pohjaveden muuttamis- ja pilaamiskielto määriteltiin lakiin pohjavesiluokkien perusteella. Viranomaisten rajalliset valvontaresurssit huomioon ottaen

pohjaveden pilaamiskielto helpottaa valvonnan ohjaamista tärkeisiin kohteisiin. Samalla käyttörajoitusten ja suojelusuositusten antaminen tärkeille pohjavesialueille yksinkertaistuu. Kaavoitusmerkintöjen ja -määräysten yhtenäistäminen on myös eräs luokituksen sovelluskohde. (Britschgi et al. 1991)

2.3.2 Pohjavesialuekartat ja -selostukset

Hydrogeologisten maastotarkastelujen perusteella pohjavesialueet merkittiin 1:20 000 peruskarttalehdille. Kartoille merkittiin olemassa olevat pohjavedenottamot, pohjavesialueen rajat, pohjaveden pinnan korkeudet, virtaustiedot sekä tiedot mahdollisista pohjavettä tai maaperää likaavista kohteista. Kartat muutettiin numeeriseen muotoon valtion ympäristöhallinnon paikkatietoaineistoihin. Jokaisesta pohjavesialueesta täytettiin erillinen pohjavesialuekortti, johon merkittiin alueen yleis- ja erityispiirteet sekä aluetta mahdollisesti uhkaavat tekijät. Ns. kuntakansioihin kerättiin kunkin kunnan alueella olevien pohjavesialueiden tiedot. (Britschgi & Gustafsson 1996) Pohjavesialuetietoja sekä muita pohjaveden laatuun ja määrään liittyviä tietoja on alettu siirtää sähköiseen muotoon ympäristöhallinnon POVET-tietokantaan kesäkuusta 2002 lähtien. Alueelliset ympäristökeskukset huolehtivat oman alueensa pohjavesitietojen ylläpidosta.

2.3.3 Pohjavesialueiden luokat

Kartoitetut pohjavesialueet jaettiin kolmeen käyttökelpoisuus- ja suojeluluokkaan seuraavasti:

- I** Vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue
- II** Vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue
- III** Muu pohjavesialue

Määritelmän mukaan luokkaan I kuuluvat pohjavesialueet, joiden vettä otetaan:

- vesilaitokseen, johon on liittynyt tai suunnitelmien mukaan tulee 20-30 vuoden kuluessa liittymään enemmän kuin 10 asuinhuoneistoa
- vastaavaan muuta talousvettä toimittavaan laitokseen
- pakattua talousvettä toimittavaan laitokseen
- kriisiaikojen vedentarpeeseen.

Koska alueen käyttötarve on yleensä tiedossa, on myös alueen suojelutarve suuri. Vesilaissa ja ympäristönsuojelulaissa on annettu tiukat vaatimukset alueiden suojelulle. (Britschgi et al. 1991)

Luokkaan II kuuluvat pohjavesialueet soveltuvat yhteisvedenhankintaan, mutta niille ei ole toistaiseksi osoitettavissa käyttöä vedenhankinnassa. Tällaisia ovat alueet, jotka sijaitsevat kaukana olemassa olevista vedenkäyttöalueista, mutta joiden käyttötarve voi muuttua myöhemmin vedenhankintatarpeen kasvaessa. Alueen antoisuuden tulee olla yli 250 m³/vrk tai sen alueellinen merkitys vedenhankinnalle voi olla suuri. Suojelullisesti luokkaan II kuuluvat alueet rinnastetaan luokkaan I kuuluviin alueisiin sillä erotuksella, että suojelutarve ei ole yhtä akuutti. (Britschgi et al. 1991)

Muun pohjavesialueen, eli luokkaan III kuuluvan alueen, hyödyntämiskelpoisuuden arviointi vaatii lisätutkimuksia. Tällöin selvitetään veden laatu ja puhdistamiskelpoisuus sekä likaantumis- ja muuttumisuhkat. Tutkimusten jälkeen luokkaan III kuuluva alue siirretään joko luokkaan I tai II kuuluvaksi tai poistetaan kokonaan luokituksesta. (Britschgi et al. 1991)

Kartoitettuja ja luokiteltuja pohjavesialueita on Suomessa yhteensä 7141. Näistä luokkaan I kuuluvia alueita on 2226, luokkaan II kuuluvia 1300 ja luokkaan III kuuluvia 3615. (VVY 1999)

2.4 Pohjavesiä koskeva lainsäädäntö

Vuonna 1996 annettu ns. päästöjen yhdenmety hallinta eli IPPC-direktiivi (1996/61/EY) pyrkii yhtenäistämään ympäristön pilaantumisen ehkäisemisen ja vähentämisen. Suomessa direktiivi pantiin täytäntöön 1.3.2000 ja se aikaansai vesilain uudistuksen ja muutoksia ympäristönsuojelulakiin. Ympäristönsuojelulaki muuttui siten, että sen piiriin tulivat kaikki ympäristön pilaantumista koskevat asiat. Siihen liitettiin myös ilmansuojelu-, meluntorjunta- ja ympäristölupamenettelylaki sekä osia terveydensuojelu-, jäte-, vesi- ja naapurussuhdelaista. Vesilaki muuttui vesitalousasioiden yleislaiksi (Laki vesilain muuttamisesta 88/2000) (Ympäristöministeriö 2000).

Toinen pohjavesien suojeluun liittyvä direktiivi tuli voimaan vuoden 2000 joulukuun 22. päivänä. Kyseessä on EU:n uusi vesipuitedirektiivi (2000/60/EY), joka täydentää ja yhtenäistää Euroopan unionin jo olemassa olevia direktiivejä ja määrittelee vesiensuojelun suuntaviivat, yleiset periaatteet ja menettelytavat. Pohjavesien osalta direktiivin tarkoituksena on varmistaa pohjavesien asteittaisen pilaantumisen vähentäminen ja edelleen pilaantumisen estäminen sekä turvata hyvälaatuisen pohjaveden riittävä saanti kestävää, tasapainoista ja oikeudenmukaista vedenkäyttöä varten (1 artikla), sekä saavuttaa pohjavesien hyvä kemiallinen ja määrällinen tila 15 vuoden kuluessa direktiivin voimaantulosta.

2.4.1 Vesi- ja ympäristönsuojelulaki

Tärkeimmät pohjavesiä ja niiden suojelua koskevat säädökset ja määräykset sisältyvät vesilakiin (VL 264/1961) ja ympäristönsuojelulakiin (YsL 86/2000). Vesilain 1 luvun 18§:ssä määritellään *pohjaveden muuttamiskielto*.

Pohjaveden muuttamiskielto (VL 1:18)

” Ilman ympäristölupaviraston lupaa ei saa käyttää pohjavettä tai ryhtyä pohjaveden ottamista tarkoittavaan toimeen siten, että siitä pohjaveden laadun tai määrän muuttumisen vuoksi voi aiheutua jonkin pohjavettä ottavan laitoksen vedensaannin vaikeutuminen, tärkeän tai muun vedenhankintakäyttöön soveltuvan pohjavesiesiintymän antoisuuden olennainen vähentyminen tai sen hyväksikäyttämismahdollisuuden muu huonontuminen taikka toisen kiinteistöllä talousveden saannin vaikeutuminen. Kielto koskee myös maa-ainesten ottamista ja muuta toimenpidettä, jos siitä ilmeisesti voi aiheutua edellä mainittu seuraus.

Jos pohjaveden ottamisesta tai muusta 1 momentissa tarkoitettusta toimenpiteestä voi aiheutua vesistössä tämän luvun 15 §:ssä tarkoitettu seuraus, on toimenpide tältä osin katsottava sellaiseksi vesistön muuttamiseksi, josta sanotussa pykälässä säädetään. Jos toimenpide aiheuttaisi tämän luvun 15 a tai 17 a §:ssä tarkoitettun seurauksen, on lisäksi voimassa, mitä sanotuissa pykälissä säädetään.

Mitä 1 momentissa säädetään, ei kuitenkaan koske pohjaveden ottamista vähäisessä määrin talousvedeksi eikä myöskään sitä varten tarvittavan kaivon tekemistä.

Päästöistä aiheutuvan pohjaveden pilaantumisen ehkäisemisestä säädetään ympäristönsuojelulaissa.”

Vesilain 1 luvun 15 §:ssä sanotaan:

” Vesistöstä ei saa johtaa vettä tai ryhtyä vesistöissä tai maalla muuhun toimenpiteeseen siten, että siitä tai sen seurauksena voi aiheutua sellainen vesistön aseman, syvyyden, vedenkorkeuden, vedenjuoksun tai muu vesiympäristön muutos, joka

- 1) aiheuttaa vahinkoa tai haittaa toisen vesialueelle, kalastukselle, maalle, rakennukselle tai muulle omaisuudelle;*
- 2) aiheuttaa tulvan vaaraa, yleistä vedenvähyyttä tai vesiluonnon ja sen toiminnan vahingollista muuttumista;*
- 3) melkoisesti vähentää luonnon kauneutta, ympäristön viihtyisyyttä, kulttuuriarvoja tai vesistön käyttökelpoisuutta vedenhankintaan tahi sen soveltuvuutta virkistyskäyttöön;*
- 4) huonontaa vesistön puhdistautumiskykyä tai muuttaa valtaväylää tai vaikeuttaa yleisen kulku- tai uittoväylän käyttämistä;*
- 5) aiheuttaa vaaraa terveydelle; taikka*
- 6) muulla edellä mainittuun verrattavalla tavalla loukkaa yleistä etua.”*

Pykälässä 15a kielletään toimenpiteet, jotka vaarantavat Lapissa sijaitsevan enintään 10 hehtaarin suuruisen fladan tai kluuvijärven tai muualla kuin Lapin läänissä sijaitsevan enintään yhden hehtaarin suuruisen lammen tai järven säilymisen luonnontilaisena. Vesilain pykälä 17a kieltää luonnontilaisten uomien ja lähteiden luonnontilan muuttamisen.

Pohjaveden muuttamiskielto ei ole ehdoton vaan ympäristölupaviraston luvan varainen. Vesilain 9 luvussa määritellään tarkat edellytykset luvan myöntämiselle. Luvan tarve koskee myös vähintään 250 m³ vuorokaudessa käsittävän vesimäärän ottamista sitä varten suunnitellusta pohjavedenottamosta. Vesilain 9 luvun 8§:ssä sanotaan:

”Pohjaveden ottamon tekemiseen ja muuhun 1 luvun 18 §:ssä tarkoitettuun toimenpiteeseen saadaan myöntää lupa, jos sanotusta toimenpiteestä, ottamalla sen

toteuttamisen osalta huomioon soveltuvin osin, mitä tämän luvun 6 §:ssä säädetään, saatava hyöty on siitä johtuvaa vahinkoa, haittaa ja muuta edunmenetystä huomattavasti suurempi.”

Ympäristönsuojelulain tavoitteena on mm. ehkäistä ympäristön pilaantumista sekä poistaa ja vähentää pilaantumisesta aiheutuvia vahinkoja ja edistää luonnonvarojen kestäväää käyttöä. Ympäristönsuojelulain 1 luvun 8§:ssä määritellään *pohjaveden pilaamiskielto*.

Pohjaveden pilaamiskielto (YsL 1:8)

”Ainetta tai energiaa ei saa panna tai johtaa sellaiseen paikkaan tai käsitellä siten, että

- 1) tärkeällä tai muulla vedenhankintakäyttöön soveltuvalla pohjavesialueella pohjavesi voi käydä terveydelle vaaralliseksi tai sen laatu muutoin olennaisesti huonontua;*
- 2) toisen kiinteistöllä oleva pohjavesi voi käydä terveydelle vaaralliseksi tai kelpaamattomaksi tarkoitukseen, johon sitä voitaisiin käyttää; tai*
- 3) toimenpide vaikuttamalla pohjaveden laatuun muutoin saattaa loukata yleistä tai toisen yksityistä etua.*

Edellä 1 momentissa tarkoitettuna toimenpiteenä pidetään myös asetuksella erikseen säädettyä toimenpidettä tai asetuksella kiellettyä ympäristölle ja terveydelle vaarallisten aineiden päästämistä pohjaveteen. Asetus voi koskea vain sellaisia toimenpiteitä, joita tarkoitetaan asianomaisessa Euroopan yhteisön direktiivissä.”

Pilaamiskielto on ehdoton ja siten virka-apu- ja rikosasia, jos valvontaviranomaisen kehotuksista huolimatta ko. asia ei ole korjaantunut. Pääasiassa pilaamiskielto koskee kemikaalien, lika-aineiden ja energian johtamista maahan ja pohjavesiin. Pilaamiskielto on voimassa myös alueilla, joiden pohjavesi ei ole käytössä. (VVY 1999)

2.4.2 Muu pohjavesiä koskeva lainsäädäntö

Useissa muissa laeissa säädetään ympäristönsuojeluasioista, ja siten välillisesti pohjaveden suojelua koskevista asioista.

Maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 5§ mukaan alueiden käytön suunnittelun tavoitteena on edistää ympäristönsuojelua ja ympäristöhaittojen ehkäisemistä sekä luonnonvarojen säästeliästä käyttöä. Kaavaa laadittaessa on tarpeellisessa määrin

selvitettävä mm. suunnitelman toteuttamisen ympäristövaikutukset (9§). Lisäksi maakuntakaavan (28§) laatimisessa on kiinnitettävä erityisesti huomiota mm. vesi- ja maa-ainesvarojen kestäväan käyttöön. Yleiskaavassa (39§) on otettava huomioon mm. mahdollisuudet vesihuollon järjestämiseen ympäristön kannalta kestäväällä tavalla sekä ympäristöhaittojen vähentäminen. Yleiskaavalla voidaan myös estää haitallisia ympäristövaikutuksia (41§).

Jätelaki (1072/1993) sisältää määräyksen ympäristön ja siten välillisesti pohjavesien suojelusta. Yleisen huolehtimisvelvollisuuden (4§) mukaan jätteestä ei saa aiheutua vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle.

Kemikaalilain (744/1989) tarkoituksena on ehkäistä ja torjua kemikaalien aiheuttamia terveys- ja ympäristöhaittoja. Huolehtimisvelvollisuuden (15§) perusteella kemikaalin valmistuksessa, maahantuonnissa ja muussa kemikaalin käsittelyssä on noudatettava riittävää huolellisuutta ja varovaisuutta terveys- ja ympäristöhaittojen ehkäisemiseksi. Kemikaalin valmistajan, maahantuojan, jakelijan tai muun toiminnanharjoittajan on hankittava kemikaalin fysikaalisista ja kemiallisista ominaisuuksista sekä terveys- ja ympäristövaikutuksista riittävät tiedot (16§). Terveydelle ja ympäristölle vaarallisen kemikaalin laajamittaista teollista käsittelyä ja varastointia saa harjoittaa vain turvatekniikan keskuksen luvalla (32§).

Maa-ainesten huolimaton ja suunnittelematon otto on aiheuttanut lukuisia pohjavesivaurioita (VVY 1999). Sen vuoksi maa-ainelain (555/1981) 1 luvun 3§:n sisältämä kielto maa-ainesten ottamisesta niin, että siitä aiheutuu tärkeän tai muun vedenhankintakäyttöön soveltuvan pohjavesialueen laadun tai antoisuuden vaarantuminen, on hyvin tärkeä pohjavesien suojelun kannalta.

Valtioneuvoston asetuksen öljy- ja aluskemikaalivahinkojen torjunnasta (636/1993) 2 luvun 2§:n mukaan kunnan öljyvahinkojen torjuntasuunnitelmassa on oltava tiedot niistä kunnan alueella olevista tärkeistä pohjavesialueista, joilla ovat maanalaiset öljysäiliöt on tarkastettava määräajoin maa-alueiden öljyvahinkolain 1a§:n mukaisesti sekä tiedot kunnan alueella olevista luonnonsuojelualueista, uimarannoista, vedenottamoista, muista

kuin 10 kohdassa tarkoitetuista pohjavesialueista ja muista vastaavista kohteista, joiden suojele tulee erityisesti ottaa huomioon öljyvahinkojen torjunnassa. Kunnan on lisäksi pidettävä erillistä luetteloa tärkeillä pohjavesialueilla olevista alle 100 000 litran polttoöljysäiliöistä (14§).

3 ESIINTYMÄKOHTAINEN POHJAVESITUTKIMUS

Muista alueellista suunnittelua ja laaja-alaista vedenhankinnan suunnittelua palvelevista pohjavesitutkimuksista poiketen esiintymäkohtainen pohjavesitutkimus keskittyy tietyn pohjavesiesiintymän hyödyntämismahdollisuuksien selvittämiseen. Pohjavesitutkimuksesta voidaan erottaa useita eri vaiheita. Tutkimuksen suunnittelun jälkeen suoritetaan alueelta aiemmin hankittujen tietojen analysointi sekä kartta- ja maastotarkastelu. Tämän jälkeen alueelta voidaan tehdä luontoarvoselvitys, jossa määritellään alueen herkäät ja arvokkaat luontokohteet sekä pohjavedenoton vaikutus niihin. Geofysikaalisin tutkimuksin ja maaperäkairauksin pyritään selvittämään alueen maaperän koostumus, kerrosrakenne, kalliokynnykset ja alustavasti pohjaveden pinnan taso. Tarkemmin pohjaveden pinnankorkeus ja pohjaveden virtauskuva saadaan havaintoputkista tehtävillä pinnankorkeusmittauksilla. Pohjavesialueen kaivot kartoitetaan ja niiden vedenpinnan tasot mitataan. Koepumppausten avulla määritetään esiintymän antoisuus ja kuormituskestävyys sekä veden laatu ja liikesuunnat. Havaintoputkista, talousvesikaivoista, lammista ja lähteistä sekä koekaivoista otetaan vesinäytteet veden laadun selvittämiseksi ja laatumuutosten seuraamiseksi. Koska tutkimukset tehdään yleensä toisen omistamilla alueilla, on niihin oltava lupa. Käytännössä lupa saadaan yleensä maanomistajalta, mutta jos näin ei ole, voidaan lupaa hakea kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselta.

Pohjavesitutkimuksissa voidaan erottaa kaksi eri tutkimustekniikkaa, riippuen siitä kuinka syvällä tutkittavan esiintymän pohjaveden pinta on. Matalatutkimustekniikasta puhutaan silloin kun veden pinta on korkeintaan kahdeksan metrin syvyydessä ja sitä voidaan pumpata ns. itseimevillä pumpuilla. Matalapohjaveden tutkimus on helppoa, koska yksinkertaisin järjestelyin voidaan tehokkaasti tutkia pohjavesialtaan eri ominaisuuksia. Taloudellisuutensa vuoksi matalatutkimus mahdollistaa myös ns. hakukairausten tekemisen esim. harjujen reuna-alueilla. Syvätutkimustekniikkaan joudutaan turvautumaan esim. harjujen keskiosien pohjavesiesiintymiä kartoitettaessa. Tällöin kustannukset ovat paljon korkeammat kuin matalapohjavesitutkimuksissa ja näin ollen kairausten ja havaintoputkien sekä kaivojen on osuttava ensimmäisellä yrityksellä oikeaan kohtaan. Siksi täsmällinen ja tarkka esitutkimus on erityisen tärkeää jouduttaessa turvautumaan syvätutkimukseen. (Mälkki 1999)

3.1 Tutkimuksen tarve ja käynnistys

Tarve uuden pohjavesialueen käyttöönottoon syntyy luonnollisesti lisävedentarpeesta. Vesihuoltolain (1:9) mukaan ”*Vesihuoltolaitos huolehtii toiminta-alueellaan vesihuollosta yhdyskuntakehityksen tarpeita vastaavasti*”. Tämä tarkoittaa siis sitä, että yhdyskunnan vedenkulutuksen kasvaessa on vesihuoltolaitoksilla lainmukainen velvoite lisävedenhankinnan järjestämiseen. Tämän lisäksi vesihuoltolain 1 luvun 5§:n mukaan ”*Kunnan tulee yhteistyössä alueensa vesihuoltolaitosten kanssa laatia ja pitää ajan tasalla alueensa kattavat vesihuollon kehittämissuunnitelmat. Kehittämissuunnitelmia laatiessaan kunnan tulee olla riittävässä yhteistyössä muiden kuntien kanssa*”. Suunnitelman tarkoituksena on selvittää vesihuollon ratkaisuvaihtoehdot siten, että vedenhankinta ja jakelu sekä jätevesien käsittely voidaan järjestää parhaalla mahdollisella tavalla (Joensuun ja ympäristökuntien ... 2002).

Vedenkulutuksen kasvun lisäksi uuden pohjavesialueen käyttöönoton takana voi olla tarve hajauttaa yhdyskunnan vedenhankinta erilaisten riskien minimoimiseksi. Tällaisia riskejä voivat olla jo olemassa olevien vedenottamoiden liikakuormitus, joka johtaa veden laadun heikkenemiseen tai odottamattomat saastumistapaukset sekä ääritapauksissa erilaiset katastrofit. Käytössä olevan ottamon vedenlaatua voivat uhata valuma-alueella tehdyt ojitukset ja soranotto, tai ottamo voi sijaita lähellä järven tai lammen rantaa, jolloin huonolaatuista vettä voi alkaa virrata järvestä kohti ottamoa ja sekoittua hyvälaatuiseen pohjaveteen. Edelleen voidaan haluta lisätä vesihuoltolaitoksen varakapasiteettia mahdollista lisävedentarvetta ennakoiden. Tutkimus täytyy aloittaa yleensä ennen varsinaista akuuttia tarvetta, koska pohjavesialueen esiintymäkohtainen tutkimus, ottamoiden rakentaminen ja veden jakeluun saaminen on pitkäaikainen prosessi. (suull. tiedonanto, Jorma Mustonen, käyttöpäällikkö, Joensuun Vesi, 31.10.2002, suull. tiedonanto, Eero Mykkänen, toimitusjohtaja, Saarijärven Vesihuolto Oy, 9.1.2003)

Koska Suomen pohjavesialueet on luokiteltu, on nykyisin käytettävissä hyvät alustavat tiedot paikallisista pohjavesiesiintymistä. Näin ollen tutkimuksen käynnistäminen on helpottunut ja alustavien selvitysten tarve vähentynyt. Jatkotutkimukset tehdään yleensä alueellisen ympäristökeskuksen ja vesihuoltolaitoksen, sekä mahdollisten konsulttien yhteistyönä.

Käynnistysvaiheessa olisi suositeltavaa arvioida kustannusten suuruusluokka varsinkin suuren hankkeen ollessa kyseessä sekä luoda alustava aikataulu hankkeelle. Hankkeen eri vaiheiden suunnittelu ja tutkimusohjelman luominen ovat edellytyksiä hankkeen sujuvalle etenemiselle. Erityisen tärkeää on myös alueen maanomistajien informoiminen aiotusta hankkeesta ja sen mahdollisista vaikutuksista alueen ympäristöön. Paras keino on järjestää yleisötilaisuus, johon kutsutaan kaikki asianosaiset tahot. Maanomistajille ja alueen asukkaille on annettava mahdollisuus kommentoida ja keskustella asiasta, ja heille täytyy selvittää hankkeen eri vaiheet ja niiden aiheuttamat toimenpiteet. Näin myös osaltaan yritetään varmistaa hankkeen jouheva eteneminen, sillä ellei maanomistajan suostumusta saada esimerkiksi koekaivon rakentamiseen, on tätä lupaa haettava viranomaistaholta ja luonnollisesti tällainen toimenpide vain pitkittää hankkeen kesto.

3.2 Tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet

Pohjavesitutkimuksen tavoitteena on määrittää pohjavesialueelta kohdat, joista voidaan pumpata haluttu määrä vettä kulutukseen. Ennen kuin tämä tavoite saavutetaan on tehtävä suuri määrä erilaisia tutkimuksia. Kunkin tutkimusvaiheen onnistuminen on edellytyksenä seuraavan vaiheen onnistumiselle. Jos jokin tutkimusvaihe suoritetaan huonosti, voivat seuraavat vaiheet epäonnistua väärin tai epätarkkojen lähtötietojen vuoksi. Yksityiskohtaisesti pohjavesitutkimuksen tarkoituksena on selvittää:

- saatavissa olevan pohjaveden määrä ja laatu
- pohjaveden ottoaikan sijointi
- esiintymän ulottuvuus ja pohjaveden virtauskuva
- kaavaillun pohjaveden ottamisen vaikutus ympäristöön
- esiintymän suojattavuus.

Edellä mainittujen tutkimustulosten avulla pohjavesihankkeessa mukana olevat tahot saavat tarpeellisen tiedon tehtävien päätösten pohjaksi. Hankkeen alullepanija saa tiedon esiintymän käyttökelpoisuudesta, lupaviranomaiset saavat tiedot esiintymän pysyvistä antoisuudesta ja ottamisen ympäristövaikutuksista, valvontaviranomaiset saavat oikean käsityksen esiintymän luonnontilasta, johon voidaan verrata vedenoton aikaisia muutoksia

sekä vedenottamon suunnittelijat saavat tarvittavat yksityiskohtaiset tiedot pohjavesioloista. (Mustonen 1986)

3.3 Konsulttien kilpailutus

Pohjavesihankkeissa, joissa on tarkoitus suorittaa koepumppauksia koekaivoista sekä mallintaa alueen pohjaveden käyttäytyminen, on hankkeen onnistumisen kannalta hyvä jos suuret kokonaisuudet kilpailutetaan. Tällainen kokonaisuus voidaan jakaa jo tarjouspyyntövaiheessa osiin, jotka seuraavat toisiaan siinä tapauksessa, että edellinen osa antaa hankkeen etenemisen kannalta positiivisen tuloksen. Tällöin kokonaisuuden hallinta on helpompaa ja konsultilla on kokonaisvastuu laajasta asiakokonaisuudesta. Jos jonkin osan lopputulos on hankkeen jatkamisen kannalta kielteinen, voidaan urakka lopettaa. Eri vaiheiden kilpailuttaminen erikseen pirstoo hankkeen pieniin ja vaikeasti hallittaviin osiin.

Kunnat ja kuntien liikelaitokset voivat kilpailuttaa hankintojansa tai tuottaa ne itse. Yleensä suurehkot hankkeet kuten pohjavesitutkimukset tai niiden osat teetetään konsulteilla. Myös kunnan omilla yksiköillä on mahdollisuus osallistua kilpailuun (Kilpailuvirasto 2001).

Sen jälkeen kun on tehty päätös hankinnan kilpailuttamisesta, täytyy toimeksianto määritellä siten, että se on tasapuolinen eikä syrji tai suosi ketään yrittäjää tai mitään tuotetta. Tämän jälkeen päätetään mitä hankintamenettelyä käytetään ja mitkä ovat valintaperusteet. Hankintamenettelyvaihtoehtoja pohjavesihankkeen ollessa kyseessä ovat avoin menettely ja rajoitettu menettely. Rajoitettu menettely poikkeaa avoimesta menettelystä siinä, että ensin päätetään keneltä tarjoukset pyydetään. Tarjoajia täytyy olla vähintään viisi. Rajoitettu menettely on yleisimmin käytetty urakkakilpailun suoritustapa. (Liuksiala 1999)

Ehdokkaan toimitusvarmuutta tarkastellaan sen mukaan miten luotettava, vakavarainen ja teknisesti suorituskykyinen ko. ehdokas on. Tarkasteltavia asioita ovat myös mahdolliset aikaisemmat kokemukset yhteistyöstä ja tieto aikaisemmista palvelussuhteista. Ehdokkaan julkisten maksuvelvoitteiden suorittaminen ja merkintä ennakkoperintärekisteriin

selvitetään myös tässä vaiheessa. Yritys voidaan sulkea kilpailusta suorituskyvyn puutteen vuoksi, mutta tällöin päätös on perusteltava. (Sauvonsaari 2000, Liuksiala 1999)

Valintaperusteena voivat olla joko kokonaistaloudellisesti edullisin tai hinnaltaan halvin vaihtoehto. Jos perusteena käytetään kokonaistaloudellisuutta, on tarjouspyynnössä mainittava valintakriteerit painoarvoineen. Tarjoushinta on edelleen keskeinen mutta ei ainoa tekijä konsulttia valittaessa. Myös laatuun tulee kiinnittää huomiota. On muistettava että hinnaltaan halvin tarjous ei välttämättä ole hankkeen onnistumisen kannalta paras vaihtoehto. Kaikissa hankkeissa tarjoajan asiantuntemukselle ja kokemukselle vastaavista tehtävistä tulee antaa suuri painoarvo. Laadun arvioinnissa voidaan ottaa huomioon esim. seuraavat seikat:

- toimitusvarmuus ja –aika
- asiantuntemus ja kokemus vastaavista hankkeista
- laatu ja kattava palvelu
- koulutus ja ammattipätevyys
- ympäristövaikutusten hallinta
- huoltopalvelut ja tekninen tuki.

(Sauvonsaari 2000, Liuksiala 1999)

Varsinaisessa tarjouskilpailussa tarjouspyynnön täydentäminen ennen laskenta-ajan päättymistä on mahdollista, mutta tarjouspyyntöasiakirjat tulisi laatia siten ettei täydentämiseen ole tarvetta. Lisäksi ennen tarjouspyynnön lähettämistä on määriteltävä tarjousten jättämisaika. Tarjousten saavuttua pidetään avaustilaisuus, joka ei ole julkinen toimitus vaan suoritetaan tilaajan valitseman ryhmän kesken. Kaikki myöhästyneet ja tarjouspyynnön vastaiset tarjoukset on hylättävä. Ennen varsinaista arviointia todetaan tarjouksentekijöiden suorituskyvyn mahdolliset muutokset ja suorituskyvyttömät yritykset suljetaan kilpailusta. Tarjoukset vertaillaan edellä mainittuja kriteereitä objektiivisesti noudattaen, eikä uusia kriteereitä saa ottaa käyttöön. Hankkeen kehittämiseksi voidaan käydä jatkoneuvotteluja tai tarjousten vertailukelpoiseksi saattamiseksi mikäli se tarjouspyynnön epäselvyyden vuoksi on tarpeellista. Tinkimiskierrokset ovat kiellettyjä. (Liuksiala 1999)

Hankintapäätöksen perusteluissa tulisi käydä ilmi mitä hankintamenettelyä on käytetty, keneltä tarjouksia on pyydetty ja saatu, kuinka tarjousten avaaminen on suoritettu, kuinka tarjoukset on vertailtu ja mitä valintaperusteita on sovellettu sekä mahdolliset käydyt neuvottelut. Vertailutaulukko on myös esitettävä hankintapäätöspöytäkirjassa. (Suomen rakennuttajaliitto 1982) Hankintapäätös on annettava tiedoksi tarjouksen tekijöille ja asetettava yleisesti nähtäville (Liuksiala 1999). Hankintapäätös ja sen perustelut ovat julkisia asiakirjoja julkisuuslain (621/1999) mukaan.

3.4 Ympäristövaikutusten arviointimenettely

Vuonna 1994 tuli Suomessa voimaan laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (468/1994), jonka tavoitteena on pyrkiä ehkäisemään ennalta haitallisia ympäristövaikutuksia, sekä lisätä kansalaisten mahdollisuutta osallistua ja vaikuttaa hankkeiden suunnitteluun. YVA-lakia ja –asetusta (268/1999) muutettiin vuonna 1999. (Ympäristöministeriö 1999)

Pohjaveden ottoon laki vaikuttaa silloin, kun tarkoitus on ottaa pohjavettä vähintään 3 miljoonaa kuutiometriä vuodessa eli noin 8200 m³/vrk. Tällöin hankkeeseen on lain mukaan sovellettava YVA-menettelyä. Lisäksi menettelyä voidaan soveltaa muuhun yksittäiseen hankkeeseen tai jo toteutetun hankkeen muutokseen, jos näistä on odotettavissa merkittäviä ympäristömuutoksia ja ne ovat rinnastettavissa YVA-asetuksessa mainittujen hankkeiden vaikutuksiin. Haettaessa esimerkiksi vesilain mukaista vedenottolupaa, on YVA-menettely toteutettava ennen lupapäätöksen tekemistä. (Ympäristöministeriö 1999, Salonen & Paukkunen 1995)

Ensin hankkeesta tehdään arviointiohjelma, jonka tulee sisältää mm. seuraavat asiat:

- tiedot hankkeesta ja sen tarkoituksesta
- hankkeen toteuttamisvaihtoehdot, joista yhtenä vaihtoehtona on hankkeen toteuttamatta jättäminen
- tiedot hankkeen toteuttamisen edellyttämistä suunnitelmista, luvista ja niihin rinnastettavista päätöksistä
- tiedot ympäristövaikutuksia koskevista laadituista ja suunnitelluista selvityksistä
- ehdotus tarkasteltavan vaikutusalueen rajauksesta

- suunnitelma arviointimenettelyn ja siihen liittyvän osallistumisen järjestämisestä
- arvio hankkeen suunnittelu- ja toteuttamisaikataulusta sekä arvio selvitysten ja arviointiselostuksen valmistumisajankohdasta.

Arviointimenettely alkaa, kun hankkeesta vastaava (tässä tapauksessa vesihuoltolaitos) toimittaa arviointiohjelman yhteysviranomaiselle (alueellinen ympäristökeskus). Yhteysviranomaisen ilmoittaa hankkeen vireilläolosta julkisesti ja hankkeesta voivat esittää mielipiteensä kaikki joiden etuihin hanke saattaa vaikuttaa. Yhteysviranomaisen antaa kuukauden kuluessa lausuntojen antamiseen ja mielipiteiden esittämiseen varatun ajan päättymisestä lausuntonsa arviointiohjelmasta hankkeesta vastaavalle. (Ympäristöministeriö 1999, Salonen & Paukkunen 1995)

Hankkeesta vastaavan tulee tämän jälkeen laatia ympäristövaikutusten arviointiselostus ja selvittää hankkeen ja sen vaihtoehtojen vaikutukset arviointiohjelman ja yhteysviranomaisen lausunnon pohjalta. Arviointiselostuksesta tulee ilmetä mm. seuraavaa:

- arviointiohjelmassa esitetyt tiedot tarkistettuina
- hankkeen keskeiset ominaisuudet ja tekniset ratkaisut
- arvioinnissa käytetty keskeinen aineisto
- selvitys ympäristöstä sekä arvio hankkeen ja sen vaihtoehtojen ympäristövaikutuksista
- käytettyjen tietojen mahdolliset puutteet ja epävarmuustekijät sekä arvio mahdollisista ympäristöonnettomuuksista
- selvitys hankkeen ja sen vaihtoehtojen toteuttamiskelpoisuudesta
- toimet, joilla ehkäistään ja rajoitetaan haitallisia ympäristövaikutuksia
- seurantaohjelma
- yleistajuinen yhteenveto em. tiedoista.

Yhteysviranomaisen antaa lausuntonsa arviointiselostuksesta sekä ottaa huomioon selostuksesta annetut lausunnot ja mielipiteet. Arviointimenettely päättyy siinä vaiheessa, kun yhteysviranomaisen toimittaa lausuntonsa arviointiselostuksesta hankkeesta

vastaavalle, Suomen ympäristökeskukselle ja hankkeen vaikutusalueen kunnille. Viranomaiset käyttävät arviointimenettelyn tuloksia päätöksenteon pohjana. Oleellinen osa arviointimenettelyä on vaikutusten seuranta, jonka avulla odottamattomat ympäristövaikutukset voidaan havaita. Näiden perusteella voidaan jo annettuja päätöksiä korjata. Tarkemmat määräykset seurannasta annetaan yleensä vedenottoluvan yhteydessä. (Ympäristöministeriö 1999, Salonen & Paukkunen 1995)

3.5 Kartta-, ilmakuva- ja maastotarkastelu

Suomen pohjavesialueiden luokittelu- ja kartoitustyössä on tehty paljon perustavaa tutkimusta pohjavesiesiintymistä. Näitä tutkimuksia voidaan käyttää pohjana paikallisissa pohjavesitutkimuksissa. Lisäksi alueella tehtyt maasto- ja maaperäkartoitukset sekä kaikki muut alueen olosuhteisiin liittyvät tutkimukset on hyvä selvittää. Tällaisia ovat mm. vuosina 1971-1978 tehdyn valtakunnallisen sora- ja hiekkavarojen arviointiprojektin tiedot (Niemelä 1979). Jos alueelta kuitenkin tarvitaan alustavaa lisätietoa pohjavesiolosuhteista, voidaan suorittaa karttatarkastelu. Tulkinnessa käytetään 1:20 000 tai 1:10 000 mittakaavaisia, korkeuskäyrillä varustettuja peruskarttoja tai suunnistuskarttoja. Tällainen tulkinta vaatii hyvät perustiedot ja asiantuntemuksen maamme luonnon jääkauden aikaisesta ja jälkeisestä kehityksestä, kasvillisuudesta maapohjan ilmentäjänä, maaperän kerrosrakenteesta ja esim. maaston morfologiasta. Huolellisesti suoritettu karttatarkastelu säästää tutkimus- ja kokonaiskustannuksia. Maaperä- ja kallioperäkartoista täydentää peruskartoilta tehtyä analyysiä. Maaperäkartoista (mittakaava 1:100 000) saadaan käsitys alueella esiintyvistä maalajeista sekä glasifluvialisten muodostumien paikalliset verkostot ja esiintymäkokonaisuudet (Mälkki 1999). Kallioperäkartoista saadaan tietoa alueen kivilajeista ja kallioperän rakennegeologiasta. Lisäksi käytettävissä on Geologian tutkimuskeskuksen 1:100 000 mittakaavassa oleva viistovalaisu maaperäkarta-korkeusmalli, joka on muodostettu Maanmittauslaitoksen digitaalisesta korkeustiedostosta ja maaperäkartoista. Mallista saadaan käsitys mm. kallioperän tektonisesta rakenteesta ja korkokuvasta sekä glasifluvialisten muodostumien hahmoista ja pinnanmuodoista. (Korkka-Niemi & Salonen 1996, Mälkki 1999)

Geologinen ilmakuvatulkinta antaa hyvän perustan tutkimuspisteiden- ja linjojen suunnittelulle sekä antaa käsityksen mahdollisista tutkimuskaluston siirtoon käytettävistä

kulkureiteistä. Kun ilmakuvia käytetään yhdessä karttojen kanssa havainnollistamaan alueen olosuhteita, ja kun omataan riittävästi tietoa geologisten piirteiden synty- ja kehityshistoriasta, voidaan alueelta määrittää akviferien mahdollinen sijainti, laajuus, muoto, ulottuvuudet, rakenteet ja laatu. Tällaisia geologisia erityispiirteitä ovat mm. harju- ja reunamuodostumat, reunamoreenit sekä suuret karkearakeiset joki- ja rantakerrostumat. Näiden muodostumien alarajan (kallio) topografia antaa käsityksen akviferin varastokapasiteetista. Maanpinnan kosteudesta ja veden virtaussuunnista saadaan tietoa ilmakuvissa näkyvistä kasvillisuusalueista, väreistä ja muodoista. Pohjaveden muodostumisalueen määrittäminen on erityisen tärkeää, mutta usein hyvin vaikeaa. Suomessa vedenjakajat kulkevat usein alavien maiden halki eivätkä pohjavesialtaat noudata maaston pintatopografian mukaisia valuma-alueita. Niinpä riittävän kokonaiskäsityksen saamiseksi joudutaan yleensä turvautumaan maastotarkasteluihin. (Niini & Niini 1995)

Maastotarkastelussa pyritään tarkentamaan kartta- ja ilmakuvatarkastelussa saatua kuvaa alueen topografiasta ja siten pohjaveden todennäköisistä virtaussuunnista, maapeitteen paksuudesta ja rakenteesta sekä kalliokynnysten ja muiden veden virtaukseen vaikuttavien tekijöiden olemassaolosta eli hankkimaan lisätietoa kaikista niistä seikoista, jotka vaikuttavat maastotöiden järjestelyihin. Pyrkimyksenä on myös määrittää pohjaveden purkautumiskohdat ja maaperätutkimuksissa käytettävien kairausten paikat (Vesiyhdistys 1984). Sääasemilta hankitaan tietoa alueen sadannasta ja lämpötiloista, joiden avulla hahmotellaan alueen vesitase. Ympäristöhallinto ylläpitää 53 pohjavesiasemaa 13 aluekeskuksen alueella, joissa kerätään tietoa pohjaveden laadusta, pinnan korkeuksista ja niihin vaikuttavista tekijöistä (Korkka-Niemi & Salonen 1996). Geologian tutkimuskeskuksella on seurantakohteita 50 erilaisessa geologisessa muodostumassa eri puolilla Suomea (Backman & Väisänen 2001). Erityisen tärkeää on määrittää esiintymän suojaamismahdollisuudet ja likaantumisriskin aiheuttavat toimet alueella. Vedenottamon perustaminen alueelle, jolla on hyvin suuri määrä likaavia toimintoja, on täysin perustelematonta ja taloudellisesti uhkarohkeaa.

Alueen lähteet kartoitetaan ja niiden ylivuodot mitataan. Myös harjujen rinteillä, purojen latvoilla, jokien ja järvien rannoilla sekä pohjassa sijaitsevat pohjaveden

purkautumiskohdat yritetään kartoittaa mahdollisimman tarkasti (Vesiyhdistys 1984). Em. tulokset antavat käsityksen alueelta purkautuvasta pohjaveden määrästä. (Korkka-Niemi & Salonen 1996)

3.6 Luontoarvoselvitys

Samanaikaisesti muiden maastotutkimusten kanssa voidaan tutkimusalueelta tehdä luontoarvoselvitys, jossa kartoitetaan alueen luontoarvot ja arvokkaat luontotyypit. Selvityksen tavoitteena on myös arvioida pohjavedenoton vaikutus näihin luontotyypeihin. Pohjavedenpinnan tason ja virtaussuuntien muutokset vaikuttavat eniten soihin, lähteisiin, lampiin, järviin, puroihin ja jokiin sekä erityisesti näiden kohteiden kasvillisuuteen ja kasvistoon. Tällöin tulee ottaa huomioon se mitä vesilain 1 luvun pykälissä 15, 15a ja 17a sanotaan. Esimerkiksi harjulampien vedenpinta mukailee pohjavedenpintaa. Muutokset tapahtuvat kuitenkin viiveellä, koska yleensä lammen pohja on tiivis ja siten vedenpinnan lasku on hitaampaa kuin täysin läpäisevän pohjan tapauksessa (Mälkki 1999). Selvitys tulisi tehdä sellaisena vuodenaikana, että kaikki mahdolliset kasvit sekä suo- ja järviyoppien trofiatasot on mahdollista määrittää. Selvitystä voidaan käyttää pohjana mahdollisille jatkoselvityksille ja arvioille pohjavedenoton vaikutuksista alueen luonnontilaan. (Keski-Karhu 2001, Lohilahti 2002)

3.7 Geofysikaaliset tutkimukset

Pohjavesitutkimuksessa on tärkeää tietää tutkittavan alueen maaperän laatu, kerrosjärjestys sekä kalliopintojen sijainti ja mahdollisesti pohjaveden virtausta rajoittavat kalliokynnykset. Myös pohjaveden pinnankorkeudesta ja vettä johtavista kerrostumista tarvitaan tietoa. Tähän tarkoitukseen voidaan käyttää useita eri geofysikaalisia menetelmiä. Tutkimustulosten perusteella voidaan alueelta muodostaa rakennemalli, jossa esitetään karttamuodossa maalajien esiintyminen, kerrosjärjestys ja maannoksen paksuus, sekä alustavasti pohjaveden pinnankorkeus.

Geofysikaaliset mittaukset perustuvat maa-ainesten erilaisten fysikaalisten ominaisuuksien määrittämiseen. Näitä ominaisuuksia ovat mm. elastisuus, sähkönjohtavuus, magneettiset ominaisuudet ja tiheys. (Rakennustieto 1993)

3.7.1 Geofysikaaliset matalalentomittaukset ja painovoimamittaukset

Matalalentomittaukset tehdään pääasiassa alueellisten pohjavesitutkimusten yhteydessä. Näin saadaan tietoa kallioperän rakenteesta ja lentomittausaineisto helposti käsiteltävään digitaaliseen muotoon (Tampereen teknillinen korkeakoulu 1994). Painovoimamittaukset tehdään maapeitteen paksuuden määrittämiseksi. Näin voidaan suunnitella yksityiskohtaisempien geofysikaalisten mittausten ja kairausten paikat.

Aeromagneettinen mittaus perustuu Maan magneettivuon tiheyden totaaliarvon mittaamiseen. Tämä mittausmenetelmä soveltuu lähinnä ruhjevyöhykkeiden määrittämiseen. Muita matalalentomittauksia ovat aerosähkömagneettinen ja aeroradiometrinen mittaus. Suomen pinta-alasta on kartoitettu matalalentomittauksin n. 80 %. Painovoimamittausten eli gravimetristen mittausten avulla tutkitaan tiheydeltään ympäristöstä poikkeavia muodostumia. Painovoimamittaus ei pysty erottelemaan maaperän kerroksia eikä pohjaveden pintaa, mutta toimii hyvin alueen kalliopinnan topografian määrittämisessä. (Mattsson 2001)

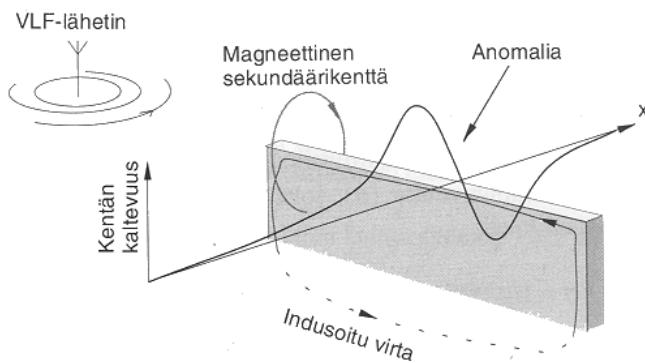
3.7.2 Sähköiset ja sähkömagneettiset menetelmät

Sähköisellä vastusluotauksella saadaan tietoa maamassan ominaisvastuksen muutoksesta ja siten kerrostumien koostumuksesta (Rakennustieto 1993). Pääasiallisesti menetelmää käytetään pohjaveden ja kalliopintojen korkeusasemien määrittämiseen sekä suolaisen ja makean veden rajapinnan määrittämiseen. Maakerrosten ominaisvastus riippuu useista eri tekijöistä. Tällaisia tekijöitä ovat mm. tiheys, huokoisuus, raekoostumus, lämpötila sekä maalajin vesipitoisuus. Näin ollen huokostilassa oleva vesimäärä, sen suolapitoisuus ja jakauma huokostilassa vaikuttavat merkittävästi maalajien sähkönjohtavuuteen. Vettä hyvin johtavissa maalajeissa pohjaveden määrä ja laatu ovat määrääviä ominaisvastukseen vaikuttavia tekijöitä. (Korkka-Niemi & Salonen 1996)

Indusoitu polarisaatio eli IP-mittaus on vastusluotauksen laajennus, jossa mitataan sähkökemiallista polarisaatio-ilmiötä ominaisvastuksen lisäksi. IP-mittauksen etuina ovat tarkempi raekokojakauman ja veden johtavuuden määrittäminen. (Mattsson 2001)

Sähkömagneettisissa menetelmissä käytetään vaihtovirtakenttää, joka luodaan joko kannettavalla laitteella tai kaukana sijaitsevilla kiinteillä radiolähettimillä. Mittaukset perustuvat ominaisvastuksen mittaamiseen, mutta sähköisestä vastusluotauksesta poiketen mitataan sähkönjohtavuutta, joka on ominaisvastuksen käänteisarvo.

Tunnetuin sähkömagneettinen menetelmä on VLF (Very Low Frequency) –menetelmä, jossa käytetään hyväksi ympäri maailmaa sijaitsevilla lähetinasemilla syntyvää matalataajuista (10–30 kHz) lähetyskenttää. Kentän magneettinen komponentti indusoi sitä vastaan kohtisuorassa oleviin sähköä johtaviin kerroksiin virran, joka puolestaan aiheuttaa magneettikentän. Tämä kenttä muuttaa alkuperäisen kentän suuntaa ja syntyneen kokonaiskentän suunta on mitattavissa liikuteltavalla VLF-mittarilla (Kuva 4). Ulkoiset häiriötekijät kuten esim. sähköverkot ja rautatieverkko vaikeuttavat mittausten tekemistä. Menetelmä soveltuu pääasiassa kivilaji- ja maaperäselvityksiin sekä kallioperän heikkousvyöhykkeiden selvityksiin. Siten se on lähinnä pohjavesitutkimusta tukeva menetelmä, jolla saadaan tietoa välillisesti pohjavesien esiintymiseen vaikuttavista tekijöistä. (Korkka-Niemi & Salonen 1996, Rakennustieto 1993)



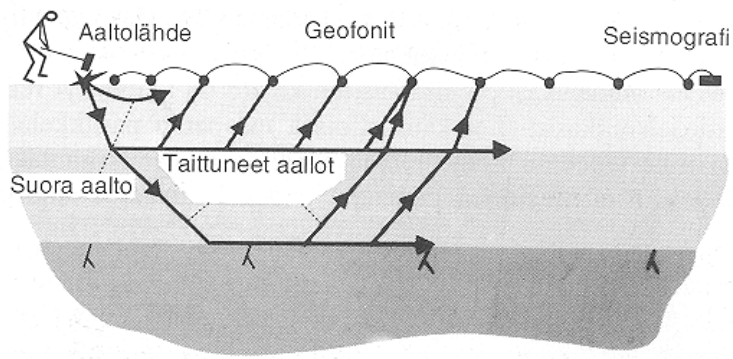
Kuva 4. VLF-mittauksen periaate (Rakennustieto 1993).

Maatutkaluotaus on yksi tärkeimmistä pohjavesitutkimuksissa käytettävistä geofysikaalisista tutkimusmenetelmistä. Pohjavesitutkimusten onkin arvioitu olevan yksi maatutkaluotauksen suurimpia sovellusalueita (Hänninen et al. 1991). Maatutkaluotauksessa käytetään hyvin korkeataajuuksisia sähkömagneettisia aaltoja, joiden avulla on mahdollista tutkia suhteellisen dielektrisyysvakion muutoksia maaperässä. Suhteellinen dielektrisyysvakio kuvaa sähkökentän vaimenemista tietyssä aineessa verrattuna tyhjiössä etenevään sähkökenttään. Osa maahan lähetetyistä tutkapulsseista

heijastuu sähköisistä rajapinnoista takaisin osan jatkaessa matkaa. Palaavien aaltojen kulkuaikojen perusteella voidaan laskea rajapintojen syvyydet maaperässä. Käytännössä tutka-antennia ja vastaanotinta liikutetaan maastossa autolla, moottorikelkalla tai kävellen pitkin tutkimuslinjaa. Saadun mittaustiedon perusteella voidaan tulkita pohjaveden pinta ja maakerroksen paksuus. Maatutkalla on mahdollista tutkia maaperää aina 30 metrin syvyyteen saakka. Menetelmä on nopea, monikäyttöinen ja riippumaton vuodenaajoista. Menetelmä mahdollistaa myös mittaustulosten välittömän kvalitatiivisen tarkastelun. Ongelma maatutkaluotauksessa on se, että tutka-aallot tunkeutuvat heikosti hyvin sähköä johtaviin kerrostumiin. Tutka täytyy myös kalibroida tunnettuihin syvyystiin mittauksen tarkkuuden varmistamiseksi. (Korkka-Niemi & Salonen 1996, Rakennustieto 1993, Hänninen et al. 1991)

3.7.3 Seisminen refraktioluotaus

Menetelmä perustuu elastisten aaltojen etenemiseen maaperässä. Maaperään synnytetään mekaanisesti joko räjäyttämällä tai iskemällä ns. P- eli puristusaalto. Maanpinnalla rekisteröidään eri maakerroksista taittuneet aallot liike- tai paineherkillä vastaanottimilla. Nämä geofonit rekisteröivät aallon saapumisen ja seismografi tallioi ajan joka eri P-aalloorintamilta kuluu matkaan räjähdyksestä takaisin maanpinnalle (Kuva 5). Etuina menetelmässä on sen soveltuvuus seismisten nopeuksien määrittämiseen sekä tarkka kerrospaksuuksien arviointi. Menetelmä soveltuu erittäin hyvin harjuakviferien tutkimiseen. Myös pohjaveden syvyys voidaan määrittää karkeassa maa-aineksessa. Mittausten onnistumiselle on edellytyksenä se, että alemmissa kerroksissa seismiset nopeudet ovat aina suurempia kuin ylemmissä. Menetelmää ei voida käyttää talvisin, koska maan jäätyminen kasvattaa pintakerroksen seismistä nopeutta ja siten tulosten tulkinta on vaikeaa. Luotaus voidaan ulottaa jopa 40 metrin syvyyteen, ja tarkkuus maakerroksen paksuuden arvioinnissa on normaalisti n. 10% luokkaa (Nysten 1989). Nykyisin käytetään pääasiassa vasaraseismistä luotausta (Pohjois-Savon ympäristökeskus 1999). Suuremmissa tutkimuksissa käytetään räjäytysseismistä luotausta. (Korkka-Niemi & Salonen 1996, Rakennustieto 1993, Nysten 1989)



Kuva 5. Seismisen refraktioluotauksen periaate (Rakennustieto 1993).

3.8 Maaperätutkimukset, tarkoitus ja menetelmät

Kun geofysikaalisten tutkimusten perusteella on alustavasti määritetty vedenoton kannalta edulliset paikat, tarkennetaan maaperätutkimuksia kairaamalla. Tavoitteena on määrittellä vettä johtavien kerrosten laajuus ja rakenne sekä kalliokynnykset ja vettä johtavien kerrosten jatkuvuus mahdollisimman tarkasti.

Kevyet kairaukset soveltuvat alustavaksi tutkimusmenetelmäksi haluttaessa nopeasti käsitys maaperän kerrosjärjestyksestä ja veden johtavuudesta. Pohjaveden pinta ei saa olla syvemmällä kuin 10 metriä eikä maaperä liian kivikkoista. Syvistä maakerrostumista saadaan tietoa raskaalla porakonekalustolla kairaamalla. Alustavien kairausten perusteella määritellään lisäkairauksen tarve. Jos kairauksella ei voida määrittää tarpeeksi tarkasti maannoksen laatua ja vedenjohtavuutta, voidaan kairauksen yhteydessä ottaa maanäytteitä, jotka tutkitaan laboratoriossa. Ennen kairauksia pyydetään alueen maanomistajilta lupa tutkimusten suorittamiseen, koska kairauksista ei saa aiheutua kohtuutonta haittaa. Varsinkin taimikot ja pellot on mahdollisuuksien mukaan jätettävä koskemattomiksi. Aina kun on mahdollista kannattaa lupa hankkia kirjallisena. Samalla voidaan pyytää lupa myös havaintoputkien asentamiseen. (Vesiyhdistys 1984)

Pohjavesitutkimuksissa yleisimmät kairaukset ovat koetintankokairaus, tärykairaus, paineilmakairaus sekä porakonekairaus. Koetintankokairauksessa halkaisijaltaan 22 mm olevia jatkettavia tankoja lyödään maahan. Kun tankoja kierretään, saadaan syntyvän äänen perusteella tietoa maalajeista. Tärykairaus eroaa koetintankokairauksesta siinä, että tangot painetaan maahan käyttäen konevoimaa. Paineilmakairaus vaatii melko suuren laitteiston,

ja soveltuu siten vaikeasti läpäistävän maaperän tutkimiseen. Paineilmakairaus on melko kallis menetelmä. Yleensä raskaat kairaukset suoritetaan hydraulisella vaunuporakoneella. Tunkeutumissyvyys riittää käytännössä Suomen maaperässä kallioon asti. Nykyisin on lähes kokonaan siirrytty käyttämään kevyitä ja keskiraskaita monitoimikairoja, joilla on mahdollista kairauksen lisäksi ottaa maaperänäytteitä ja asentaa pohjaveden havaintoputkia (Kuva 6). (Vesiyhdistys 1984, Mustonen 1986, Pohjois-Savon ympäristökeskus 1999)

Kairaustulosten tulkintaan voi tulla virheitä maalajien virheellisestä määrittelystä, kairan pysähtymisestä kiviin, jotka luullaan kallioksi, moreenikerrostuman määrittelystä soraksi ja ohuiden silttikerrosten huomiotta jättämisestä.

Maanäytteiden otto tapahtuu yleensä huuhtelemalla näyte määräsyyvyyteen juntatusta putkesta, jonka alapäässä on 0,5–1,0 m pituinen siiviläosa johon maa-aines valuu. Menetelmä soveltuu hyvin lajittuneille maa-aineksille. Näytteet tutkitaan maalaboratoriossa. Noin 1 kg:n näytteestä määritetään rakeisuus, tasaisuusluku sekä tehokas raekoko. (Vesiyhdistys 1984)



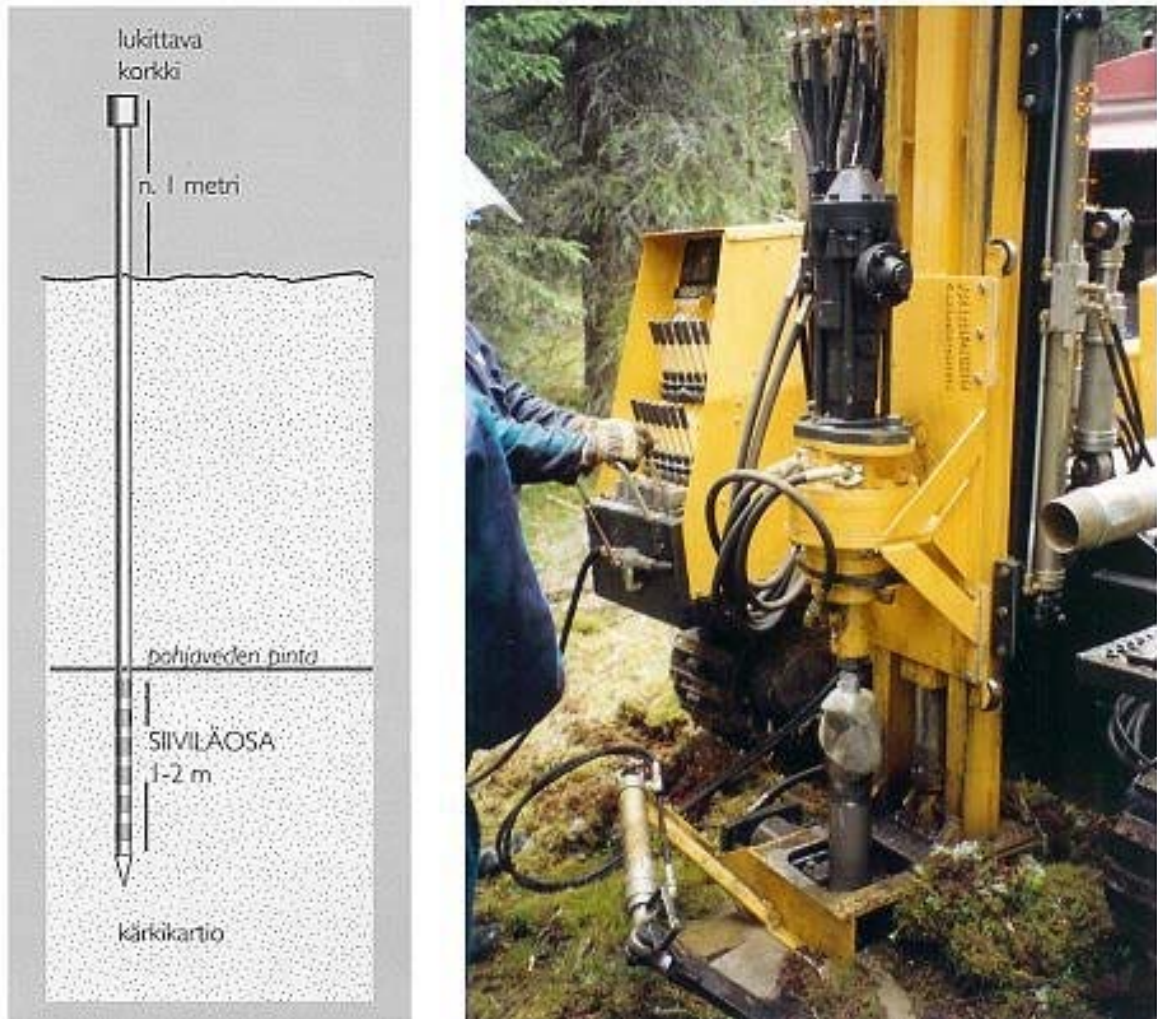
Kuva 6. Maaperäkairauksissa käytettävä monitoimikaira (GeoUnion Oy 2003).

3.9 Havaintoputkiverkosto sekä pohjaveden korkeuden ja laadun määrittäminen koepumppauksia

Maaperätutkimusten eli yleensä kairausten yhteydessä asennetaan tutkittavalle alueelle pohjaveden havaintoputket. Putket sijoitetaan kairausten perusteella sopiviksi havaittuihin paikkoihin. Nykyisin havaintoputket ovat pääasiassa muovisia rakosiivilällä varustettuja Ø52 mm ja Ø 63 mm putkia. Myös halkaisijaltaan 32 mm olevia rautaputkia käytetään. Rakosiivilän tulee olla vettäjohtavan kerroksen kohdalla (Kuva 7). Muovi on hyvä materiaali käytettäväksi havaintoputkissa, koska siitä ei liukene pohjaveteen aineita, jotka voisivat vääristää pohjavesinäytteiden mittaustuloksia. Rautaputkia käytettäessä on varmistuttava siitä että vesinäytteet säilyvät edustavina. Hienorakeiseen maalajiin asennetut putket on huuhdeltava ennen niistä suoritettavia mittauksia. Tämä suoritetaan yleensä vastavirta- tai paineilmahuuhteluna. Havaintoputket junnutetaan maahan koneellisesti. Jos putkien asennus annetaan urakoitsijan tehtäväksi, on urakoitsijoilla yleensä oma menetelmä putkien junnuttamiseen. (Vesiyhdistys 1984, VVY 1997, Korkka-Niemi & Salonen 1996)

Havaintoputkiverkostoa käytetään ennen koepumppauksia yhdessä alueen kaivojen kanssa pohjaveden luonnontilan selvittämiseen, pumppauksen aikana pohjaveden tason aleneman tarkkailuun sekä pumppauksen jälkeen ja varsinaisen vedenoton aikana yleistarkkailuun. Jokaisessa vaiheessa veden laatua seurataan vesinäytteitä ottamalla. Näytteiden analysointi on mahdollista kannettavalla kenttälaboratoriolla (Pohjois-Savon ympäristökeskus 1999). Vesinäytteitä on nykyisin mahdollista ottaa myös kairanreiästä tarkoitukseen kehitellyllä uppopumpulla (Pohjois-Savon ympäristökeskus 1999). Yleensä vesinäytteet analysoidaan esimerkiksi kaupungin tai kunnan ympäristölaboratoriossa. Lisäputkia asennetaan sitä mukaa kun alueen hydrologia tarkentuu ja mahdollisten vedenottoehtien paikat selviävät. (VVY 1997, Korkka-Niemi & Salonen 1996)

Havaintoputkien asentamisen tarkoituksena on saada mahdollisimman kattava kuva alueen pohjaveden pinnan tasosta, veden laadusta sekä virtaussuunnista ja -nopeuksista. Putkista voidaan suorittaa merkkiainekokeita, putkivirtausmittauksia ja antoisuuspumppauksia kerroksittain. Tulosten avulla määritetään pohjaveden virtaussuunnat ja virtausmäärät.



Kuva 7. Periaatekuva pohjavesiputkesta ja pohjavesiputken asennus maastossa monitoimikairalla (Korkka-Niemi & Salonen 1996, Joensuun Vesi).

Putkivirtausmittaukset ovat yleistyneet 1990-luvun loppupuolella. Jouduttaessa turvautumaan syvätutkimustekniikkaan pohjaveden ollessa syvemmällä kuin 8 metriä tai jos tutkitaan laajoja pohjavesiesiintymiä esimerkiksi reunamuodostumien yhteydessä, on putkivirtausmittausten avulla mahdollista määrittää koekaivojen antoisuus melko tarkasti maaperän vedenjohtavuusominaisuuksien avulla. Tällä tavoin voidaan varmistaa etukäteen, että paikalta on saatavissa haluttu määrä vettä. Syvätutkimusolosuhteissa tutkimus- ja rakennuskustannukset ovat suuria ja epäonnistunut kaivonpaikan valinta voi aiheuttaa merkittäviä lisäkustannuksia (Mäkelä 1995). Putkivirtausmittauslaitteistoa voidaan kuljettaa mukana maastossa ilman kuljetuslaitteita ja mittausten tulokset rekisteröityvät suoraan digitaaliseen muotoon ja niitä voidaan tarkastella jo maastossa. Putkivirtausmittauksessa ensimmäisenä määritetään havaintoputken ominaisantoisuus,

jonka perusteella voidaan arvioida koekaivon ominaisantoisuus. Seuraavaksi määritetään vettä johtavien kerrosten asema. Näillä tiedoilla voidaan mitoittaa koekaivon siivilän pituus ja asema. Siiviläputken pituus ja pohjaveden virtausnopeus määräävät mittauksen keston, joka on yleensä 3-8 tuntia / putki. Putkivirtausmittaus korvaa yleensä maanäytteiden ottamisen. Kairausten yhteydessä ei ole mahdollista saada häiriintymättömiä maanäytteitä, joten maannoksen perusteella tehtävät suunnitellun koekaivonpaikan antoisuusarviot voivat olla vääriä. (Reijonen 1991, Reijonen 1997)

Merkkiainetutkimus on yksinkertainen tapa tutkia pohjaveden virtaussuuntia ja -nopeuksia. Havaintoputkesta syötetään maahan keinotekoista tai luonnollista merkkiainetta, joka voi olla väriaine, elektrolyytti tai radioaktiivinen aine. Tämän aineen kulkeutumista maaperässä tarkkaillaan muista havaintoputkista (monipistemenetelmä). Yksipistemenetelmässä pohjaveden virtausnopeutta tutkitaan merkkiaineen laimenemisestä havaintoputkessa. Pohjaveden pilaamisen välttämiseksi on oltava tarkkana käytetyn merkkiaineen suhteen (Reijonen 2001). Turun Seudun Vesi Oy on tehnyt merkkiainetutkimuksen Virttaankankaalla tekopohjavesihankkeen tutkimusten yhteydessä, mutta muutoin menetelmän käyttö Suomessa on ollut vähäistä (Turun Seudun Vesi Oy 2003). (Korkka-Niemi & Salonen 1996)

Kerrospumppaus suoritetaan pumppaamalla vettä havaintoputkesta esim. kahden metrin välein ja mittaamalla pumppausvirtaama. Samalla otetaan vesinäytteet eri pumppauskorkeuksilta. Näistä näytteistä analysoidaan yleensä Fe, Mn, pH, O₂ ja lämpötila. (Korkka-Niemi & Salonen 1996) Kerrospumppausta käytetään yleensä perinteisissä matalatutkimustekniikkaa vaativissa kohteissa, joissa pohjavesi on lähellä maanpintaa.

Alueen kaivot kartoitetaan ja niiden vedenpinnan tasoa seurataan, sekä alueella sijaitseviin lampiin asennetaan kiinteät lampien vedenpinnantason mittauspisteet. Määrätyissä tilanteissa on hyvä luoda seurantaohjelma lampien vedenlaadun tarkkailemiseksi. Erityisesti on kiinnitettävä huomiota alueen talousvesikaivojen mahdolliseen kuivumiseen vedenoton seurauksena. Kaivojen omistajien kanssa on sovittava siitä kuinka vedensaanti turvataan ja millä ehdoin siinä tapauksessa, että kaivo kuivuu.

Purojen virtaamat mitataan ns. mittapadoilla, joista yleisimmin käytetty on V-aukkoinen Thompsonin pato. Virtaaman tulee tällöin olla alle 50 litraa sekunnissa. Suuremmilla virtauksilla käytetään ns. Cipolletin patoa. Mittapatojen asennusvaiheessa tulee kiinnittää erityistä huomiota siihen, että veden ylisyoisy on vapaa, veden tulonopeus on mahdollisimman pieni (vaimennusallas välttämätön), vettä ei virtaa padon ohi ja ettei pintavettä virtaa padon kautta. Vedenpinnan korkeuden padon aukon alareunasta ja virtaaman vastaavuudet on taulukoitu. Näin saadaan helposti tieto puron senhetkisestä virtaamasta. Suurin käyttöarvo on alivirtaamakausi mitatuilla virtaamilla, joiden avulla saadaan tieto alueelta purkautuvan veden vähimmäismäärästä. (Mustonen 1986)

Yleensä hankkeen toteuttaja tekee itse tarkkailuohjelman alueen purojen virtaamien sekä kaivojen, havaintoputkien ja lampien veden pinnankorkeuksien mittaamiselle. Tarkoituksena on määrittää alueen pohjaveden asema luonnonmukaisessa tilassa, johon voidaan verrata koepumppauksen mahdollisesti aiheuttamia muutoksia. Alueelliselta ympäristökeskukselta voidaan kysyä arviota suunnitelmasta. Kattava ja hyvin suoritettu tarkkailuohjelma helpottaa varsinaisen vedenottoluvan hakemista koepumppauksen jälkeen.

Maanomistajilta on hankittava luvat mittapatojen rakentamiselle ja muille alueella mahdollisesti tehtäville toimenpiteille (puiden kaato, maansiirtotyöt). Mittapadoille täytyy hakea lupa ympäristövirastolta, jos rakennettava pato aiheuttaa vesistön muuttamiskiellon vastaisen vesistön muutoksen. Myös em. toimenpiteisiin liittyvistä korvauksista on sovittava maanomistajien kanssa.

3.10 Koepumppaukset

Koepumppaus suoritetaan veden laadun, määrän, pohjavesiesiintymän kuormituskestävyyden ja vedenoton ympäristövaikutusten selvittämiseksi (Mustonen 1986). Koepumppaus voidaan tehdä joko imusarjasta, jolloin pohjaveden taso ei saa olla syvemmällä kuin 8 metriä, tai putkikaivosta pohjaveden tason ollessa syvemmällä tai jos tutkitaan laajaa pohjavesiesiintymää. Pumpattavan vesimäärän tulee olla vähintään arvioidun vedentarpeen suuruinen, koska tavoitteena on kuormittaa esiintymää siten, että saavutetaan uusi vedenottoa vastaava tasapainotila. Yleensä esiintymää kuormitetaan

suunniteltua vedenottoa suuremmalla määrällä, koska koepumppauksen vaikutusten tulee ulottua koko akviferin alueelle. Vain tällä tavoin voidaan määrittää vedenoton ympäristövaikutukset ja määrittää esiintymän suurin antoisuus. Pumppaus kestää normaalisti niin kauan, että tulosten luotettavuus on hyvä ja vuodenaikaisvaihtelujen vaikutukset saadaan näkyviin tuloksissa (VVY 1997). Liian lyhyt koepumppaus antaa vääristyneen kuvan vedenoton ympäristövaikutuksista, koska pohjaveden virtaussuuntien ja pinnankorkeuksien muutoksia ei saada riittävän hyvin esille. Tällöin vedenoton vaikutukset tulevat ilmi vasta varsinaisessa vedenottotilanteessa. (Vesiyhdistys 1984, Mustonen 1986)

Koepumppauksen suorittaminen koekaivoista annetaan lähes poikkeuksetta konsultin tehtäväksi. Heillä on tarvittavat laitteistot ja asiantuntemus ja siten edellytykset tutkimuksen tämän vaiheen onnistuneelle suorittamiselle. Konsultit kilpailutetaan ja tilaaja valitsee työhön sopivimman ehdokkaan.

3.10.1 Koekaivon paikan valinta

Kun edellä mainittujen tutkimusten perusteella on saatu määritettyä paikat, joissa maakerrostumat ovat hyvin lajittuneita ja karkearakeisia sekä riittävän laajoja ja ominaisantoisuudeltaan hyviä, voidaan näihin paikkoihin rakentaa koepumppausta varten joko imusarja tai koekaivo. Paikan valinnassa täytyy luonnollisesti ottaa huomioon veden laadulliset tekijät sekä mahdolliset ympäröivillä alueilla sijaitsevat pohjavettä uhkaavat kohteet kuten esimerkiksi kaatopaikat, huoltoasemat jne. Myös koepumppauspaikan yleinen sopivuus vedenotto paikaksi, pumpatun veden poisjohtamismahdollisuudet ja sähkön saaminen on huomioitava. Edullisimmat vedenotto paikat ovat maanpinnan syvänteissä, joissa pohjaveden pinta ei ole liian syvällä. Tällaisissa kohteissa koepumppaus suoritetaan yleensä imusarjasta. Pohjaveden nostokorkeus ei saa muodostua liian suureksi. Jos vedenotto keskittyy harjun välittömään läheisyyteen, on kaivo edullisinta rakentaa rinteeseen alaosaan, sorakuoppaan tai harjulammen reunalle. Toisaalta veden rauta- ja mangaanipitoisuudet ovat alhaisempia harjujen keskiosissa ja virtausolosuhteet edullisemmat. Tämän vuoksi nykyisin on suuntauduttu harjujen ydinosaan tutkimukseen ja siten syvätutkimustekniikkaan ja –menetelmiin (Reijonen 1991, Pohjois-Savon ympäristökeskus 1999). Koekaivon paikan valinnassa korostuu sitä edeltäneiden tutkimusvaiheiden huolellinen suoritus sekä todellisuutta vastaavat tulokset ja päätelmät.

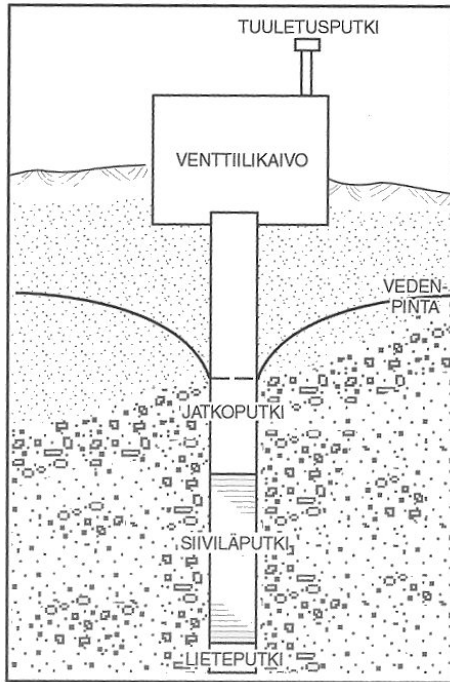
Normaalisti koepumppauspaikka toimii jatkossa vedenottopaikkana ja koekaivo tuotantokaivona (Reijonen 1991). (Korkka-Niemi & Salonen 1996, Vesiyhdistys 1984)

3.10.2 Koepumppausmenetelmät

Koepumppaus on mahdollista suorittaa joko imusarjasta tai koekaivosta. Nykyisin koekaivot ovat lähes poikkeuksetta siiviläputkikaivoja.

Imusarjasta suoritettava pumppaus tapahtuu siten, että paikalle juntataan riittävä määrä halkaisijaltaan 32-75 mm imuputkia, jotka on varustettu siiviläosalla. Putket yhdistetään keskenään rinnan ja kytketään itseimevään keskipakopumppuun. Koska vedenpinta alenee pumppauksen aikana, on varmistuttava siitä että imukorkeus ei missään vaiheessa muodostu liian suureksi. Jos tällainen vaara on olemassa, on paikalta kaivettava riittävä määrä maata pois. (Vesiyhdistys 1984, Mustonen 1986)

Vaihtoehtona imusarjapumppaukselle on kaivosta suoritettava koepumppaus. Jos paikalla on jo valmis kaivo voidaan pumppaus suorittaa siitä. Nykyisin on siirrytty yhä useammin käyttämään ns. siiviläputkikaivoja, joista vesi pumpataan uppopumpuilla (Kuva 8). Siiviläputkessa on V-muotoiset, sisäänpäin aukenevat raot. Siiviläputki viimeistellään tarvittavan pituuden ja rakokoon osalta yleensä vasta työmaalla. Huonosti vettä johtavissa maalajeissa käytetään ns. suurirakopinta-alaista siiviläputkea. Putkikaivot porataan maahan suurilla porauskoneilla. Aluksi maahan juntataan tai hierretään työputki, joka tyhjennetään pohjaveden pinnan yläpuolella vesihuuhtelulla ja paineilmalla. Pinnan alapuolelle jäävä osa tyhjennetään mekaanisesti kaivamalla maa-aines pois. Tällöin maalajien kerrokset merkitään muistiin ja otetaan hiekkänäytteet, joiden perusteella voidaan määrittää kaivosta saatava vesimäärä. Siiviläputki mitoitetaan joko tietokonemallinnuksen avulla tai kokemuksen perusteella. Määritettäviä suureita ovat putken pituus, putkityyppi, rakokoko ja asennustasot. Siiviläputken asennuksen jälkeen työputki nostetaan pois. Kaivon huuhtelupumppaus suoritetaan hienojakoisen maa-aineksen poistamiseksi kaivoa ympäröivästä maaperästä. Tämän jälkeen kaivon testauspumppauksella määritetään ympäristön ominaisainepitoisuus ja vedenjohtokyky. Vedet tulee johtaa pohjavesialueen ulkopuolelle tai verkostoon (Vesiyhdistys 1984). (Reijonen 1995)



Kuva 8. Kaaviokuva siiviläputkikaivosta (Mälkki 1999).

3.10.3 Koepumppauksen suoritus

Koepumppauksen tarkoituksena on saavuttaa tasapainotila, josta voidaan päätellä optimipumppausteho ja siten esiintymän kuormituskestävyys.

Pohjaveden pinnan alenemisen tarkkailemiseksi tehdään tarkkailuohjelma yhdessä koepumppauksen suorittajan ja alueellisen ympäristökeskuksen kanssa. Pinnankorkeushavainnot tehdään päivittäin koekaivon lähellä sijaitsevistä tarkkailuputkista ja lammista sekä itse koekaivosta. Viikoittain mitataan pinnankorkeudet muista seurantaohjelman mukaisista kohteista. Alueen purojen virtaamat ja yksityisten omistamien kaivojen vedenkorkeudet mitataan seurantaohjelman mukaisesti.

Pumppauksen kesto tulisi määritellä sen mukaan, miten hydrauliset ominaisuudet kuvastuvat tehdyistä havainnoista. Normaalisti koepumppausten kesto vaihtelee välillä 2-8 kuukautta sen mukaan kuinka nopeasti saavutetaan ns. optimitasapainotila, jossa pohjaveden pinta vakioituu tarkkailupisteissä jollekin tasolle. (Vesiyhdistys 1984)

Pumppaus aloitetaan suurella teholla, jotta vedenpinta saadaan alenemaan nopeasti. Tuottoa pienennetään asteittain ja jos pohjaveden pinta pumppauspaikalla alenee 4-5

metriä ja laskee edelleen, pienennetään pumppausteho sellaiseksi, että pitojen alenema pysähtyy sekä havaintoputkissa että pumppauspaikalla. Kun pohjaveden pinta on pysynyt alennetulla tasolla 4–14 vrk ja jos veden laatu on säilynyt hyvänä, voidaan pumppaus lopettaa. Pumppaustulokset, kuten pinnankorkeudet havaintoputkissa ja kaivoissa sekä pumpattu vesimäärä, mitataan automaattisesti ja siirretään sähköisessä muodossa tietokoneelle edelleen käsiteltäväksi (Suunnittelukeskus Oy & Suomen Pohjavesitekniikka Oy 1995). On myös huolehdittava siitä, että pumpattu vesi johdetaan pois pohjavesialueelta joko maahan imeytettäväksi tai suoraan verkostoon johdettavaksi. (Vesiyhdistys 1984)

Eräs tärkeä asia koepumppausten yhteydessä on veden laadun tarkkailu. Pumppaus vaikuttaa pohjaveden virtaussuuntiin ja –nopeuksiin sekä paineolosuhteisiin. Tällöin muutoksilla voi olla vaikutusta veden laatuun (Mn, Fe, pH ja O₂). Sen vuoksi veden laatua on tarkkailtava ennen pumppausta, sen aikana ja pumppauksen jälkeen. Tällöin voidaan osaltaan varmistua siitä, että veden laatu säilyy hyvänä myös siirryttäessä tuotantokäyttöön ja siitä, millainen veden käsittelytarve tulee olemaan. Yleensä jokaiselle koepumppaukselle tehdään oma näytteenottosuunnitelma. (Vesiyhdistys 1984)

Koepumppauksen loputtua on tärkeää jatkaa pohjaveden pinnankorkeuden tarkkailua ja seurata samalla sitä kuinka nopeasti ja hyvin pohjaveden pinta palautuu entiselle tasolleen. Tällä tavoin saadaan lisätietoa esiintymän ominaisuuksista ja kuormituskestävyydestä sekä palautumiskyvystä ja -nopeudesta.

3.10.4 Pohjavesimallinnus

Matemaattisten pohjavesimallien käyttö on lisääntynyt huomattavasti eri puolilla maailmaa viimeisten vuosien aikana. Malleja voidaan käyttää pohjavesitutkimuksissa, suoja-alueiden määrittämisessä sekä tutkittaessa saastumistapauksia.

Nykyisin pyritään yhä enemmän matemaattisen mallin muodostamiseen esiintymän hydraulisista ominaisuuksista, joita ovat vedenjohtokyky (T-arvo) ja varastokerroin (S-arvo) (Reijonen 1997). Hydraulisia ominaisuuksia määritettäessä koepumppauksessa on kiinnitettävä huomiota havaintoputkien tarkoituksenmukaiseen asetteluun alueella, pumppauksen riittävään suuruuteen esiintymän mittasuhteisiin nähden, pumppauksen

tuoton tasaisuuteen sekä havaintojen tiheyteen. Tällöin pohjavesiesiintymän käyttäytymistä voidaan ennakoida laskennallisesti. Tärkeimpänä etuna pohjavesiesiintymän mallintamisessa on se, että mallin avulla esiintymää voidaan kuormittaa eri tavoin ilman, että varsinaista pumppausta tarvitsee suorittaa. Mallintaminen vaatii erittäin hyvät perustiedot alueesta. Nämä tiedot saadaan kairauksista, pohjavesiputkihavainnoista, koepumppauksista ja virtaamahavainnoista sekä muista maaperätutkimuksista. (Mustonen 1986, Korkka-Niemi & Salonen 1996, Vesiyhdistys 1984)

Malli luodaan aikaisempien tutkimustulosten pohjalta ja kalibroidaan koepumppaustulosten avulla eli malliin määritetään esiintymän parametrit. Kalibroimisvaihe on koko mallintamistyön tärkein vaihe, josta riippuu kaikkien simulointiajojen luotettavuus. Simulointivaiheessa mallilla kuvataan erilaisten kuormitustilanteiden vaikutuksia ympäristöön sekä alueen vesitaseisiin ja virtaamiin. (Reijonen 1997)

Mallit jaetaan eri luokkiin sen mukaan, mikä on niiden käyttötarkoitus ja pohjavesisysteemin kuvaus. Malleilla on mahdollista kuvata yksi-, kaksi- tai kolmiulotteista virtausta sekä pysyvää tai muuttuvaa virtauskenttää. Virtausmalleilla kuvataan nesteen virtausta huokoisessa väliaineessa. Näitä malleja käytetään arvioitaessa pohjaveden pinnan alenemia ja käyttäytymistä pumppausolosuhteissa sekä virtauksen suunnan ja nopeuden arvioinnissa. (Korkka-Niemi & Salonen 1996)

Suomen ympäristökeskus ja Lounais-Suomen ympäristökeskus käynnistivät vuonna 1998 ns. VIRMA-projektin, jonka tarkoituksena on alueellisten ympäristökeskusten virtausmallinnusosaamisen lisääminen ja kehittäminen. Tavoitteena on, että vuoteen 2005 mennessä kaikissa ympäristökeskuksissa on mahdollisuudet ja osaaminen virtausmallinnuksen suorittamiseen. (Seppälä & Tuominen 2001)

4 POHJAVEDEN HANKINTAA KOSKEVAT LUVAT

Vaikka pohjavettä ei kukaan omista, on sen pysyvään laitosmittakaavaiseen ottamiseen silti hankittava lupa ympäristölupavirastolta. Tällä tavoin pyritään varmistamaan pohjavesien kestävä ja kohtuullinen käyttö sekä vähentämään pohjavedenotosta aiheutuvia haittoja vesiluonnolle ja ympäristölle. Lupa on myös hankittava niiltä henkilöiltä tai yhteisöiltä, joiden maa-alueilla pohjavesitutkimuksia tehdään. Tämä lupa koskee kuitenkin vain maa-alueiden käyttöä, ei itse vedenottoa. Varsinainen vedenottolupa haetaan siinä vaiheessa kun on varmistettu, että tutkittavalta pohjavesialueelta on mahdollista saada haluttu määrä vettä ja kun on tehty päätös vedenottamon rakentamisesta.

4.1 Tutkimus- ja koepumppauslupa

Pohjavesihankkeen yhteydessä on maastossa suoritettava tutkimuksia, jotka liittyvät välittömästi tai välillisesti alueen pohjavesivarojen ja pohjavesihankkeen toteuttamisedellytysten selvittämiseen. Käytännössä tutkimukset joudutaan lähes aina tekemään toisen omistamalla maa-alueella. Tällöin tutkimuksen suorittajalla on oltava maaomistajan lupa tehtäviin toimenpiteisiin. Yleensä tutkimusten suorittamisesta sovitaan suoraan maanomistajan kanssa. Jos alueiden käytöstä ei saada sopimusta aikaan, on lupa haettava kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselta. Jos koepumppauksella on pohjaveden muuttamiskiellossa mainittuja seurauksia, on lupa haettava ympäristölupavirastolta. Lupa pyydetään aina siitä kunnasta, jonka alueella tutkimuksia suoritetaan. Tutkimuslupa-asiasta on ilmoitettava kaikille niille joita asia koskee, millä varmistetaan asianosaisten mahdollisuus antaa vastaus asiasta ympäristönsuojeluviranomaiselle. Lupaa ei voida myöntää kuulematta alueen omistajaa. Tutkimusluvun hakijan on oltava laissa ja asetuksissa tarkoitettu oikeushenkilö, jolle lupa voidaan myöntää. (Koskinen & Waris 2000)

Tutkimusluvassa on mainittava mitä aluetta ja toimenpidettä lupa koskee sekä toimenpiteille asetettu määräaika. Tutkimustulosten ilmoittamisesta määrätään luvassa tapauskohtaisesti. Töiden aloittamisesta on hakijan ilmoitettava alueen omistajalle ja tutkimusten aikana on vältettävä asianosaisten etujen aiheutonta loukkaamista. Maanomistajille on suoritettava korvaukset omaisuusvahingoista, käyttöhaitasta, maa-

ainestenoton rajoituksista sekä maa- ja metsätaloudelle aiheutetuista vahingoista. (Koskinen & Waris 2000)

Vaikka koepumppaus on luonteeltaan tilapäistä ja vesilain 9 luvun 7 §:n perusteella ottolupaa ei tarvitse hakea tilapäiselle vedenotolle vesimäärän ylittäessä 250 m³/vrk, on luvan tarve sidoksissa vedenotosta aiheutuviin seurauksiin. Tällöin on lupa haettava ympäristölupavirastolta jos on mahdollista, että vedenotosta aiheutuu pohjaveden tai vesistön muuttamiskiellon mukaisia seurauksia. Luvan hakuvelvollisuus koskee kaikkia, myös ympäristökeskuksia ja muita valtion laitoksia. (Koskinen & Waris 2000)

4.2 Pohjaveden ottolupa

Vesilain 1 luvun 18 §:ssä ja 9 luvun 4 ja 7 §:ssä säädetään pohjaveden ottamiseen tarvittavasta luvasta. Lupaa pohjaveden ottamiseen on haettava ympäristölupavirastolta aina kun suunniteltu ottomäärä ylittää 250 m³/vrk. Edelleen on ympäristölupavirastolta haettava lupa sellaisen pohjavedenottamon rakentamiseen, joka on suunniteltu suuremman kuin 250 m³/vrk vesimäärän ottamiseen tai jos jo olemassa olevaa ottamoa laajennetaan siten että sen kapasiteetti ylittää em. vesimäärän. Lupa myönnetään yleensä vastaamaan hakijan todellista tarvetta. Veden tarpeen kasvaessa on tarvittaessa tehtävä uusi hakemus. (Koskinen & Waris 2000)

Vesistön muuttamiskiellon (VL 1:15) perusteella voidaan edellyttää lupahakemusta, jos on odotettavissa, että pohjavedenotto esimerkiksi vaikuttaa vesiluontoon sitä huonontavasti tai aiheuttaa uhkaa terveydelle ja omaisuudelle. Pohjaveden ja vesistön muuttamiskielto ei ole ehdoton. Siksi luvan myöntäminen on mahdollista siinäkin tapauksessa, että pohjavedenotolla epäillään olevan haitallisia vaikutuksia vesistöihin tai pohjaveteen. Tällöin kuitenkin yleensä annetaan lupapäätöksessä tarkkailu-, toimenpide- ja korvausvelvoitteita koskien kyseistä vesistöä. (Koskinen & Waris 2000)

4.2.1 Luvan edellytykset ja määräykset

Edellytyksenä luvan myöntämiselle on se, että hankkeesta saatava hyöty on siitä aiheutuvia haittoja, vahinkoja ja muita edunmenetyksiä huomattavasti suurempi (VL 9:8.1). Jos vedenottamolle edellytetään suoja-alueen perustamista, voidaan myös suoja-alueen

aiheuttamat maankäyttörajoitukset ja toimenpidemääräykset ottaa huomioon hyöty- ja haittavertailussa. Huolellisesti suoritettujen pohjavesitutkimukset ja vaikutusselvitykset ovat merkittävässä osassa, sillä siinä tapauksessa että hyöty- ja haittavertailua ei pystytä tekemään, puuttuvat edellytykset luvan myöntämiselle. Lupaa ei saa myöntää vesilain 2 luvun 5 §:n mukaan silloin kun rakentaminen vaarantaa yleistä terveydentilaa tai muuttaa vahingollisesti ympäristön luonnonolosuhteita tai huonontaa paikkakunnan asutus- tai elinkeino-oloja. Tärkeä edellytys luvan myöntämiselle on se, että hanke on hakijalleen tarpeellinen ja vedenottomäärät ovat sopuissuunnassa sekä vedentarpeen että esiintymän antoisuuden kanssa. Lupapäätöksiin sisällytetään usein tärkeiden luontokohteiden esim. lähteiden, luonnontilaisten uomien, lampien ja muiden luontoarvojen säilyttämiseksi erilaisia määräyksiä. (Koskinen & Waris 2000)

Pohjaveden pilaamiskiellon (YsL 1:8) mukaan lupaa ei voida myöntää jos hankkeella on tämän kiellon vastaisia seurauksia. Viranomaisen ei voi myöntää lupaa jos hankkeella on heikentäviä vaikutuksia Natura 2000-verkoston kuuluvaan alueeseen. Vaikutusten toteamiseksi suoritetaan luonnonsuojelulain (1096/1996) 65§:n mukainen arviointimenettely. (Koskinen & Waris 2000)

Vedenottolupa sisältää määräyksiä, joista osa johtuu suoraan vesilaista ja osa on ympäristölupaviraston harkinnanvaraisia ja tapauskohtaisia. Vesilain mukaisia määräyksiä ovat velvoitteet ottamon rakentamisesta ja käytöstä siten, että kenellekään ei aiheudu enempää vahinkoa ja haittaa kuin mikä on välttämätöntä sekä se, että veden tuhlausta tulee välttää ottamoa käytettäessä. Harkinnanvaraiset määräykset sisältävät mm. otettavan vesimäärän, ottamon rakenteiden sijoittamisen, tarkkailun, toimenpidevelvoitteet ja korvaukset. (Koskinen & Waris 2000)

Haettava vesimäärä on perusteltava ja sen suuruuden tulee perustua huolellisesti laadittuun vedentarve-ennusteeseen. Usein käy niin, että vedenottolupa myönnetään haettua pienemmälle vesimäärälle. Tällöin haettavan vesimäärän on katsottu olevan ylimitoitettu, yleisen tai yksityisen edun tulevan vaarannetuksi, vaikutusselvitysten tehdyn puutteellisesti tai veden laadun kärsivän haetun suuruudella vedenottomäärällä. Veden käyttökohde ja tarkoitus määritellään luvassa. Jos esim. käyttökohde muuttuu, on tästä tehtävä hakemus

ympäristölupavirastolle. Vain kriisi- ja häiriötilanteessa lupaa ei vaadita. Lupa myönnetään yleensä toistaiseksi voimassaolevana. (Koskinen & Waris 2000)

Veden laadun lakisääteisen tarkkailun lisäksi luvan saaja on velvollinen toimittamaan alueelliselle ympäristökeskukselle ehdotuksen tarkkailuohjelmaksi. Ympäristökeskus tekee ehdotukseen tarpeelliset lisäykset ja muutokset. Näin pyritään estämään ennalta arvaamattomat haitalliset vaikutukset. Tämä on luvan saajan kannalta edullista, koska luvan saaja on vastuussa myös sellaisista vahingoista joita ei lupapäätöksessä ole mainittu. Nykyisin pyrkimyksenä on esim. vedenpinnan korkeuden mittaamisen lisäksi alueen kaivojen ja havaintoputkien vedenlaadun tarkkailu. Tarkkailu käsittää sekä itse vedenottoon liittyvät asiat että pohjavesiesiintymän ympäristöön ja luonnonolosuhteisiin liittyvät kohteet. Luvassa määrätään erikseen hankkeen aiheuttamista korvauksista niille joita asia koskee. Korvaukset voivat liittyä mm. maa-alueiden hankintaan, vedensaannin vaikeutumiseen, maa-ainesten oton rajoituksiin, maa- ja metsätaloudelle aiheutuviin rajoituksiin jne. (Koskinen & Waris 2000)

Lupapäätöksessä määrätään aika jonka sisällä ottamo on rakennettava, sekä aika jonka sisällä rakentaminen on aloitettava. Jos aika ylittyy, lupa ja siihen liittyvät käyttöoikeudet raukeavat. (Koskinen & Waris 2000)

Hakijan on mahdollista anoa töidenaloittamislupaa ennen vedenottoluvan lainvoimaiseksi tuloa. Tällöin on varmistettava, että jos lupaa ei myönnetä, on alueen olot mahdollista palauttaa olennaisilta osin entisen kaltaisiksi. (Koskinen & Waris 2000)

4.2.2 Lupahakemusmenettely

Pohjavedenottolupahakemus toimitetaan kirjallisena siihen ympäristölupavirastoon, jonka toimialueella hanke toteutetaan. Hakemukseen tulee liittää vesiasetuksen mukaiset suunnitelmat ja selvitykset hankkeen vaikutuksista. Jos hankkeeseen on sovellettu YVA-menettelyä, tulee arviointiselostus liittää hakemukseen. (Koskinen & Waris 2000)

Lyhyt yhteenveto hankkeesta sisällytetään hakemuskirjelmään. Hakijan nimen ja osoitteen lisäksi kuvaillaan lyhyesti hakijan nykyinen vedenhankintajärjestelmä ja sitä koskevat luvat. Pohjavesialue kuvaillaan lyhyesti ja määritellään alue, jolle ottamo on tarkoitus

rakentaa. Hankkeen vaikutukset, veden käyttötarkoitus, vedenottomäärä, tarvittavat alueet, rakenteet ja laitteet sekä perustelut ko. esiintymän käytölle vedenottoon sisällytetään kirjelmään. Edelleen esitetään toimenpiteet, joille lupaa haetaan. Tällaisia ovat mm. pohjaveden otto toisen maalta sekä pohjavedenottamon tekeminen ja käyttäminen. (Siitonen 2002)

Varsinaisessa hakemussuunnitelmassa esitetään hankkeen taustatiedot sisältäen hakijan sen hetkisen vedenhankintajärjestelmän sekä suunnitellun pohjavedenoton liittymisen jo olemassa olevaan järjestelmään. Vedentarve-ennuste perusteluineen sekä vedenhankinnan vaihtoehdot esitetään riittävässä laajuudessa. (Siitonen 2002)

Vesiasetuksen (282/1962) mukaisen suunnitelman tulee sisältää:

- perustelu hankkeen tarkoituksesta
- selostus suunnitelluista töistä ja toimenpiteistä
- selostus hankkeen toimeenpanosta aiheutuvista, yleiseen tai yksityiseen etuun kohdistuvista vaikutuksista sekä seikoista, joilla on merkitystä hankkeen oikeudellisia edellytyksiä harkittaessa
- arvio hankkeen aiheuttamasta vahingosta, haitasta ja muusta edunmenetyksestä
- arvio siitä aiheutuuko hankkeesta luonnonsuojelulain vastaisia seurauksia.

(Koskinen & Waris 2000)

Tarpeen mukaan on vesiasetuksen 3 luvun 69§:n perusteella suunnitelmaan sisällytettävä:

- ” 1) selostus pohjavesioloista ja veden saannin mahdollisuuksista sillä paikkakunnalla, jonne pohjavettä on suunniteltu johdettavaksi;*
- 2) selostus pohjaveden ottamisen tarkoituksesta ja tarvittavan pohjaveden määrästä;*
- 3) selostus niistä vedenottamoista, joiden veden saantiin suunniteltu pohjaveden ottaminen saattaa vaikuttaa;*
- 4) yrityksen oikeudellisia edellytyksiä selvittävät tiedot; sekä*
- 5) muu tarpeellinen selvitys asian vaatimassa laajuudessa soveltuvien osin noudattaen, mitä 68 §:ssä on sanottu.”*

Hanke esitellään yksityiskohtaisesti. Hankkeen kohteena olevan pohjavesiesiintymän ominaisuudet, antoisuus ja olosuhteet esitetään pääosiltaan kenttätutkimuksissa saatujen tietojen perusteella. Hakemuksen tulee sisältää tarvittaessa yksityiskohtainen pohjavesiselvitys. Vedenottamoa koskevien tietojen tulee sisältää kaikki tarvittavia rakennuksia, pohjavesikaivoja, ottamoalueen omistussuhteita sekä pumpattavaa vesimäärää ja veden mahdollista käsittelyä koskevat asiat. Veden siirrossa käytettävät laitteistot ja rakenteet sekä töiden toteuttamisaikataulu ja kustannukset selvitetään. Myös töiden aiheuttamat haitat ja vahingot ja niiden estäminen selvitetään. (Siitonen 2002)

Koska pohjavedenotosta aiheutuu muutoksia sekä pohjaveden pinnankorkeuksiin, että myös toisinaan laatuun, on nämä vaikutukset esitettävä suunnitelmassa. Vaikutusten arvioinnin perusteena käytetään tehtyjä pohjavesitutkimuksia ja pohjavesimallinnusta jos sellainen on alueelta tehty. Pohjaveden pinnankorkeuden muutoksia verrataan alueen luonnontilaisiin pohjavedenkorkeuksiin. Tässä yhteydessä käy ilmi kuinka tärkeää on saada alueen pohjavesiolosta käsitys jo ennen koepumppausta. Jos pohjavedenotolla on vaikutusta alueen vesistöjen tilaan, täytyy aiheutuvat vaikutukset pinnankorkeuksiin, virtaamiin tai veden laatuun selostaa. (Siitonen 2002)

Pohjavedenotto voi heikentää suojelullisesti arvokkaiden lähteiden, purovesistöjen, harjulampien ja pienten järvien luonnontilaa niin merkittävästi, että vesilain mukaisen luvan myöntäminen pohjavedenottoon on mahdotonta. Tällaisessa tapauksessa täytyy kiinnittää erityistä huomiota ko. luontokohteiden kartoittamiseen ja pohjavedenoton niille aiheuttamien vaikutusten selvittämiseen. Näin ollen pohjavesitutkimuksia ei ole kannattavaa käynnistää ennen kuin on selvitetty missä laajuudessa hanke voidaan alueella toteuttaa. (Siitonen 2002)

Pohjavedenotolla on hyvin todennäköisesti vaikutusta alueen vesistöjen virtaamiin ja talouskaivojen vedenpintoihin. Suunnitelmaan täytyy sen vuoksi sisällyttää tiedot vedenottokohteista, joihin hankkeella voi olla vaikutusta. Esimerkiksi talouskaivoja voidaan syventää tai sopia talousveden toimittamisesta niille kiinteistöille joiden vedensaantiin pohjavedenotto alueelta vaikuttaa. Käytännössä suunnitelmaan sisällytetään

kaikki ne tiedot sekä vaikutusarvioinnit ja –selvitykset, joilla voidaan olettaa olevan merkitystä pohjaveden ottoluvan saamiseen. (Siitonen 2002)

Suunnitelmaan liitetään tiedot maa-alueista, joiden lunastaminen tai käyttöoikeuden saaminen on tarpeen hankkeen toteutumisen kannalta. Koska vedenotosta todennäköisesti aiheutuu erilaisia haittoja ja vahinkoja, on suunnitelmaan liitettävä toimenpide-esitys näiden estämisestä tai vähentämisestä. Korvausten osalta suunnitelmaan liitetään selvitys kohteista joille todennäköisesti aiheutuu haittaa ja esitys siitä kuinka ne korvataan. (Siitonen 2002)

Pohjavedenoton oikeudellisten edellytysten selvittämiseksi suunnitelmaan sisällytetään tiedot tarvittavista luvista ja oikeuksista sekä maanomistussuhteista. Kaikki tehdyt sopimukset esimerkiksi maa-alueiden käytöstä ja kaivojen syventämisestä liitetään suunnitelmaan. Tärkeä osa hankesuunnitelmaa on intressivertailu, jossa verrataan hankkeen hyötyjä ja vahinkoja keskenään. Jos halutaan ottaa pohjavettä toisen maalta, on tällöin kyettävä esittämään, että ilman kohtuuttomia kustannuksia tämä ei olisi mahdollista muilla vedenhankintavaihtoehdoilla. Hankkeen hyödyiksi voidaan katsoa esimerkiksi säästöt kustannuksissa verrattaessa hanketta muuhun vedenhankintavaihtoehtoon. Edelleen vedenlaatuun ja esiintymän suojattavuuteen liittyvät asiat voidaan katsoa hyödyiksi. (Siitonen 2002)

Pohjavesitutkimusten perusteella tehdään pohjavesiselvitys ja tämä sisällytetään tarvittaessa lupahakemukseen. Kaikki alueella tehdyt alustavat tutkimukset ja kenttätutkimukset, koepumppaukset sekä niiden tulokset esitetään yksityiskohtaisesti. Vaikutusalueen maanomistajat luetteloidaan ja yksityisten kaivojen kaivokortit liitetään selvitykseen. Maaperätutkimus-, virtaama-, vedenkorkeus- ja vesinäytetulokset sekä alueen sadantatiedot taulukoidaan ja koepumppaustulokset esitetään diagrammeina. Alueelle sijoitettavista laitteista ja rakenteista laaditaan asemapiirustus. Tutkimuksen aikana aiheutetut vahingot ja niistä suoritettavat korvaukset selvitetään. Luvan mukaisen toiminnan aiheuttamat vahingot ja haitat luetteloidaan ja esitetään mahdolliset korvaukset ja suunnitelmat haittojen ehkäisystä. (Siitonen 2002)

4.2.3 Lupamenettely

Hakemus ja siihen liitetty hankesuunnitelma tarkastetaan ympäristölupavirastossa. Hakemukseen voidaan pyytää lisäselvityksiä. Jos lisäselvityksiä ei ole hakijan toimesta toimitettu määräaikaan mennessä ympäristölupavirastoon, on hakemus lain mukaan jätettävä käsittelemättä. Määräaikaan liittyvissä kysymyksissä voivat ympäristölupavirasto ja hakija olla yhteydessä ja sopia yhdessä kohtuullisesta määräajasta, joka mahdollistaa lisäselvityksien tarkoituksenmukaisen suorittamisen. Tämän jälkeen ympäristölupavirasto päättää hakemuksen käsittelytavasta. Hakemus voidaan käsitellä joko kuulutusmenettelyllä tai määrätä katselmustoimitukseen. Kuulutusmenettely on yleisin vedenhankintaan liittyvän hakemuksen käsittelytapa. Tällöin asianosaisille annetaan tieto hankkeesta ja varataan heille mahdollisuus toimittaa mahdolliset muistutukset ja vaatimukset hankkeesta kirjallisena ympäristölupavirastoon. Katselmustoimitus on ajankohtainen yleensä silloin kun kysymys on esimerkiksi suoja-aluehakemuksesta tai jos ympäristölupaviraston ei ole muutoin mahdollista saada tarvittavaa yksityiskohtaista tietoa hankkeen aiheuttamista vaikutuksista ja edunmenetyksistä. Yleensä tavanomaista vedenottohakemusta ei määrätä katselmustoimitukseen. (Koskinen & Waris 2000)

4.3 Vesijohdon rakentamislupa

Jos vesijohdon rakentamisesta toisen alueelle aiheutuva haitta ei ole siihen verrattavaa hyötyä suhteettomasti suurempi, on maanomistaja velvollinen sallimaan johdon rakentamisen maidensa halki. Johdon rakentamisesta ja maa-alueiden käyttämisestä aiheutuva haitta on korvattava. Jos johdon tekemisestä ei ole voitu sopia alueen omistajan kanssa, voidaan asia saattaa kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen ratkaistavaksi. (Koskinen & Waris 2000)

Johdon kulkiessa usean kunnan alueella saatetaan asia ympäristölupaviraston ratkaistavaksi. Haettaessa ympäristölupavirastolta lupaa vedenottamiseen, voidaan samalla hakijan pyynnöstä sisällyttää lupapäätökseen yksityiskohtaiset määräykset siitä miten vesijohdon rakentaminen toisen alueelle toteutetaan. Ympäristölupaviraston myöntämä lupa vesijohdon rakentamiseen tarvitaan aina silloin kun johto rakennetaan yleisen uittotai kulkuväylän alitse. Eräissä tapauksissa runkojohdon rakentamiseen sovelletaan YVA-menettelyä pohjavedenottohankkeen yhteydessä. Luvan myöntämisen edellytyksenä on

että johdon rakentamisesta aiheutuva hyöty on siitä aiheutuvia haitallisia vaikutuksia huomattavasti suurempi. (Koskinen & Waris 2000)

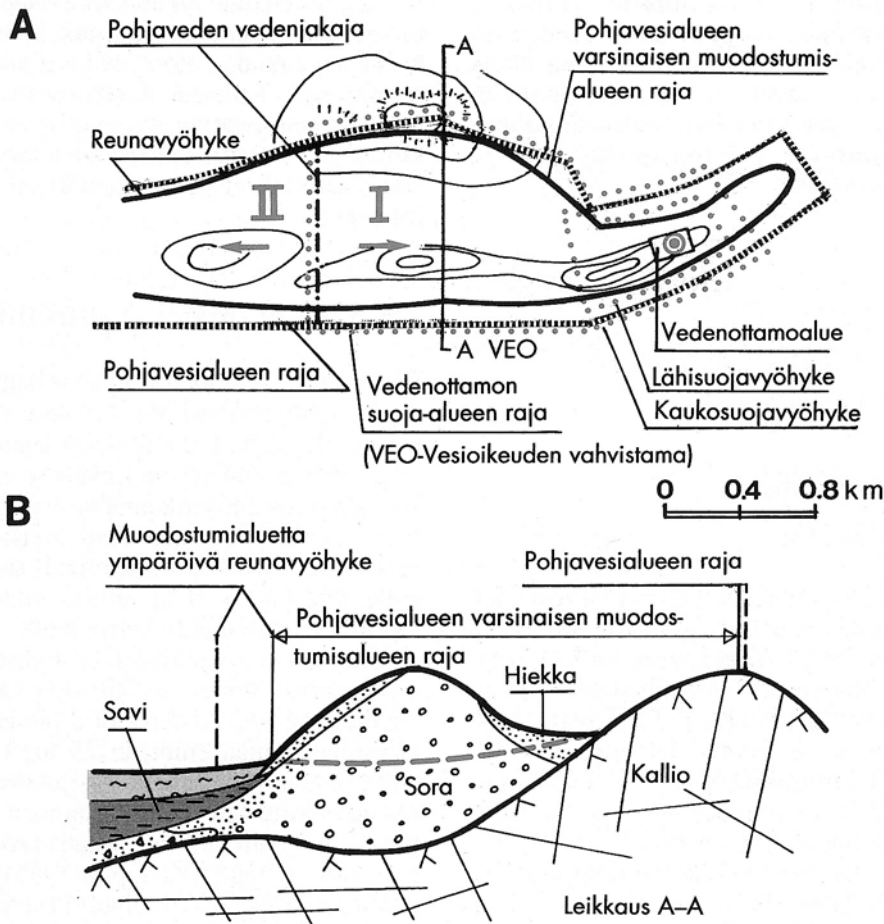
4.4 Vedenottamon suoja-alue ja pohjavesialueen suojelusuunnitelma

Vesilain 9 luvun 19 ja 20§:ssä säädetään vedenottamon ympärille perustettavasta suoja-alueesta. Tarkoituksena on turvata veden säilyminen puhtaana terveydellisistä tai muista tärkeistä syistä johtuen.

Rakenteeltaan suoja-alue muodostuu ottamoalueesta, jonka ympärillä on lähi- ja kaukosuojavyöhyke (Kuva 9). Ottamoalue on yleensä muutaman hehtaarin kokoinen alue, joka käsittää ottamon ja siihen liittyvien rakennusten tarvitseman maa-alueen. Lähisuojavyöhyke on enimmillään muutamien satojen hehtaarien suuruinen ja se rajataan siten että pohjaveden viipymä vyöhykkeen rajan ja vedenottamon välillä on vähintään kaksi kuukautta (Mälkki 1999). Kaukosuojavyöhyke on suojelun kannalta tehokkain silloin kun se kokonaisuudessaan kattaa ottamolle tulevan pohjaveden muodostumisalueen. (Koskinen & Waris 2000)

Määräys suoja-alueen perustamiselle voidaan saada joko vedenottoluvan yhteydessä tai erillisellä hakemuksella. Jos kyseessä on erillinen hakemus, edellytetään joko olemassa olevaa ottamoita tai voimassaolevaa lupaa ottamon rakentamiselle. Suoja-alue ei saa olla tarpeettoman suuri, eikä sillä saa ilman ympäristöviraston lupaa pitää vakituista asuinrakennusta taikka sellaista säiliötä, viemäriä, varastoa tai laitosta, joista voisi joutua pilaavaa ainetta vesistöön. Myös kaikenlainen vedenlaatua huonontava toiminta on alueella kielletty. Ympäristölupavirasto antaa suoja-aluepäätöksessään määräyksiä alueella tehtävistä suojatoimenpiteistä sekä käyttöä koskevista rajoituksista. Suoja-alueella ei voida määrätä silloin jos pohjavesiesiintymälle ei ole esitetty vedenottoa koskevaa hakemusta. Suoja-alueen perustamisen edellytyksenä on todellinen tarve esiintymän suojaamiseen. Nykyisin pohjavesialueille tehdään pääasiassa suojelusuunnitelmia. Jos kuitenkin on mahdollista, että suojelusuunnitelma ei ole riittävä suojaamaan esiintymää, on suoja-alue tarpeellinen. Näin voi olla esimerkiksi silloin kun ottamo sijaitsee toisen kunnan alueella tai jos halutaan kieltää sellainen toiminta, joka olisi muutoin sallittua pohjavesialueella. Maa-ainesten otto, maa- ja metsätalous, liikenne ja liikennealueet sekä jätevesien

johtaminen ovat yleisimmin toimintoja, joita suoja-alue määräykset koskevat. (Koskinen & Waris 2000) Vesiasetuksen 69a§:ssä säädetään suoja-alueen määrittämisestä koskevan hakemuksen sisällöstä. Vesilain 9:19 mukaan ”Suoja-alueeksi määrittämisestä toiselle johtuva vahinko, haitta ja muu edunmenetykset on hakijan korvattava.”



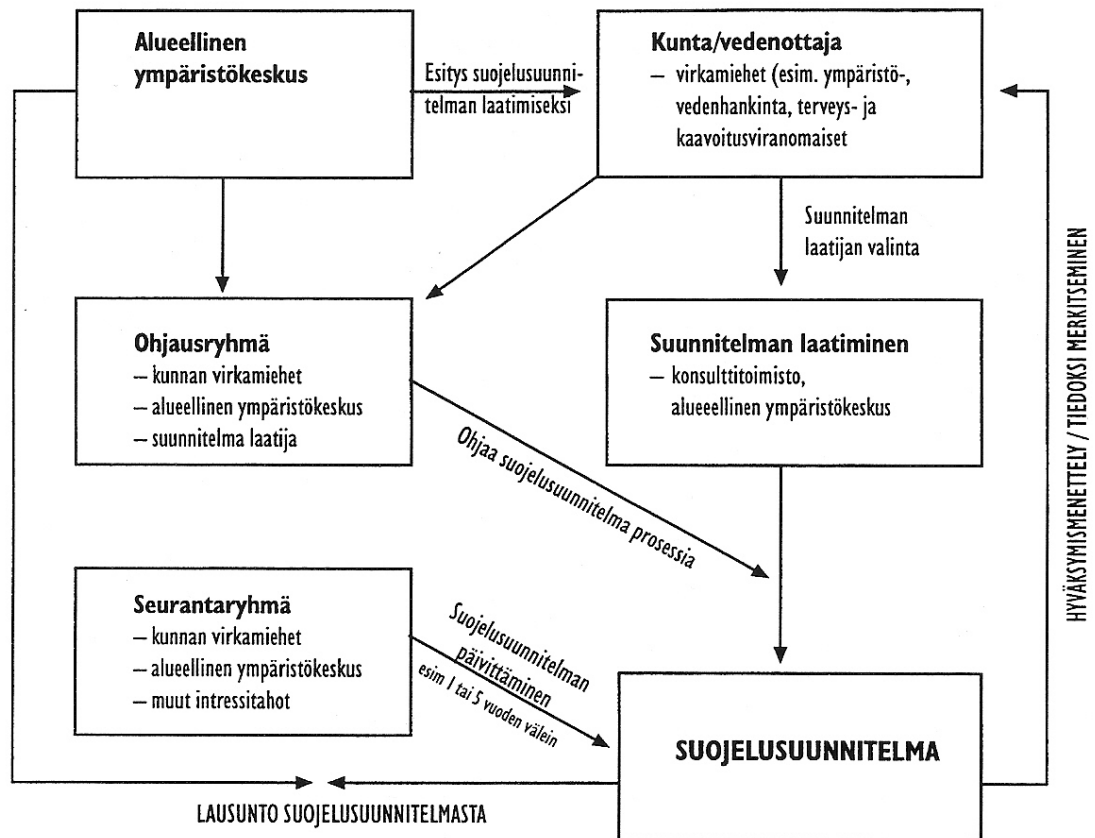
Kuva 9. Periaatepiirros pohjavedenottamon suoja-alueen rajaamisesta sekä pohjavesialueen ja pohjavesialueen varsinaisen muodostumisalueen raja (Hatva et al. 1993).

Suoja-alueiden merkitys pohjaveden suojelussa on vähentynyt sitä mukaa kun lainsäädäntöä on uudistettu ja pohjavesien suojelusta säättävät lait ovat kehittyneet tehokkaiksi (Hatva et al. 1993).

Melko uusi pohjavesien suojelemiseen tähtäävä toimintamuoto on pohjavesialuekohtainen suojelusuunnitelma. Ensimmäiset suojelusuunnitelmat laadittiin vuosina 1991-1992. Suoja-

alueisiin verrattuna suojeleusuunnitelma on hyvin joustava, tehokas ja nopea toteuttaa. Erona suoja-alueisiin on myös se, että suojeleusuunnitelma tehdään koko pohjavesialueelle eikä vain ottamon lähialueelle ja se on mahdollista tehdä myös pohjavesialueelle joka ei ole vedenhankintakäytössä (Hatva et al. 1993). Tavoitteena on tehdä suojeleusuunnitelma kaikille vedenhankinnan kannalta tärkeille pohjavesialueille ja harkinnan mukaan vedenhankintaan soveltuville pohjavesialueille. Keskimäärin suojeleusuunnitelman tekeminen pohjavesialueelle kestää noin vuoden. Tärkeä tavoite suojeleusuunnitelman tekemisessä on maankäytön ja pohjavedensuojelun yhteensovittaminen. Tällöin on mahdollista välttää tarpeeton maankäytön rajoittaminen. Uusien riskikohteiden sijoittamista alueelle pyritään välttämään mm. suojeleusuunnitelman huomioonottamisella kaavoituksessa. Suojeleusuunnitelmaa ei vahvisteta vesioikeudessa, eikä sillä ole juridisia seurausvaikutuksia. Muita pohjavesien suojeleua edistäviä suunnitelmia ovat mm. soranottoalueiden kunnostussuunnitelmat sekä suojeleusuunnitelmasta erillään tehdyt riskikartoitukset. (Rintala 1999)

Vastuu suojeleusuunnitelman tekemisestä tai teettämisestä on pääasiassa kunnilla ja pohjavedenottajilla. Suunnitelman laadintaprosessi, jossa alueellinen ympäristökeskus toimii lähinnä ohjaavana tahona, on melko suoraviivainen (Kuva 10). Vedenottaja teettää suunnitelman konsulttitoimistolla, opinnäytetyönä tai alueellisten ympäristökeskusten edustajilla. Laadintaa ohjaamaan voidaan perustaa ohjausryhmä, jossa on edustajat sekä ympäristökeskuksesta, kunnasta että suunnitelman laatijalta. Suunnitelman valmistuttua seurantaryhmä, johon kuuluvat kunnan edustajat, alueellisen ympäristökeskuksen edustajat ja muiden intressitahojen edustajat, seuraa ja päivittää suunnitelmaa säännöllisin väliajoin. Käytäntönä on ollut, että suojeleusuunnitelma vahvistetaan kaupunginvaltuustossa tai merkitään tiedoksi kaupunginhallituksessa. Jos alueellinen ympäristökeskus ei ole ollut mukana laadintaprosessissa voidaan siltä pyytää lausunto suunnitelmasta. (Rintala 1999)



Kuva 10. Suojelusuunnitelman laadintaprosessi (Rintala 1999).

Kustannuksiltaan suojelusuunnitelman laatiminen vaihtelee suuresti. Keskimäärin yhden suojelusuunnitelman hinnaksi on tullut 10 000-17 000 €. Kustannukset riippuvat paljolti siitä tehdäänkö suojelusuunnitelma useille pohjavesialueille samanaikaisesti ja siitä millainen on hydrogeologisten olosuhteiden selvitystarve. (Rintala 1999)

Vuonna 1994 aloitettiin ympäristöministeriön, Suomen ympäristökeskuksen ja Geologian tutkimuskeskuksen toimesta hanke "Pohjavesien suojelun ja kiviaineshuollon yhteensovittaminen" eli POSKI-projekti. Hankkeen tavoitteena on ollut saada perustiedot alueittain sora- ja kallioalueiden kiviainesten määrästä, maa-ainesten oton sijoittaminen pohjavesien kannalta turvalliseen paikkaan sekä vanhojen pohjavesille likaantumiseriskin aiheuttavien soranottoalueiden kunnostaminen (Antikainen et al. 2001).

5 POHJAVESIHANKKEEN KESTO JA AIKATAULU

Pohjavesihankkeen aikataulu ja samalla kesto voidaan jakaa erillisiin vaiheisiin. Näitä vaiheita ovat esiselvitys- ja maastotyövaiheet, alustavat koepumppaukset ja esitarkkailu, koepumppausvaihe ja lopuksi vedenottoluvan hakeminen ja suojelusuunnitelman teko. Ympäristövaikutusten arviointimenettely pohjavesihankkeiden yhteydessä rajoittuu hyvin pieneen osaan hankkeita. Tämän vuoksi siihen kuluva aika on sisällytetty vedenottoluvan ja suojelusuunnitelman kanssa samaan vaiheeseen. Liitteessä 1 on esitetty esimerkinomaisesti pohjavesihankkeen aikataulun rakentuminen ilman pohjaveden ottamiseen tarvittavan luvan hakemista ja suojelusuunnitelman tekoa. Lähdeaineistona on, ellei erikseen mainita, käytetty Paavonlammen alueesta tehtyjä tutkimusraportteja ja muuta saatavilla ollutta aineistoa, Saarijärven Vesihuolto Oy:n toimitusjohtajan Eero Mykkäsen 9.1.2003 antamia tietoja Aholanharjun-Syrjäharjun alueen pohjavesiselvityksistä ja vedenottamohankkeesta, Keski-Suomen ympäristökeskuksen rakennusmestari Ossi Alhon kirjallista tiedonantoa (17.1.2003) sekä seuraavia pohjavesiselvityksiä:

- Kangastenperän pohjavesiselvitys 1.10.1998, Keuruu, Keski-Suomen ympäristökeskus
- Kammolankankaan pohjavesiselvitys 1.4.1998, Pihtipudas, Keski-Suomen ympäristökeskus
- Lintusyrjänharjun pohjavesiselvitys 21.3.1997, Keuruu, Keski-Suomen ympäristökeskus
- Aholanharjun-Syrjäharjun pohjavesiselvitys 1.11.1991, Saarijärvi, Keski-Suomen vesi- ja ympäristöpiiri
- Häkkilän pohjavesiselvitys, jatkotutkimus II 8.6.1988, Saarijärvi, Keski-Suomen vesi- ja ympäristöpiiri
- Häkkilän pohjavesiselvitys, jatkotutkimus I 20.8.1987, Saarijärvi, Keski-Suomen vesi- ja ympäristöpiiri
- Häkkilän pohjavesiselvitys 15.11.1985, Saarijärvi, Keski-Suomen vesipiiri

5.1 Esiselvitysvaihe

Esiselvitysvaiheessa hahmotellaan hankkeen tavoitteet ja vaatimukset vesihuoltolaitoksen ja alueellisen ympäristökeskuksen toimesta, suoritetaan kartta- ja ilmakuvatarkastelu sekä aikaisempien tutkimusten analysointi ja hankitaan tutkimusluvut maanomistajilta. Esiselvitysvaiheen työvaiheet vievät yleensä esimerkissä mainitun ajan. Kun esiselvitysvaihe on tehty perusteellisesti, on jatkotutkimusten tulosten luotettavuuskin parempi.

5.2 Maastotyövaihe

Maastotyövaihe koostuu maastotarkastelusta, geofysikaalisista tutkimuksista, kairauksista ja havaintoputkien asentamisesta, kerrospumppauksista ja/tai putkivirtausmittauksista, mittapatojen rakentamisesta, vesinäytteiden ottamisesta ja mahdollisesta luontoarvoselvityksestä. Maastotyöosassa työvaiheiden kestot riippuvat täysin siitä, millainen alue on kyseessä. Vaikuttavia tekijöitä ovat mm. se, kuinka monta geofysikaalisten tutkimusten mittaussinjaa tarvitaan, kuinka paljon joudutaan kairaamaan ja millainen määrä havaintoputkia alueelle asennetaan. Esimerkkiaikataulussa on oletettu, että geofysikaalisiin tutkimuksiin on varattava aikaa n. kaksi viikkoa, johon aikaan sisältyy raportin tekeminen.

Kairauksia on oletettu tehtävän 5-30 pisteessä, havaintoputkia asennettavan 10 kappaletta ja kerrospumppauksia 3-15 kappaletta. Kairauksiin ja havaintoputkien asentamiseen on oletettu käytettävän monitoimikairaa.

Putkivirtausmittauksiin kuluva aika on yleensä kerrospumppauksiin kuluvaan aikaan lyhyempi, koska mittauksia tehdään muutamasta putkesta ja tilanteesta riippuen niihin kuluu aikaa korkeintaan 1 päivä / putki. Mittapatojen rakentaminen vaatii aikaa n. 1 päivä / pato. Patojen rakentamista suunniteltaessa täytyy selvittää, tarvitaanko paikalla kaivinkonetta maansiirtotöissä sekä mistä ja milloin kaivinkone on saatavissa käyttöön.

Vesinäytteiden ottamiseen varattava aika riippuu siitä, kuinka monesta havaintoputkesta, lammesta ja talousvesikaivosta näytteitä otetaan. Luontoarvoselvityksen tekeminen vaihtelevalla ja lampirikkaalla alueella kestää n. 2 viikkoa. Maastotarkastelun ja

luontoarvoselvityksen tekemisen ajoituksessa on otettava huomioon, että ne vaativat lumettoman vuodenajan.

5.3 Alustavat koepumppaukset ja esitarkkailu

Alustavat koepumppaukset voidaan lukea omaksi vaiheekseen, koska tietyissä helppoissa kohteissa, joiden vedenottomäärät ovat alle 500 m³/vrk ja kaivonpaikan määrittäminen on pystytty suorittamaan riittävällä tarkkuudella ja varmuudella, voidaan koepumppauksen suorittaminen koekaivosta jättää pois ja rakentaa kaivo suoraan imusarjakoepumppauspaikalle. Alustavat koepumppaukset tehdään joko lyhyenä päivän kestäväenä pumppauksena pelkästään vedenjohtavuuden selvittämiseksi tai ne voivat kestää jopa 3 kuukautta siinä tapauksessa, että tarkoituksena on rakentaa kaivo paikalle ilman kaivosta suoritettavaa koepumppausta. Imusarjan ja pumpun asentaminen maastoon vie noin 3 päivää.

Esitarkkailuvaihe alkaa, kun havaintoputket ja mittapadot on rakennettu, talousvesikaivot kartoitettu ja lampiasteikot merkitty, ja jatkuu siihen saakka kunnes koepumppauksen aikainen tarkkailu alkaa. Esiselvitysvaihe soveltuvin osin ja maastotyövaihe sekä alustava koepumppaus toistuvat mahdollisesti useitakin kertoja ennen kuin voidaan harkita varsinaisten koekaivojen rakentamista. Tällöin on kyseessä hanke, jossa pohjavesi on syvällä, tutkittava alue on laaja ja monimuotoinen sekä otettava vesimäärä on huomattava (1000-5000 m³/vrk).

5.4 Koepumppausvaihe

Seuraava osa on varsinainen koepumppausosa, joka sisältää konsulttien kilpailuttamisen, tiedotustilaisuuden alueen asukkaille ja maanomistajille, tarvittavat seurantalaverit, koekaivojen rakentamisen, siirtojohdon rakentamisen, pumppujen ja putkien asentamisen, varsinaisen koepumppauksen ja pumppauksen tarkkailun ja valvonnan sekä pohjavesiesiintymän mallintamisen ja tulosten raportoinnin.

Konsulttien kilpailutus vie yleensä n. kolme viikkoa tarjouspyyntöjen tekeminen ja tarjousten käsitteleminen mukaan luettuna. Tiedotustilaisuuden järjestämiseen ja itse tilaisuuteen tulee varata aikaa muutama päivä. Yhden koekaivon rakentamiseen kuluu yksi

päivä riippuen siitä millaisilla laitteilla konsultti kaivon rakentaa. Nykyisin konsulteilla on käytettävissä raskaita, juuri tarkoitusta varten kehitettyjä maastotyökoneita, joilla siiviläputkikaivon tekeminen on helppoa ja nopeaa. Siirtojohdon rakentamiseen varattava aika vaihtelee paljon. Voi olla, että koepumppausvesien johtamiseksi pois alueelta riittää hyvinkin lyhyt putki, kun taas siinä tapauksessa, että vedet johdetaan runkovesijohtoon ja kulutukseen, voidaan tarvita usean kilometrin pituinen johtolinja, jolloin materiaalien tilaamiseen, toimittamiseen ja johdon rakentamiseen menee useita kuukausia. Suurten putkitilauksien kohdalla on tilaamiseen ja toimittamiseen hyvä varata aikaa ainakin 1 kuukausi. Pumppujen ja putkistojen asentaminen yhteen koekaivoon kestää kahdelta työntekijältä vajaan viikon.

Varsinaisen koepumppauksen kesto määräytyy esiintymän ominaisuuksien ja pumppauksessa saavutettavan vaikutuslottuvuuden mukaan. Alle kahden kuukauden pituinen koepumppaus ei käytännössä anna oikeaa kuvaa esiintymän ominaisuuksista ja vedenoton vaikutuksista. Laajojen esiintymien ollessa kyseessä voi pumppauksen kestoksi tulla jopa 8 kuukautta. Koepumppauksen tarkkailu ja valvonta jatkuvat vielä koepumppauksen loppumisen jälkeen.

Pohjaveden mallinnus ja työn raportointi kuuluvat oleellisesti hankkeeseen. Konsultti muodostaa mallin perustan pohjavesiesiintymästä jo olemassa olevien tietojen perusteella ja kalibroi mallin koepumppaustulosten avulla. Esiintymän mallinnus käynnistyy kun pohjavesiesiintymän tiedot on toimitettu konsultille. Hankkeen tutkimusvaihe päättyy konsultin raporttiin suoritetuista tutkimuksista.

5.5 Vedenottolupa ja suojelusuunnitelma

Edellä mainittujen vaiheiden jälkeen, tulosten ollessa vedenoton kannalta myönteisiä, voidaan aloittaa vedenottoluvan hakeminen ympäristölupavirastolta. Vedenottoluvan hakemiseen on varattava aikaa ainakin vuosi. Tämä aika-arvio on täysin ohjeellinen, koska lupahakemuksesta ja luvan myöntämisestä mahdollisesti tehtyjen valitusten käsitteleminen pitkittää luvan saamista huomattavasti (suull. tiedonanto, Eero Mykkänen, toimitusjohtaja, Saarijärven Vesihuolto Oy, 9.1.2003). Suojelusuunnitelman tekemiseen täytyy varata aikaa

noin 12 kuukautta riippuen siitä, millainen työ joudutaan tekemään ko. alueella olevien riskitekijöiden ja muiden olosuhteiden kartoittamiseksi.

Jos hankkeeseen on sovellettava ympäristövaikutusten arviointimenettelyä, lisää tämä hankkeeseen kuluva aikaa keskimäärin 5-12 kuukautta. Ympäristövaikutusten arvioinnin on oltava valmis ennen lupahakemuksen jättämistä.

Liitteessä 1 esitetty aikatauluesimerkki on tehty keskisuurelle hankkeelle, jossa konsultit kilpailutetaan, koepumppaukset suoritetaan kahdesta siiviläputkikaivosta ja pumppausvedet johdetaan ensin siirtojohtoa pitkin ensimmäiseltä kaivolta toisen kaivon läheisyyteen ja siitä edelleen yhteistä siirtojohtoa pitkin pois muodostumisalueelta. Siirtojohtoon yhteispituudeksi on oletettu n. 1 kilometri. Kohteessa on tehty myös alustava koepumppaus ja luontoarvoselvitys. Esimerkissä oletetaan, että töitä tehdään 5 päivää viikossa ja että käytettävissä on riittävästi työvoimaa eri tutkimusvaiheiden suorittamiseksi yhtäaikaan.

Huomionarvoista on se, että käytännössä hyvin harvoin tutkimukset suoritetaan yhtäjaksoisesti, vaan työntekijät tekevät välillä muita töitä ja siten tutkimusvaiheiden väliin jää huomattaviakin määriä aikaa, joka ei edistä ko. hanketta. Tämä voi jopa kaksinkertaistaa hankkeen keston verrattaessa sitä esimerkkiaikatauluun. Tavoitteena onkin esittää eri tutkimusvaiheiden keskinäinen järjestys ja verrata niiden kestoajoja toisiinsa. Edelleen on huomattava se seikka, että pohjavesialue sekä sen rakenne ja sijainti määräävät lähestulkoon kokonaisuudessaan sen, kuinka paljon aikaa mihinkin tutkimusvaiheeseen kuluu.

6 POHJAVESIHANKKEEN KUSTANNUSTEN MUODOSTUMINEN

Jokainen pohjavesihanke on omanlaisensa. Tämä tarkoittaa sitä, että on mahdotonta antaa yleispätevää vastausta siihen, kuinka paljon tietyn kokoinen pohjavesihanke tulee maksamaan. Tämän vuoksi voidaan esittää vain hankkeen kustannusrakenne, joka on tässä työssä jaettu kolmeen osaan. Siksi tässä työssä käsitellään euromääräisinä vain esimerkkihankkeen kustannukset ja niiden rakentuminen sekä muutama yksittäinen työvaihe, joiden kustannukset ovat samat riippumatta siitä, minkä kokoisesta ja tyyppisestä hankkeesta on kysymys. Liitteessä 2 on esitetty tiiviissä muodossa pohjavesihankkeen kustannusten rakentuminen eri työvaiheissa sekä työn suorittaja. Lähdeaineistona on käytetty, ellei toisin mainita, Keski-Suomen ympäristökeskuksen rakennusmestari Ossi Alhon kirjallista tiedonantoa (17.1.2003), Saarijärven Vesihuolto Oy:n toimitusjohtajan Eero Mykkäsen 9.1.2003 antamia tietoja Aholanharjun-Syrjäharjun alueen pohjavesiselvityksistä ja vedenottamohankkeesta, sekä Paavonlammen alueen pohjavesitutkimuksiin liittyvää aineistoa.

Vesimäärä, joka alueelta halutaan ottaa, pohjavesialueen ominaisuudet ja etäisyys sekä se, kuka (tilaaja, alueellinen ympäristökeskus ja/tai konsultti) minkin työvaiheen suorittaa, muovaavat kustannuksia. Pohjavesialueen maaperä voi rakentua hyvinkin vaihtelevista maalajeista, mikä määrää sen, kuinka laajat kenttätutkimukset alueen morfologian tutkimiseksi ovat tarpeen. Alueella voi olla useita lähteitä, puroja, soita, kosteikkoja ja pohjavesivaikutteisia lampia, joiden suojeleminen on turvattava. Siksi alueella on suoritettava luontoarvoselvityksiä ja virtaamamittauksia pohjavedenoton vaikutusten arvioimiseksi. Alueella voi myös olla Natura 2000-kohteita tai muita suojelukohteita, jolloin on varmistuttava siitä, että tuleva vedenotto ei missään muodossa vaaranna kohteiden suojeleminen.

Pääsääntönä voidaan pitää sitä, että kenttätutkimusten ja –selvitysten tekemiseen kannattaa varata aikaa ja rahaa, koska koepumppausvaihe siiviläputkikaivoista on kallis ja epäonnistunut kaivonpaikan valinta siten aiheuttaa suuria lisäkustannuksia. Vedenottoluvan saaminen voi viivästyä tai jopa estyä huonosti tehtyjen perusselvitysten vuoksi.

6.1 Työ- ja matkakustannukset

Töiden (palkat ja päivärahat) osuus kustannuksista muodostuu sen mukaan, kenen työntekijät työvaiheen suorittavat ja tarvitaanko työhön ulkopuolista apua esim. kaivinkonetta mittapatojen rakentamisessa. Tutkimusalue voi sijaita kymmenien kilometrien päässä vedenjakelualueesta sekä työntekijöiden ja kaluston lähtöpaikasta, jolloin tutkimuskustannuksissa tulee ottaa huomioon alueelle siirtyminen ja tästä aiheutuvat polttoainekustannukset ja kulkuvälineiden käyttökulut. Talvella voi olla tarpeen järjestää tutkimusalueen teiden aeraus joko omalla kalustolla tai teettää työ ulkopuolisella.

Työvaiheet, jotka suoritetaan muiden kuin tilaajan toimesta, laskutetaan yleensä tilaajalta työn tekijän omien taksojen mukaisesti. Alueelliset ympäristökeskukset tekevät osan pohjavesitutkimuksista oman tutkimusrahoituksensa turvin. Jos kuitenkin on kysymys vedenottoon tähtäävästä tutkimuksesta, laskuttaa alueellinen ympäristökeskus töiden, matkakulujen ja materiaalien osalta työn tilaajaa.

Kuten edellä on jo mainittu, suuret kokonaisuudet, kuten koepumppauksen suunnittelu, ohjaus ja toteutus, koekaivojen rakentaminen ja pohjavesimallinnus teetetään konsultilla. Urakkahinta jakaantuu tarjouspyynnössä esitettyjen vaatimusten mukaan erillisiin osiin työkokonaisuuksien mukaan. Kilpailuttaminen varmistaa sen, että hinta-laatu suhde säilyy hyvänä. Saman kokonaisuuden kustannusten erot eri konsulttien välillä voivat olla huomattavat. Silti halvin ei ole välttämättä paras, joten kokonaistaloudellisuuden käyttäminen valintaperusteena on tärkeää. Konsultin tekemien töiden kuluja ei yleensä eritellä vaan ne esitetään yhtenä kokonaisuutena, joka sisältää kaikki sopimuksessa luetellut työt, materiaalit ja laitteistojen käytön. Jos on tarpeen tehdä sellaisia lisätutkimuksia, jotka eivät sisälly urakkahintaan, on niiden yksikköhinnat ilmoitettu erikseen. Hatvan (2001) mukaan Ø 400 mm siiviläputkikaivo maksaa konsultin tekemänä n. 590 €/m.

6.2 Materiaalikulut sekä laitteiden hankinta- ja käyttökustannukset

Laitteiden, esim. monitoimikairojen, geofysikaalisten luotausten kaluston ja vesinäytteiden otossa tarvittavien välineiden käytöstä aiheutuvat kulut on laskettava mukaan niihin työvaiheisiin, joissa näitä laitteita tarvitaan. Kairaukset ja luotaukset tekee joko alueellinen

ympäristökeskus tai konsultti. Vesinäytteitä otetaan joko suoraan putkesta pumppaamalla tai tarkoitukseen sopivalla uppopumpulla vedenpinnan ollessa syvällä.

Materiaalikustannukset sisältävät kaikki maastoon jäävät ja tutkimuksissa kuluvat osat. Maaperäkairan kärjet ja kairaustangot kuluvat ja putkimateriaalia (suojaputki ja muovinen sisäputki tai rautaputki) kuuluu yhteen havaintoputkeen keskimäärin 10 metriä. Siirtojohtoon tarvittavan materiaalin (yleensä PEH) määrä riippuu johtolinjan pituudesta. Virtaamamittauksiin voidaan käyttää automaattisia mittauslaitteistoja, jotka rekisteröivät virtaaman halutuin väliajoin. Näiden laitteiden hankintahinnat ovat noin 2500-3000 €. Hatvan (2001) mukaan alueellisten ympäristökeskusten hinnoitteluperusteet havaintoputkien asennuksessa vaihtelevat paljon. Syinä tähän ovat mm. maaperäolosuhteiden erot ja työmaiden väliset etäisyydet. Keskimäärin alle 25 metrin syvyydelle asennettu teräksinen havaintoputki maksoi 25 €/m ja alle 20 metrin syvyydelle asennettu muoviputki 29-34 €/m. Havaintoputken asennuskustannukset kasvavat huomattavasti mentäessä syvemmälle kuin 25 metriä. Vertailun vuoksi Hatva (2001) antaa arvion konsulttien tekemien havaintoputkien kustannuksista. Alle 30 metrin syvyydelle asennettu Ø 50 mm muoviputki maksoi 45-50 €/m. Yli 30 metrin syvyyteen asennettu havaintoputki maksoi n. 59 €/m.

Koepumppausten osalta kustannuksissa on otettava huomioon se, käytetäänkö polttomoottori- vai sähkötoimisia pumppuja, sekä se, keneltä pumput vuokrataan vai hankitaanko ne itse. Uppopumppujen hankintahinnat vaihtelevat niiden tehojen mukaan noin 3000-5000 € välillä (15-33 kW). Sähkön saanti alueelle ja väliaikaiset sähköliittymät lisäävät kustannuksia huomattavasti varsinkin alueella, joka sijaitsee kaukana sähköverkosta. Alustavissa koepumppauksissa on mahdollista käyttää aggregaattia sähkön tuottamiseen sähköpumppua käytettäessä. Pumppujen teho ja samalla energian kulutus määräytyvät vedenottoaikan antoisuuden ja veden siirtoetäisyyden mukaan.

Hatvan (2001) tekemässä alueellisten ympäristökeskusten pohjavesiselvitysten laatuarviossa annetaan keskimääräinen kustannusarvio pohjavesitutkimuksille arvioitua saatavissa olevaa vesimäärää kohti. Kustannukset vaihtelevat alle 17 €/sta aina 356 €/oon. Tutkimuskustannusten keskiarvo on noin 67 €/m³/vrk.

6.3 Korvaukset ja muut kustannukset

Siirto johdon ja koekaivojen rakentaminen vaatii maanomistajan luvan ja samalla heille on suoritettava korvaus alueiden käytöstä ja mahdollisista haitoista. Pienen, mutta tärkeän kuluerän aiheuttaa maanomistajille ja alueen asukkaille järjestettävä tiedotustilaisuus lehti-ilmoituksineen ja mahdollisine tarjoiluineen.

Vesinäytteistä tehtävät analyysit laskutetaan ympäristölaboratorion kulloinkin voimassa olevan taksan mukaisesti riippuen siitä, kuinka laaja analyysi näytteestä tehdään.

Jos alueelta otettava vesimäärä on huomattava (yli 3 000 000 m³/vrk) tai, jos voidaan olettaa, että vedenotolla on lainmukaisia pohjaveden muuttamiskiellon sisältämiä vaikutuksia, on suoritettava YVA-menettely. Suomessa näin suuret hankkeet ovat hyvin harvinaisia. Jos menettely joudutaan tekemään, kilpailutetaan se konsulttien kesken.

Vedenottolupa ei muodosta huomattavaa kustannuserää. Lupa maksoi v. 2000 840-1 680 € riippuen siitä, sisällytetäänkö päätökseen suoja-aluepäätös vai ei (Koskinen & Waris 2000). Tällöin on otettava huomioon lupahakemuksen tekemiseen vaadittava aika ja työmäärä.

Maastotutkimusten, koepumppausten ja vedenottolupakäsittelyn jälkeen nykykäytännön mukaan alueelle suositellaan suojeleusuunnitelman tekoa. Yhden pohjavesialueen suojeleusuunnitelma maksaa keskimäärin 13 500-17 000 € (Rintala 1999). Tämä riippuu tietenkin siitä, millainen alue on kyseessä ja kuinka paljon täydentäviä töitä ja selvityksiä joudutaan tekemään.

Yleiskustannusten voidaan arvioida olevan n. 5-8 % hankkeen kokonaiskustannuksista. Lisäksi talviolosuhteissa työaikaan ja –kustannuksiin tulisi lisätä n. 50 %.

7 ESIMERKKI: PAAVONLAMMEN POHJAVESIHANKE

Joensuun Vesi (ent. Joensuun kaupungin Vesilaitos) käynnisti vuonna 1996 tutkimukset Kiihtelysvaaran kunnassa sijaitsevan Paavonlammen alueella tarkoituksena selvittää kaupungin lisäveden saantimahdollisuudet alueelta. Kevään 2003 aikana alueella on tarkoitus suorittaa koepumppauksia neljästä siiviläputkikaivosta. Tavoitteena on, että täysimittainen vedenotto olisi käynnissä alueelle rakennettavista vedenottamoista vuoden 2005 loppuun mennessä.

7.1 Pohjavesihankkeen tausta ja tavoite

Joensuun ja lähikuntien vedenhankinta perustuu pohjaveden käyttöön. Joensuun Veden viisi vedenottamo sijaitsevat Kontiolahden ja Kiihtelysvaaran kuntien alueella. Vuonna 2000 verkostoon pumpattiin vettä 10 241 m³/vrk. Vesijohtoverkkoon oli liittynyt 97,7 % kaupungin asukkaista.

Suomen liittyminen EU:iin vuonna 1995 aiheutti osaltaan lisävedenhankintatarpeen Joensuun alueelle, koska EU:n myötä talousveden laatuvaatimukset muuttuivat siten, että veden sallittu nikkelpitoisuus on nykyisin < 20 µg/l. Lykynvaaran vedenottamolta saatava vesi ei suhteellisen korkean nikkelpitoisuuden vuoksi täyttänyt tätä laatuvaatimusta, joten oli ryhdyttävä etsimään uusia raakaveden ottokohteita. Vuonna 1996 rakennettu Kerolan vedenottamo ja alkalointilaitos suunniteltiin siten, että rakentamalla yksi alkalointiallas lisää, voidaan käsiteltävän veden määrä nostaa 10 000 kuutioon vuorokaudessa. Tällä ennakoitiin uusien pohjavedenottamoiden rakentamista aiheuttamaa käsittelykapasiteetin lisätarvetta. (suull. tiedonanto Jorma Mustonen, käyttöpäällikkö, Joensuun Vesi, 10.2.2003)

Lisäksi Joensuun vedenkulutuksen arvioidaan kasvavan nykyiseltä n. 10 000 m³/vrk tasolta 10 % vuoteen 2020 mennessä. Vedenhankinta on myös hajautettava useille eri pohjavesialueille riittävän toimitusvarmuuden saavuttamiseksi mahdollisessa häiriötilanteessa. Paavonlammen alueelle rakennettavalla vedenottamalla on mahdollista lisätä vedenhankintakapasiteettia n. 20 %, koska alueelta on mahdollista tutkimusten

mukaan saada 3 500–5 000 m³/vrk hyvälaatuista pohjavettä. (Joensuun ja ympäristökuntien... 2002)

Hanke toteutetaan yhteistyössä Joensuun Veden, Kiihtelysvaaran ja Pyhäselän kuntien sekä Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen kanssa. Hankkeelle on perustettu ohjausryhmä, johon kuuluvat edustajat Joensuun Vedeltä, Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksesta, Kiihtelysvaaran ja Pyhäselän kunnista sekä konsultilta. Ryhmässä päätetään siitä, miten hanke etenee ja mitkä työvaiheet ovat seuraavaksi vuorossa. Samalla seurataan edellisten vaiheiden onnistumista. Ryhmä kokoontuu silloin kun edellisen kokouksen jälkeen tehtyjen työvaiheiden tulokset ovat saatavilla ja voidaan suunnitella seuraavat työvaiheet.

7.2 Paikalliset pohjavesiolot

Paavonlammen alue, jonka pinta-ala on n. 26 km², sijaitsee kahdella I luokan pohjavesialueella. Yhtenäisen pohjavesialueen pinta-ala on n. 15 km². Pohjavettä muodostuu keskimäärin 10 000 m³/vrk. Tästä määrästä noin 5000 m³/vrk purkautuu Haukilampeen. Kaukaansärkkien pohjavesialueen, jonka alueella Paavonlammen alueen pohjoisosaa on, pohjaveden muodostumisalueen pinta-ala on n. 24,1 km². Arvioitu pohjaveden muodostusmäärä on 15 500 m³/vrk (Britschgi & Gustafsson 1996). Vuonna 1997 Kaukaansärkkien pohjavesialueelle tehtiin suojelusuunnitelma, jossa alueen riskikohteet kartoitettiin. Nämä sijoittuvat lähinnä alueen pohjoisosiin (Kärkkäinen 1997). Paavonlammen alueen eteläosa kuuluu Palokankaan pohjavesialueeseen, jonka muodostumisalueen pinta-ala on n. 19,6 km² ja arvioitu muodostuvan pohjaveden määrä 11 000 m³/vrk (Britschgi & Gustafsson 1996). Molemmat pohjavesialueet ovat tyypiltään antikliinisiä reunamuodostumia. Ensin mainitun Kaukaansärkkien pohjavesialueen ei katsota kuuluvan II Salpausselkään. Kyseessä on kahden jääkielekkeen väliin syntynyt saumamuodostelma. Suurin osa alueen lammista on kirkasvetisiä harjulampia ja pohjavedet purkautuvat alueen soille ja lähteisiin. Palokankaan pohjavesialue kuuluu II Salpausselkään. Kuten Kaukaansärkät on myös Palokankaan alue hyvin vaihtelevaa sekä morfologialtaan että koostumukseltaan. Laajojen deltojen välissä on pienipiirteisiä kumpumuodostelmia ja pieniä lampia. Pääosa alueen maaperästä on lajittunutta soraa tai kivistä soraa. Alueen länsiosaan mannerjäätikön kieleke kerrosti moreenia laajalle alueelle. Liitteessä 3 näkyvät em. kaksi pohjavesialuetta, Paavonlammen alueen rajausta sekä muita

Paavonlammen alueen eteläpuolella sijaitsevia pohjavesialueita. (Breilin 2002, Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2001)

Outokummun-Joensuun alueella on runsaasti kallioperävyöhykkeitä, jotka koostuvat mustaliuskeesta. Mustaliuske sisältää runsaasti nikkeliä, mikä näkyy pohjaveden kohonneina nikkeliipitoisuuksina. Tutkimusten mukaan Paavonlammen alueen pohjoisosassa irtaimessa kiviaineksessa on jonkin verran mustaliusketta. (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2001)

Alueen lukuisat lammet ja vaihteleva maaperä sekä maalajien kerroksellinen vaihtelevuus vaikuttavat osaltaan siihen, että Paavonlammen alue on melko vaikeasti tutkittava ja mallinnettava. Lisäksi alueen länsiosassa on Jukavaaran-Särkilamminvaaran Natura-alue, joka on arvokas harjualue (Keski-Karhu 2001).

7.3 Kenttätutkimukset ja alustavat koepumppaukset

Paavonlammen aluetta on kartoitettu vedenhankintatarkoituksessa jo vuodesta 1994 lähtien. Pohjaveden havaintoputkia on asennettu alueelle eri aikoina, sitä mukaa, kun tiedot alueen pohjavesiolosta ovat tarkentuneet. Rautatien pohjoispuolella sijaitsee tuotantokäytössä oleva Heinävaaran vedenottamo, josta pumpattava vesimäärä oli vuonna 1999 210 m³/vrk.

Valtakunnallisen sora- ja hiekkavarojen arviointiprojektin tiedot vuosilta 1976 ja 1977 ovat olleet perustana Paavonlammen alueen tutkimukselle (Niemelä 1979). Pohjois-Karjalan alueella on tehty useita eri hankkeita, joissa on pyritty selvittämään alueen geologiaa. Paavonlammen alueen geologiaa on tutkittu pääasiassa vuosien 1996-1997 aikana, jolloin Geologian tutkimuskeskus suoritti Joensuun kaupungin toimeksiannosta geologisia ja geofysikaalisia mittauksia alueen rakenteen, kalliopinnan tason ja pohjavesiolosuhteiden selvittämiseksi. Maaperän ominaisvastus mitattiin geofysikaalisin matalalentomittauksin. Vuoden 1996 aikana alueella suoritettiin maastokartoitus, maatulkuutauksia ja vasaraseismisiä luotauksia. Näiden tutkimusten avulla pystyttiin alustavasti määrittämään maaperän koostumus ja rakenne, mustaliuskealueiden sijainti, pohjavedenpinnan korkeus ja virtaussuunnat sekä kalliopinnan topografia. Liitteessä 4 on esitetty em. mittaustuloksien

avulla muodostettu kuva pohjaveden kyllästämän maapeitteen paksuudesta Paavonlammen alueella. Koekaivojen kohdalla vedellä kyllästyneen maapeitteen paksuus on n. 5 – 10 metriä. (Breilin 2002) Tieto alueen hydrogeologiasta tarkentui ”Pohjavesialueiden kartoitus ja luokitus” - projektin yhteydessä, sekä Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiirin vuonna 1994 tekemien pohjavesiluokituksen ja Kiihtelysvaaran pohjavesitutkimuksen perusteella.

7.3.1 Alustavat koepumppaukset koepumppauspaikkojen vedenjohtavuuden määrittämiseksi

Pisteestä 122A tehtiin vuonna 1994 koepumppaus veden saatavuuden kartoittamiseksi Kiihtelysvaaran kirkonkylän tarpeisiin. Liitteenä 5 on kartta, johon on merkitty kaikki pohjaveden tason mittaamisen kannalta tärkeimmät alueella sijaitsevat havaintoputket ja lammet. Kartalla on myös alustavien koepumppausten paikat, talousvesikaivot, lähteet, sekä padot. Vuonna 1996 suoritettiin uusi alustava koepumppaus imusarjasta pisteessä 122A tarkoituksena selvittää lisätutkimusten tarve Paavonlammen alueella. Pumppauksen kesto oli 21 vuorokautta ja pumpatun veden määrä oli n. 1000 m³/vrk. Pumppauksen vaikutuksia tarkkailtiin viidestä havaintoputkesta ja kolmesta lampiasteikosta. Veden laatu todettiin hyväksi sekä lähes raudattomaksi ja mangaanittomaksi. Maaperätutkimusten ja koepumppaustulosten perusteella koepumppauspaikalla oli hyvin vettäjohtavia kerroksia. Lopullisen varmuuden saamiseksi paikan soveltuvuudesta jatkuvaan vedenottoon, sekä pohjaveden- ja kalliopintojen selvittämiseksi, alueella täytyi kuitenkin suorittaa lisätutkimuksia geofysikaalisin mittauksin, joita täydennettiin vaunuporakonekairauksin ja havaintoputkia lisäämällä. (Liimatta 1996)

Keväällä 1997 Pohjois-Karjalan ympäristökeskus ja Joensuun kaupungin vesilaitos (nyk. Joensuun Vesi) suorittivat yhteistyössä alustavat koepumppaukset imusarjasta pisteissä 1A ja 15A. Tutkimusten tarkoituksena oli määrittää paikkojen vedenjohtavuus koekaivon rakentamista varten. Koepumppauspisteet valittiin maaperäkairausten, havaintoputkien asennuksen, näytepumppausten ja putkivirtausmittausten perusteella. Kairauksia tehtiin yhteensä 31 pisteessä, havaintoputkia asennettiin yhteensä 23 kappaletta. Näytepumppauksia varten asennettiin kairausten perusteella sopiviksi havaittuihin paikkoihin Ø 63 mm muoviset havaintoputket. Muut havaintoputket olivat teräksisiä Ø 32 mm siiviläputkia. Konsultin toimesta putkivirtausmittaukset tehtiin putkista 1A, 3A ja

15A. Putkivirtausmittausten perusteella koepumppaukset päätettiin tehdä pisteissä 1A ja 15A. Pisteessä 1A koepumppauksen kestoksi tuli 80 vuorokautta 730 m³/vrk keskituotolla ja pisteessä 15A 14 vuorokautta keskituotolla 907 m³/vrk. Pisteessä 15A pumppauksen kesto jäi 14 vuorokauteen, koska pumppausvedet, jotka johdettiin viereiseen harjusuppaan, alkoivat kiertää takaisin pumppauspaikalle. Vesinäytteiden perusteella vedenlaatu molemmissa pisteissä oli hyvä. Se, että pisteessä 15A koepumppausvedet kiersivät takaisin, vaikeutti luotettavien laatuarvioiden tekemistä. Tutkimusten perusteella havaittiin, että koepumppauspaikoilla oli erittäin hyvin vettä johtavia kerroksia, ja että alueelle tulisi rakentaa koekaivot lopullisen käsityksen saamiseksi pohjavesiolosuhteista ja veden laadusta. (Liimatta 1997)

Lokakuussa 1999 tehtiin alustava 21 päivää kestänyt koepumppaus Paavonlammen alueen pohjoisosassa Ison Kuikkalammen läheisyydessä. Tämän jälkeen paikalle rakennutettiin konsultilla siiviläputkikaivo, josta aloitettiin koepumppaus joulukuussa 1999. Kaivon K1 sijainti on esitetty liitteessä 6. Koepumppaus keskeytettiin kesäkuun 2000 lopussa veden kohonneiden mangaani- ja nikkelpitoisuuksien takia. Pumppausta jatkettiin syyskuussa 2000, mutta mangaani- ja nikkelpitoisuudet eivät edelleenkään vastanneet raakaveden laatuvaatimuksia, joten pumppaus lopetettiin marraskuun 2000 lopussa ja kaivonpaikka hylättiin. Tämän jälkeen tutkimukset keskitettiin alueen eteläisempiin osiin.

Helmikuussa 2002 teki Pohjois-Karjalan ympäristökeskus alustavan imusarjakoepumppauksen pisteessä 3B paikan vedenjohtavuuden tutkimiseksi. Pumppaus oli lyhyt, kestäen viisi tuntia. Vettä pumpattiin yhteensä 105 m³. Pohjaveden pinnan alenemaa mitattiin imusarjan keskelle asennetusta havaintoputkesta paineanturilla. Pumppauksen aikana otetut vesinäytteet osoittivat veden olevan laadultaan erinomaista. Pisteessä 3B tehdyn putkivirtausmittauksen ja koepumppauksen perusteella arvioitiin paikan antoisuuden olevan n. 500-1000 m³/vrk. (Liimatta 2002)

7.3.2 Tutkimussuunnitelma

Paavonlammen pohjavesihankkeelle tehtiin Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen ja Joensuun Veden toimesta tammikuussa 2001 tutkimussuunnitelma, jonka tarkoituksena oli ohjata tutkimukset siten, että pystyttiin selvittämään alueen vesivarojen käyttömahdollisuudet Joensuun kaupungin ja Kiihtelysvaaran kunnan tarpeisiin. Näillä

toimin pyrittiin tarkentamaan alustavien koepumppausten ja muiden alueella suoritettujen tutkimusten antamaa tietoa. Tutkimussuunnitelmassa (Liimatta 2001) määriteltiin seuraavat tarvittavat toimenpiteet:

- aikaisempien tutkimusten analysointi
- alueen luonnon- ja maisemansuojelun kannalta tärkeiden kohteiden kartoitus sekä vedenoton ympäristövaikutusten selvitys
- YVA-menettelyn tarpeellisuus
- alueelta pois virtaavien purojen virtaamien määrittäminen kolmiomittauspatojen avulla
- maatumaluuotauksella saatujen tulosten täydentäminen vasara- ja räjäytysseismisillä luotauksilla
- havaintoputkiverkoston täydentäminen ja vanhojen putkien vaihtaminen uusiin
- alueen pohjaveden virtauskuvan määrittäminen
- koekaivojen rakentamispisteiden määrittäminen ja kaivojen rakentaminen sekä koepumppaukset siiviläputkikaivoista
- koetoiminnan aikaiset mittaukset ja tarkkailuohjelman luominen
- pohjavesimallin luominen alueelta.

Kaikki edellä mainitut tutkimukset suoritettiin lukuun ottamatta vasara- ja räjäytysseismisiä lisäluotauksia. Ympäristövaikutusten arviointia ei alueella tarvitse tehdä, koska suunniteltu vuotuinen vedenottomäärä on huomattavasti pienempi kuin 3 000 000 m³.

7.3.3 Tarkkailuohjelmat ja muut tarvittavat selvitykset

Jokaisen em. koepumppauksen aikana ja sen jälkeen suoritettujen pohjaveden pintojen ja lampien pinnankorkeuksien mittaukset antoivat kattavan pohja-aineiston alueen pohjaveden pintojen muutoksista ja vaihteluista.

Ennen varsinaisia koepumppauksia Paavonlammen alueella suoritettiin havaintoputkista pohjaveden pinnankorkeuksien tarkkailua lokakuun 2001 jälkeen. Tarkkailuun sisällytetyistä pisteistä ja mittaustiheydestä sovittiin Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen kanssa. Kaikista alueen 32 havaintoputkesta mitattiin pinnankorkeudet kolme kertaa

vuodessa. Mittaukset pyrittiin ajoittamaan helmi-maaliskuulle, kesäkuulle ja lokakuulle eli ns. alivirtaamakaussille. Elokuussa 2002 konsultti asensi alueelle 9 uutta muovista Ø 63 mm rakosiivilällä varustettua havaintoputkea ja syyskuussa 2002 Pohjois-Karjalan ympäristökeskus lisäsi havaintoputkien määrää vielä 12 rautaisella Ø 32 mm havaintoputkella. Alueen 32 lammen pinnankorkeudet mitattiin myös yhdessä havaintoputkimittausten kanssa. Lampien pinnankorkeuksien mittaamisessa tarvittavat korkolaput oli viety kymmenelle alueen pohjoisosassa sijaitsevalle lammelle marraskuussa 1999 ja marraskuussa 2001 lisättiin korkolaput 21:lle alueen eteläisen osan lammelle. Kahteen puroon, joiden kautta alueelta purkautuu runsaasti pinta- ja pohjavesiä, rakennettiin padot ja asennettiin automaattiset troll-mittauslaitteet, jotka mittaavat purojen virtaaman kerran päivässä. Kuvassa 11 on mittapato 1, jonka ylivirtaama mitataan automaattisesti. Virtaamatiedot käydään purkamassa laitteilta joka toinen viikko. Kahteen pienempään puroon rakennettiin V-padot, joissa virtaamamittaukset suoritetaan käsin. Alueen länsiosassa on kolme lähdetä, joista purkautuu merkittävä määrä pohjavettä.



Kuva 11. Mittapato 1 ja automaattinen virtaamamittaus. Keltapunaisen putken sisällä on padon reunan tasolle veden alle sijoitettu paineanturi, joka rekisteröi yläpuolella olevan veden määrän. Mittaustulokset puretaan kannettavaan taskutietokoneeseen (Joensuun Vesi).

Marraskuussa 2001 Pohjois-Karjalan ympäristökeskus teetti Paavonlammen alueelta luontoarvoselvityksen, jossa kartoitettiin luontotyyppit, joihin pohjavedenotolla on eniten vaikutusta. Tällaisia luontotyyppiejä ovat mm. puustoiset suot, avosuot, lähteet, purot sekä lampien ja järvien rannat. Myöhäisen ajankohdan vuoksi selvitystä täydennettiin kesäkuussa 2002 Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen toimesta. Selvityksen mukaan vedenoton vaikutukset kasvillisuuteen näkyvät pääosin parin vuoden kuluessa vedenoton aloittamisesta. Eniten kasvillisuuteen vaikuttavat pohjaveden virtauskuvan muuttuminen ja pinnan aleneminen. Vaikutuksia pyritään havainnoimaan koepumppauksen aikana ja sen jälkeen. Lähdelajit ovat herkimpiä vesiolosuhteiden muutoksille. Paavonlammen alueen länsiosassa sijaitsevat suot ovat hyviä EU:n luontodirektiivin luontotyyppiejä. Näiden säilyttämiseksi tulee vedenotossa löytää sellainen taso, että lähteiden veden pinnat ja virtaukset eivät merkittävästi muutu. Alueen lammet ovat pääosin kirkasvetisiä, niukkaravinteisia harjulampia ja osa ruskeavetisiä, humuspitoisia suolampia. Harjulampien vedenlaatu voi muuttua vedenoton seurauksena. Tästä syystä Pohjois-Karjalan ympäristökeskus on tehnyt alueen lampien veden laadun tarkkailuohjelman, jonka mukaan vuoden 2002 aikana on otettu yhteensä 13 havaintopaikalta vesinäytteet maaliskuu-, kesä- ja syys-lokakuun aikana. Näytteidenottoa jatketaan vuonna 2003 ja edelleen koepumppauksen aikana. Luontoarvoselvityksen perusteella vedenottohankkeen ei oleteta vaarantavan Jukavaaran-Särkilamminvaaran Natura 2000-kohteen suojeluarvoja, koska ko. alueella ei ole lähteitä eikä lähdesoita, ja kahta lampea lukuun ottamatta pohjavesivaikutteiset harjulammet ovat alueen ulkopuolella. (Lohilahti 2002)

Pohjois-Karjalan ympäristökeskus kartoitti lokakuussa 2002 alueen talousvesikaivot, joita on alueella yhteensä 24. Samalla tarkkailuohjelmaa muutettiin siten, että kaikki alueen havaintoputket, lammet ja talousvesikaivot mitataan kerran kuukaudessa. Jatkossa koepumppauksen aikana tehtävän pinnankorkeuksien seurannan tuloksia on siten helppo verrata alueen pohjaveden pinnankorkeuden luonnolliseen tasoon ja vaihteluihin. Näin saadaan erotettua koepumppauksen vaikutus pinnankorkeuksiin pohjaveden luonnollisesta korkeusvaihtelusta.

Erillisen riskikartoituksen tekeminen alueelta osoittautui tarpeettomaksi, koska muiden tutkimusten yhteydessä on havaittu, että alueella on hyvin vähän kohteita, joista voisi

aiheutua mahdollista vaaraa pohjavesiesiintymälle. Alueella ei ole tiheää asutusta tai intensiivistä maanviljelyä sekä tiestö koostuu lähinnä metsäautoteistä, joilla suolaus ja vaarallisten aineiden kuljetus on olematonta. Kaivo 5 sijaitsee sorakuopassa, mutta sorakuopan haltijalle ei ole hakemuksesta huolimatta jatkettu soranottolupaa edellisen luvan umpeuduttua. Koska alue on luokiteltu kuuluvaksi I luokan pohjavesialueelle, rajoittaa lainsäädäntö alueelle mahdollisesti sijoitettavien toimintojen tyyppiä siten, että esiintymälle ei koidu niistä vaaraa.

Huhtikuussa 2002 Geologian tutkimuskeskus teki Joensuun Veden toimeksiannosta em. geologiin tutkimuksiin perustuen Paavonlammen alueelta geologisen yhteenvetoraportin.

7.4 Koepumppaukset siiviläputkikaivoista

Aikaisempien tutkimusten analysointi ja lisätutkimusehdotukset, koekaivojen rakentaminen, koepumppauksen suunnittelu, ohjaus ja toteutus sekä pohjaveden mallinnus päätettiin maaliskuussa 2002 antaa urakoitsijan tehtäväksi yhtenä kokonaisuutena, kuitenkin niin, että urakka jaettiin vaiheisiin ja seuraavan vaiheen jatkopäätös tehtäisiin edellisen vaiheen tulosten perusteella. Urakka kilpailutettiin ja tarjouksista valittiin kokonaistaloudellisesti edullisin vaihtoehto.

Konsultin suositusten mukaan neljä siiviläputkikaivoa rakennettiin lokakuussa 2002 em. paikkoihin, joista oli jo aikaisemmin tehty alustava koepumppaus imusarjasta sillä poikkeuksella, että pisteen 15 A sijasta koekaivo K5 rakennettiin n. 200 metrin päähän sorakuopan reuna-alueelle pisteeseen 36. Kuva 12 on yleiskuva kaivon K5 ympäristöstä. Vasemmalla olevassa teltassa on aggregaatti, keskellä oleva vihreä varasto on sähkölaitesuoja, kaivoventtiilit ja virtausmittauslaitteet on sijoitettu ruskeaan suojalaatikkoon sekä aivan kuvan oikeassa reunassa näkyy havaintoputki PP36. Pisteistä 122A (kaivo K2), 1A (kaivo K3) ja 3B (kaivo K4) on suunniteltu pumpattavaksi 700 m³/vrk eli yhteensä 2100 m³/vrk ja pisteestä 36 (kaivo K5) 2500 m³/vrk. Liitteenä 6 on kartta, johon on merkitty siiviläputkikaivon K1 lisäksi kaivot K2, K3, K4 ja K5 sekä myöhemmin mainittavan siirtojohdon sijainti.



Kuva 12. Yleiskuva kaivon K5 ympäristöstä. Kuvassa näkyvät aggregaatti- ja sähkölaitesuojat, kaivoventtiili- ja mittalaitesuoja sekä havaintoputki PP36 (oik.) (Joensuun Vesi).

Joensuun Vesi on asennuttanut kaivoihin K2, K3 ja K4 15 kW uppopumput ja kaivoon K5 33 kW uppopumpun. Uppopumpulta tuleva putki, virtaamamittari, kokonaisvirtaamalaskuri, näytteenottohanat ja venttiilit sijaitsevat osittain kaivon päälle rakennetun kopin sisällä (Kuva 13).

Kolmen ensimmäisen pumpun tarvitsema sähkövirta tuotetaan kaivon K3 yhteyteen sijoitettavalla aggregaatilla (Kuva 14) ja kaivon K5 erillisellä aggregaatilla. Vielä tässä vaiheessa ei haluttu hankkia sähköliittymää, koska jos jostain syystä koepumppaustulokset eivät vastaa tavoitteita ja vedenotto osoittautuu vaikeaksi tai jopa mahdottomaksi, aiheutuu sähkölinjan tekemisestä ja myöhemmin mahdollisesta purkamisesta ylimääräisiä kustannuksia.



Kuva 13. Osittain kaivon päällä oleva mittareiden ja venttiilien suojalaatikko. Kuvassa etualalla kaivosta tuleva putki, virtaamamittari ja säätöventtiili, jolla säädelään kaivon tuottoa (Joensuun Vesi).



Kuva 14. Kaivon K3 yhteyteen sijoitettu dieselkäyttöinen, 43 kW:n MOSA GE 40 VS aggregaatti (Joensuun Vesi).

Koepumppauksen keston arvioidaan olevan n. 6-8 kk. Koepumppaus ajoitetaan pääosin vuodelle 2003 ja hankkeen tulisi olla valmis vuoden 2005 loppuun mennessä. Koepumppaukset aloitetaan ensin kaivosta K2 siten, että vettä pumpataan 1-2 viikkoa kunnes pohjaveden pinnan alenema tasoittuu. Tämän jälkeen siirrytään vaiheittain seuraaviin kaivoihin. Tavoitteena on aloittaa koepumppaukset maaliskuussa 2003 ja täysimittaisen koepumppauksen tulisi olla käynnissä huhtikuun puoleen väliin mennessä.

Joensuun Veden toimesta on koepumppausvesien poisjohtamiseksi alueelta rakennettu 4,5 km pituinen siirtojohto. Vedet on tarkoitettu johtaa verkostoon sen jälkeen, kun veden laatu on todettu hyväksi. Tämä varmistetaan erillisen Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen ja Joensuun Veden yhteistyössä tekemän tutkimusohjelman mukaan siten, että jokaisesta kaivosta otetaan vesinäyte ennen pumppausta tuotantoon kaivon ja putken huuhtelupumppauksen yhteydessä. Näytteestä tehdään laaja tutkimus, joka sisältää mikrobiologisen laadun, aistinvaraisen laadun ja fysikaalis-kemiallisen laadun selvittämisen. Pumppauksen alettua otetaan vedestä näytteet viikon välein suppeaa tutkimusta varten. Kaikkien kaivojen ollessa toiminnassa otetaan näytteet kerran kahdessa viikossa ja kesäkuusta 2003 lähtien kerran kuukaudessa.

Konsultin laatiman pohjaveden pinnankorkeuksien tarkkailuohjelman mukaan koepumppauksen aikana koekaivojen läheisyydessä sijaitsevista havaintoputkista pinnankorkeudet mitataan arkipäivisin tai jatkuvasti automaattisin mittalaittein. Loput havaintoputket käydään mittaamassa joko viikoittain tai kerran kuukaudessa havainto-ohjelman mukaisesti. Yhteensä mitattavia havaintoputkia on 46 kappaletta. Lähdevirtaamat eli alueelta poistuvan veden määrä mitataan jatkuvasti automaattimittalaittein Haukilammen ja Jalkasuon purkuoijiin rakennetuista mittapadoista. Alueen lampien pinnankorkeutta havainnoidaan siten, että osa lammista mitataan kerran kahdessa viikossa, osa kerran kuukaudessa ja loput kerran kahdessa kuukaudessa. Tarkkailuohjelmaan on sisällytetty 24 lampea. Pohjavesialueen ulkopuolella sijaitsevaa lampea käytetään ns. referenssilampena luontaisten pinnankorkeusmuutosten havaitsemiseksi. Osasta yksityisiä talousvesikaivoja otetaan vesinäytteet maaliskuu-, kesä- ja syyskuussa. Talousvesikaivojen pinnankorkeutta seurataan viikoittain. Mittauspisteet näkyvät liitteenä 5 olevalla kartalla. Jälkihavainnointi aloitetaan heti koepumppauksen loputtua ja sitä jatketaan ainakin

joulukuuhun 2003 saakka. Tarkkailuohjelma on hyväksytetty Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksella.

Hankkeen eteneminen, koepumppausten aloittaminen ja mahdolliset vaikutukset esiteltiin alueen asukkaille yleisötilaisuudessa maaliskuussa 2003, ennen koepumppausten aloittamista. Suurimmaksi huoleksi asukkailla osoittautui talousvesikaivojen mahdollinen kuivuminen. Jos näin tulisi käymään, järjestää Joensuun Vesi asukkaille korvausveden.

Periaatteena on, että havaintojen perusteella voidaan reagoida välittömästi pohjaveden pinnankorkeuksien muutoksiin ja säätää koepumppauksen suoritusta sen mukaan. Pyrkimyksenä on myös, että talousvesikaivojen kuivuminen ja samalla asukkaille siitä aiheutuvat haitat estetään mahdollisimman tehokkaasti.

Konsultti kalibroi alueen olosuhteiden ja ominaisuuksien perusteella muodostetun pohjavesimallin koepumppaustulosten avulla jatkuvasti koepumppauksen aikana. Liitteessä 7 on ennen kalibrointia tehty pohjaveden korkeuskartta, johon on myös merkitty pohjaveden virtaussuunnat. Vallitseva pohjavesien virtaussuunta on etelään ja länsi-lounaaseen, josta vedet purkautuvat Pieneen Jukajärveen. Lopullisen muotonsa malli saa koepumppausten jälkeen.

7.5 Lupa-asiat

Paavonlammen pohjavesihankkeessa maanomistajilta kysyttiin suulliset luvat kairauksiin ja havaintoputkien asentamiseen. Mittapatojen rakentamisesta tehtiin kirjallinen sopimus maanomistajien kanssa. Edelleen selvitettiin yhden padon kohdalla mahdollinen vesilainmukaisen luvan tarve, koska pato sijoittuu lähteestä lähtevään vesilain 1 luvun 17a §:n tarkoittamaan pienveteen. Pohjois-Karjalan riistanhoitopiirin riistanhoidon neuvoja kävi tarkastamassa yhden mittapadon rakennuskohteen, jossa oli vanha majavan patorakennelma. Padon vaikutusalueella ei havaittu merkkejä majavan asumisesta.

Hankkeesta ja koepumppauksista järjestettiin tiedotustilaisuus toukokuussa 2002. Maanomistajille ja alueen asukkaille lähetettiin kirjalliset kutsut tilaisuuteen. Koekaivojen rakentamista varten haettiin maanomistajilta suulliset luvat. Kirjalliset luvat haettiin siinä

vaiheessa kun koekaivojen paikat varmistuivat. Luvat sisälsivät koekaivon rakentamiseen tarvittavan maa-alueen käyttöoikeuden ja maanpäällisen siirtovesijohdon sijoittamisen koepumppausvesien poisjohtamista varten sopimuksessa määritellyksi ajaksi sekä tarvittavien laitteiden sijoittamisen maa-alueelle.

Pohjavesitutkimuksille ei haettu ympäristölupavirastolta tutkimuslupaa eikä myöskään koepumppauslupaa.

7.6 Hankkeen kustannukset ja aikataulu

Paavonlammen pohjavesihankkeen kustannusten rakentuminen on esitetty taulukossa 1. Koska pohjavesitutkimuksia on tehty alueella useassa eri vaiheessa hyvin pitkän aikavälin kuluessa, on perustutkimuskustannusten erittelemine mahdotonta. Ko. perustutkimuksiin sisältyvät esiselvitysvaiheen ja maastotyövaiheen, alustavien koepumppausten sekä esitarkkailun kustannukset. Arvioksi näille kustannuksille on esitetty 50 000 €, mutta summa voi olla suurempikin.

Taulukko 1. Paavonlammen pohjavesihankkeen kustannukset.

Perustutkimus	Kustannus [€]	Huom.
Aikaisemmat tutkimukset	50 000	Esiselvitysvaihe, maastotyövaihe, alustavat koepumppaukset ja esitarkkailu
Yhteensä	50 000	
Jatkotutkimus		
Konsultti	90 000	Tutkimusten analysointi ja täydentäminen, koekaivojen rakentaminen, koepumppaus, pohjavesimalli, raportointi
P-K:n ympäristöpiiri	5000	Ennakoidut lisätyökustannukset, mm. havaintoputkiverkoston täydentäminen
Omat tutkimukset	1000	Mahdollinen lisätarkkailu
Yhteensä	96 000	
Koepumppaus		
Siirtojohtoputket	150 000	materiaali: 2,3 km (PEH Ø315 mm), 2,2 km (PEH Ø 225 mm)
Hitsaus	46 000	2,5 kk / 3 henk. + traktori
Pumput, mittaus, putkitukset ym.	30 000	laitteet: 3 kpl 15 kW pumppuja, á 3000 €, 1 kpl 33 kW pumppuja, á 5000 €, aggregaatti
Energia & polttoaineet	10 000	
Seuranta	35 000	8 kk / 1 henk.
Korvaukset & muut kulut	2000	
Yhteensä	273 000	
KAIKKI YHTEENSÄ	419 000	

Jatkotutkimukset sisältävät konsultin tehtäväksi annetut koepumppauksen suorittamiseen liittyvät tehtävät, koekaivojen rakentamisen sekä pohjavesimallin luomisen alueelta. Lisäkustannuksia ennakoidaan varaamalla 5000 € Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen mahdollisesti tekemiin havaintoputkiverkoston täydennyksiin. Lisätarkkailua varten on varattu 1000 €. Lisätutkimukset tehdään, jos konsultti katsoo tarpeelliseksi lisätutkimustiedon saamisen. Yhteensä jatkotutkimuksiin arvioidaan kuluvan n. 96 000 €.

Koepumppausvaiheen kuluiksi on laskettu 4,5 km pitkän siirtojohton materiaalikustannukset, putken hitsauksesta aiheutuvat työkustannukset, pumppujen hankintahinnat sekä pumppujen ja putkitusten asentamiseen tarvittava työ. Yhden pumpun ja siihen liittyvien putkitusten asentamiseen kuluu kahdelta työntekijältä vajaa viikko. Joensuun Vesi hankki uuden aggregaatin pumppujen sähköntarvetta varten, koska sähköliittymää ei vielä tässä vaiheessa haluttu hankkia. Kahdeksan kuukautta kestävä koepumppauksen aikana tarvittava energia sekä polttoaineet tulevat arviolta maksamaan noin 10 000 €. Seurantakustannukset sisältävät yhden henkilön tekemät pumppaus- ja pinnankorkeushavainnot kahdeksan kuukauden ajalta. Kustannuksiin on laskettu mukaan sekä työ-, että matkakulut. Maanomistajille suoritettavat korvaukset maankäyttöoikeuksista sekä muut yleiskulut ovat noin 2000 €.

Yhteensä Paavonlammen pohjavesihankkeen työ- ja materiaalikustannukset ovat siis noin 419 000 €. Jos tiedossa olevat hankekustannukset jaetaan aiotulla vedenottomäärällä (n. 4500 m³/vrk) ovat kustannukset n. 93 €/m³/vrk. Tätä tulosta ei voi kuitenkaan verrata suoraan edellä annettuun tutkimuskustannuskeskiarvoon 67 €/m³/vrk, koska Paavonlammen hankkeen kustannuksiin on sisällytetty myös 4,5 km mittainen siirtojohto. Jos siirtojohtoon aiheuttamat kustannukset (materiaali- ja hitsauskulut) jätetään tutkimuskustannuksista pois saadaan kustannuksiksi n. 50 €/m³/vrk. Tämä jää puolestaan selvästi alle tutkimuskustannusten keskiarvon.

Paavonlammen pohjavesihankkeen aikataulusta voidaan erottaa useita eri kokonaisuuksia. Liitteessä 8 on esitetty nämä kokonaisuudet ja niiden rakentuminen. Vuosien 1996 ja 1997 aikana pisteessä 122A suoritettu alustava imusarjakoepumppaus ja alueen geologiset kartoitukset sekä alustavat koepumppaukset pisteissä 1A ja 15A muodostavat oman,

ajallisesti yhtenäisen ryhmänsä. Tämän jälkeen tutkimuksissa on ollut noin 1,5 vuoden tauko. Lokakuussa 1999 aloitettu koepumppaus ensin imusarjasta ja sitten siiviläputkikaivosta K1 muodostavat noin vuoden pituisen kokonaisuuden.

Koska koepumppauksien aikana ilmeni, että kaivosta K1 ei tulisi saamaan riittävän hyvälaatuista vettä, käynnistettiin alueen eteläisemmän osan tarkemmat tutkimukset tekemällä tutkimussuunnitelma jatkoselvityksiä silmälläpitäen. Tämän jälkeen vuorossa olivat mittapatojen asennus, luontoarvoselvityksen tekeminen, lampien vedenlaadun tarkkailuohjelman laatiminen, tiivistetty pinnankorkeuksien ja virtaamien havainnointi sekä koepumppaus pisteessä 3B. Varsinaiseen koepumppausvaiheeseen on tässä sisällytetty kilpailutus, tiedottaminen, havaintoputkiverkoston täydentäminen, koekaivojen ja siirtojohdon rakentaminen sekä koepumppaukset kaivoista K2, K3, K4 ja K5. Pohjavesimallinnuksen ja koepumppausten raportoinnin oletetaan valmistuvan loppuvuodesta 2003. Koko hankkeen voidaan kokonaisuudessaan olettaa kestävän noin 9 vuotta. Tähän on laskettu kuuluvaksi myös vuodelle 2004 suunniteltu vedenottoluvan hakeminen ympäristölupavirastolta.

7.7 Kokemukset hankkeesta

Alun perin tarkoitus oli tutkia mahdollisuus kaivon K1 paikan käyttöönottoon siten, että täysimittainen vedenotto olisi ollut käynnissä vuoden 2001 loppuun mennessä. Kuten edellä on todettu, ei kaivosta K1 pumpattu vesi täyttänyt sille asetettuja laatuksiteerejä. Jos kaivosta olisi saatu hyvälaatuista vettä, olisi Paavonlammen alueen muiden osien tutkiminen jäänyt myöhempään ajankohtaan.

Jatkotutkimusten aikataulu luotiin aluksi jonkin verran liian tiukaksi. Tarkoitus oli aloittaa koepumppaukset alkutalvella 2002. Kova pakkastalvi 2002-2003 kuitenkin yllätti ja koepumppausten aloittaminen jouduttiin siirtämään maaliskuuhun 2003. Jos koepumppaukset olisi aloitettu alkuperäisen suunnitelman mukaan alkutalvella, olisi riski laitteiden rikkoutumiseen ja pintavetona tehdyn siirtoputken jäätymiseen seisokin aikana ollut liian suuri kovalla pakkasella. Voidaankin sanoa että vahingon sattuessa haitat olisivat olleet huomattavasti saavutettua hyötyä suuremmat.

Kustannusten voidaan tähän mennessä katsoa vastanneen hyvin alkuperäisiä arvioita. Tuolloin oli jo päätetty, että alueella tehdään kaikki vähänkin tarpeelliset tutkimukset ja selvitykset. Siten mitään yllättäviä kuluja ei ole ilmennyt hankkeen edetessä.

Avoimesta tiedotuskäytännöstä johtuen yhteistyö maanomistajien ja alueen asukkaiden kesken on toiminut hyvin. Ennen koepumppausten aloittamista on tarkoitus tehdä lehtikirjoitus aiotuista toimenpiteistä ja lähettää tiedote asianosaisille.

8 POHDINTA

Hyvin tärkeä, mutta harvoin korostettu osa pohjavesihankkeen onnistumisessa on maanomistajien ja vaikutusalueen asukkaiden informoiminen niin pian kun hanke siirtyy suunnittelupöydältä maastotyövaiheeseen. Se, että alueen ihmiset tietävät, mitä heidän maillaan ja naapurin mailla aiotaan tehdä, vähentää mahdollista tyytymättömyyttä hanketta kohtaan. Näin asukkaat tuntevat tulevansa kuulluiksi ja että heidän mielipidettään ja asuinympäristöään kunnioitetaan. Näin hankkeesta tehtyjen valitusten määrä voi oleellisesti vähentyä. On ymmärrettävää, että tutkimukset, joista ei asiallisesti tiedoteta eikä niiden tarkoitusta ja vaikutuksia selvitetä, aiheuttavat hämmennystä ja mahdollisesti vastarintaa hanketta vastaan. Ei riitä, että maanomistajilta haetaan luvat maa-alueiden käyttöön vaan on otettava huomioon myös avoimuus koko hankkeen aikana.

Tutkimukset ja erityisesti ympäristön ja pohjaveden tilan seurannan järjestäminen tulee suorittaa huolellisesti ja kattavasti, ja tehtyjä tarkkailuohjelmia täytyy noudattaa. Voihan olla, että pohjavesihanketta vastustava asukas perustaa valituksensa siihen, että alueella ei ole suoritettu riittävää seurantaa tai että tarkkailuohjelmia ei ole noudatettu.

Jos on odotettavissa, että alueen asutuksen vedensaanti omista kaivoista vaarantuu, on tällöin tarkoituksenmukaista sopia asukkaiden kanssa tulevaan vesijohtoverkoston liittymisestä ja sen ehdoista hyvissä ajoin ennen vedenottoluvan hakemista. Jos näin ei toimita, voi lopputuloksena olla tilanne, jossa vesihuoltolaitos joutuu pitkien oikeuskäsittelyjen jälkeen toimittamaan veden asukkaille ilmaiseksi.

Haettaessa pohjavedenottolupaa ympäristölupavirastolta, on kyettävä osoittamaan riittävällä tarkkuudella vedenoton aiheuttamat vaikutukset vesiluontoon, terveyteen ja omaisuuteen. Jos ympäristölupavirasto katsoo selvitysten olevan riittämättömät, voi se antaa luvan haettua pienemmälle vedenottomäärälle. Yleensä vedenotto muuttaa vesistön luonnontilaa, ja tämän vuoksi lupapäätöksessä annetaankin yleensä tarkkailu-, toimenpide- ja korvausvelvoitteita kyseisten muutosten vuoksi. Tässä tilanteessa ei voi liiaksi korostaa pohjaveden pinnankorkeuksien, alueella sijaitsevien vesistöjen ja arvokkaiden luontokohteiden tarkkailun tarpeellisuutta.

Edellä käsitellyssä esimerkkihankkeessa käy hyvin ilmi, kuinka monivaiheinen prosessi pohjavesihanke ja sen toteuttaminen on. Vaikka käytännössä tutkimukset olisi mahdollista suorittaa paljon lyhyemmässäkin ajassa, täytyy joka tapauksessa ottaa huomioon se, että tahot, jotka osallistuvat pohjavesihankkeen toteuttamiseen sen eri vaiheissa, eivät yksinomaan keskity juuri käynnissä olevaan hankkeeseen, vaan esimerkiksi alueellisilla ympäristökeskuksilla on yhtä aikaa käynnissä useita eri tutkimuksia. Myöskään vesihuoltolaitoksilla ei yleensä ole aikaa eikä resursseja kohdistaa työvoimaa ja kalustoa pelkästään pohjavesitutkimuksiin, vaan samat henkilöt ja kalusto hoitavat myös muita tehtäviä. Pohjavesihanketta tulisikin ajatella prosessina, joka elää ja kehittyy sitä mukaa, kun työvaiheita saadaan valmiiksi. Liian nopeasti tehdyt tutkimukset eivät välttämättä anna kattavaa kuvaa pohjavesialueen olosuhteista ja niistä vaikutuksista, jotka aiheutuvat vedenotosta. Kuvaavaa onkin, että jokaisen aikaisemman työvaiheen tulokset ohjaavat seuraavia vaiheita ja että vaikka hankkeen alussa olisi tehty suunnitelma hankkeen aikataulusta ja kustannuksista, täytyy tällaisia suunnitelmia muuttaa ja täydentää lähes jokaisen hankkeen yhteydessä.

Kuten on jo useaan otteeseen käynyt ilmi, on kaikista pohjavesitutkimuksista löydettävissä lähestulkoon samat vaiheet. Silti tutkimuskustannukset sekä hankkeeseen tarvittava aika voivat vaihdella suuresti tapauskohtaisesti. Tämä johtuu siitä, että ei ole olemassa kahta ominaisuuksiltaan ja rakenteeltaan samanlaista pohjavesialuetta. Kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä on lukuisia. Voidaan tietenkin erotella toisistaan vaikkapa harjujen välittömään läheisyyteen ja reunamuodostumien alueelle sijoittuvat tutkimukset. Harjupohjaveden tutkimisessa oleellista on se, keskitetäänkö tutkimukset harjujen reunoille vai keskiosiin. Reuna-alueilla voidaan käyttää halvempia matalatutkimusmenetelmiä, kun taas keskiosien tutkimisessa tarvitaan kallista syvätutkimustekniikkaa. Maalajit ja niiden jakautuminen maaperässä sekä veden liikkumista rajoittavat kalliokynnykset ja moreenipatjat ovat jokaisessa tutkimuskohteessa erilaiset.

Pohjavesitutkimukset eivät silti ole arpapeliä oikean vedenottoaikan löytämiseksi, vaan tutkimusten onnistumisessa ja sitä kautta hankkeen onnistumisessa korostuvat tutkimusten tekijöiden ja hankkeesta vastaavien henkilöiden ammattitaito ja näkemys niistä lukuisista

yksityiskohdista ja miksei myös kokonaisuuksista, jotka määräävät sen mistä, miten ja kuinka paljon voidaan saada hyvälaatuista pohjavettä.

Nykyisin on käytössä erinomaisia laitteita ja menetelmiä, jotka mahdollistavat pohjavesien entistä laajemman ja tehokkaamman etsimisen ja tutkimisen. Yhtenä merkittävänä menetelmänä voidaan pitää pohjavesimallinnusta. Sen avulla on mahdollista simuloida pohjavesiesiintymän ominaisuuksia ja käyttäytymistä erilaisissa kuormitustilanteissa. Tällöin vältetään yrityksen ja erehdyksen kautta tehtävät, kustannuksia lisäävät kokeilut esiintymän käyttäytymisen selvittämiseksi. Olisikin suotavaa, että pohjavesimallien käyttö yhtenä käyttökelpoisena osana tutkimuksia yleistyisi.

9 YHTEENVETO

Tämän työn alkuosassa on käsitelty pohjavedenhankintaa Suomen olosuhteissa kunnallisen vesihuollon kautta. Tämän jälkeen selvitetään mitä pohjavesi on ja mistä sitä on löydettävissä.

Pohjavettä muodostuu, kun sade- ja sulamisvedet vajoavat maaperässä alaspäin, kohtaavat vettäläpäisemättömän kerroksen ja täyttävät geologisen väliaineen huokostilat. Suomessa on otolliset olosuhteet pohjavesien muodostumiselle. Kuitenkin pohjavesivarat ovat jakaantuneet maassamme epätasaisesti, keskittyen lähinnä jääkauden jälkeensä jättämiin harju- ja reunamuodostumiin. Parhaat pohjavesiesiintymät sijaitsevat Salpausselkien alueella. Akviferiksi kutsutaan pohjavesimuodostumaa, jossa on runsaasti saatavilla olevaa vettä ja sen virtaus on helppoa.

”Pohjavesialueiden kartoitus ja luokitus” -projekti on lisännyt tietoutta maamme pohjavesivaroista. Projektissa luokiteltiin pohjavesialueet kolmeen eri käyttökelpoisuusluokkaan ja tehtiin kaikista tutkituista pohjavesialueista pohjavesialuekartat ja -selostukset.

Vesi- ja ympäristönsuojelulaisissa määritellään pohjavesien muuttamis- ja pilaamiskiellot. Nämä kaksi lakia yhdessä eräiden muiden lakien ja EU:n direktiivien kanssa säätävät Suomen pohjavesivarojen suojelusta ja kestävästä käytöstä.

Seuraavaksi työssä käydään läpi yksityiskohtaisesti esiintymäkohtainen pohjavesitutkimus. Jokaiselle pohjavesihankkeelle on aluksi määriteltävä tarkoitus ja tavoitteet, jonka jälkeen voidaan ryhtyä toteuttamaan itse tutkimusta. Tarvittaessa konsultit, jotka suorittavat koekaivojen rakentamisen ja koepumppausten läpiviemisen, kilpailutetaan.

Tutkittavalla alueella voidaan joutua tekemään ympäristövaikutusten arviointi, jos suunniteltu vedenottomäärä ylittää 3 000 000 m³/a. Muutoin voidaan tehdä luontoarvoselvitys, jossa kartoitetaan kaikki alueen arvokkaat ja herkät luontokohteet, joihin vedenotolla voisi olla vaikutusta.

Varsinaisen kenttätutkimuksen aloittaminen vaatii tutkimuslupien pyytämisen maanomistajilta. Tutkimukset alkavat kartta-, ilmakuva- ja maastotarkastelulla. Tämän jälkeen suoritetaan geofysikaalisia tutkimuksia ja maaperätutkimuksia. Maaperätutkimusten eli kairausten yhteydessä alueelle asennetaan pohjaveden pinnankorkeuden havaintoputkia, joista voidaan myös tarvittaessa ottaa vesinäytteitä ja suorittaa kerrospumppauksia ja/tai putkivirtausmittauksia. Alueelta poisvirtaaviin puroihin rakennetaan mittapadot ja alueen talousvesikaivot kartoitetaan. Ennen varsinaisia koepumppauksia havainnoidaan alueen luontaista pohjaveden tilaa pinnankorkeus- ja virtaamamittauksin. Ennen siiviläputkikaivojen rakentamista on joissain tapauksissa hyvä suorittaa aiotulla kaivonpaikalla alustava koepumppaus imusarjasta pisteen antoisuuden ja vedenlaadun määrittämiseksi.

Koepumppausten yhteydessä on aiheellista tiedottaa maanomistajille ja alueen asukkaille tehtävistä toimenpiteistä ja niiden mahdollisista vaikutuksista. Koepumppausten tarkoitus on selvittää pohjavesiesiintymän kuormituskestävyys ja jatkuva antoisuus, sekä mahdolliset ympäristövaikutukset. Tarvittaessa konsultti tekee alueesta pohjavesimallin, jonka avulla voidaan tutkia esiintymän ominaisuuksia tietokoneavusteisesti.

Pohjavesiesiintymän tutkimiseen ja pohjaveden ottoon tarvitaan lupa. Tutkimus- ja koepumppauslupa eivät ole pakolliset, jos maanomistajien kanssa on päästy sopimukseen alueiden käytöstä ja jos koepumppauksella ei voida katsoa olevan pohjaveden muuttamiskiellossa määriteltyjä vaikutuksia. Pohjaveden ottolupa haetaan ympäristölupavirastolta erillisellä hakemuksella, johon liitetään kaikki tutkimustulokset ja suunnitelmat niistä toimenpiteistä, joita alueella on tehty ja tullaan tekemään. Ympäristölupavirastolta voidaan samassa yhteydessä hakea lupaa vedenottamon suoja-alueen perustamiselle. Nykyisin on kuitenkin yhä enemmän suuntauduttu pohjavesialueen suojelusuunnitelmien tekemiseen. Suojelusuunnitelma ei ole oikeudellisesti sitova, mutta se on kokonaisuudessaan suoja-alueetta laajempi ja kattavampi suunnitelma alueen käyttötavoista pohjavesien suojelemiseksi.

Työssä on selvitetty pohjavesihankkeen kesto ja aikataulurakenne, sekä hankkeen kustannusten muodostuminen. Hanke on jaettu eri vaiheisiin ja nämä vaiheet erillisiin

työvaiheisiin. Koska pohjavesihankkeet ovat keskenään erilaisia, on rajoitettu tarkastelemaan kustannusten ja aikataulun rakennetta. Joillekin yksittäisille työvaiheille voidaan antaa keskimääräinen kustannus- ja aikatauluarvio, mutta kokonaisuudessaan ne tiedetään vasta hankkeen toteutusvaiheessa pohjavesiesiintymän ominaisuuksien perusteella.

Tässä työssä käytetään esimerkkinä Paavonlammen alueella käynnissä olevaa pohjavesihanketta, jonka Joensuun Vesi, Kiihtelysvaaran kunta, Pyhäselän kunta ja Pohjois-Karjalan ympäristökeskus yhdessä toteuttavat. Aluksi esitellään paikalliset pohjavesiolot sekä hankkeen tausta ja tavoite samoin kuin alueella suoritettut tutkimukset ja alustavat koepumppaukset sekä tarkkailuohjelmat. Hankkeen kustannusten rakentuminen sekä aikataulu ja lupa-asiat käsitellään seuraavaksi. Lopuksi käydään läpi hankkeesta kertyneet kokemukset.

LÄHDELUETTELO

- Antikainen, M., Breilin, O. & Lyytikäinen, A. 2001. Pohjavesien suojelun ja kiviaineshuollon yhteensovittaminen. Loppuraportti Pielisen-Karjalan seudulta. Joensuu: Pohjois-Karjalan ympäristökeskus. 52 s. (Alueelliset ympäristöjulkaisut 220) ISBN 952-11-0905-X
- Backman, B., Lahermo, P., Väisänen, U., Paukola, T., Juntunen, R., Karhu, J., Pullinen, A., Rainio, H., Tanskanen, H. 1999. Geologian ja ihmisen toiminnan vaikutus pohjaveteen. Seurantatutkimuksen tulokset vuosilta 1969-1996. Espoo: Geologian tutkimuskeskus. 261 s. (Tutkimusraportti 147) ISBN 951-690-738-5
- Breilin, O. 2002. Paavonlammen harjualueen rakennemalli. Tutkimusraportti. Espoo: Geologian tutkimuskeskus. 7 s.
- Britschgi, R., Gustafsson, J. (toim.). 1996. Suomen luokitellut pohjavesialueet. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 384 s. (Suomen ympäristö 55) ISBN 952-11-0081-8
- Britschgi, R., Hatva, T. & Suomela, T. (toim.). 1991. Pohjavesialueiden kartoitus- ja luokitusohjeet. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus. 60 s. (Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisu- ja -sarja B 7) ISBN 951-47-4280-X
- Etelämäki, L. 1999. Veden käyttö Suomessa. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 79 s. (Suomen ympäristö 305) ISBN 952-11-0492-9
- GeoUnion. 2003. <http://www.geounion.fi/resurssit.htm>. [viitattu 14.4.2003]
- Hatva, T. 2001. Alueellisten ympäristökeskusten tekemien pohjavesiselvitysten laatuarvio. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 26 s. (Suomen ympäristökeskuksen moniste 224) ISBN 952-11-0915-7
- Hatva, T., Hyyppä, J., Ikäheimo, J., Penttinen, H. & Sandborg, M. 1993. Soranoton vaikutus pohjaveteen. Raportti V: Soranotto ja pohjaveden suojelu. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus. 120 s. (Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisu- ja -sarja B 15) ISBN 951-47-7012-9
- Hänninen, P. et al. 1991. Maatutkaluotaus: geofysikaaliset tutkimusmenetelmät. Helsinki: Suomen geoteknillinen yhdistys. 68 s. ISBN 951-676-515-7
- Joensuun ja ympäristökuntien vesihuollon kehittämissuunnitelma, tiivistelmä. 2002. Hollola: Insinööritoimisto Paavo Ristola. 45 s.
- Keski-Karhu, H. 2001. Selvitys Kiihtelysvaaran Paavonlammen pohjavesialueen luontoarvoista. Joensuu: Toimi - Ympäristöalan asiantuntijaosuuskunta. 8 s.
- Keski-Suomen vesipiiri. 1985. Häkkilän pohjavesiselvitys 15.11.1985, Saarijärvi. 7 s.
- Keski-Suomen vesi- ja ympäristöpiiri. 1991. Aholanharjun-Syrjäharjun pohjavesiselvitys 1.11.1991, Saarijärvi. 9 s.

- Keski-Suomen vesi- ja ympäristöpiiri. 1988. Häkkilän pohjavesiselvitys, jatkotutkimus II 8.6.1988, Saarijärvi. 4 s.
- Keski-Suomen vesi- ja ympäristöpiiri. 1987. Häkkilän pohjavesiselvitys, jatkotutkimus I 20.8.1987, Saarijärvi. 8 s.
- Keski-Suomen ympäristökeskus. 1998a. Kammolankankaan pohjavesiselvitys 1.4.1998, Pihtipudas. 7 s.
- Keski-Suomen ympäristökeskus. 1998b. Kangastenperän pohjavesiselvitys 1.10.1998, Keuruu. 6 s.
- Keski-Suomen ympäristökeskus. 1997. Lintusyrjänharjun pohjavesiselvitys 21.3.1997, Keuruu. 7 s.
- Kilpailuvirasto. 2001. Markkinat ja kilpailu kuntien tuotantotoiminnassa. Kilpailuvirasto, selvityksiä 1/2001. 73 s.
- Korkka-Niemi, K., Salonen, V-P. 1996. Maanalaiset vedet - pohjavesigeologian perusteet. Turku: Turun yliopiston täydennyskoulutuskeskus. 181 s. (Turun yliopiston täydennyskoulutuskeskuksen julkaisuja A:50) ISBN 951-29-0825-5
- Koskinen, S., Waris, R. 2000. Vedenhankintaa koskeva lupa ja sen määräykset. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 162 s. (Ympäristöopas 80) ISBN 952-11-0805-3
- Kärkkäinen, J. 1997. Kiihtelysvaaran kunnan Kirkonkylän, Heinävaarankankaan ja Kaukaansärkän pohjavesialueiden suojeleusuunnitelma. 28 s.
- Lapinlampi, T., Raassina, S. (toim.), 2002. Vesihuoltolaitokset 1998 - 2000. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 480 s. (Suomen ympäristö 541) ISBN 952-11-1086-4 (nid.). Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/elektro/sy541/sy541.htm> ISBN 952-11-1087-2 (PDF)
- Liimatta, E. 1996. Pohjavesitutkimus, Paavonlampi. Joensuu: Pohjois-Karjalan ympäristökeskus. 2 s.
- Liimatta, E. 1997. Paavonlammen alustavat koepumppaukset, Heinävaara. Joensuu: Pohjois-Karjalan ympäristökeskus. 4 s.
- Liimatta, E. 2001. Paavonlammen pohjavesitutkimus, tutkimussuunnitelma. Joensuu. 5 s.
- Liimatta, E. 2002. Paavonlammen alustava koepumppaus (Piste 3B), Paavonlampi. Joensuu: Pohjois-Karjalan ympäristökeskus. 2 s.
- Liuksiala, A. 1999. Rakennussopimukset: käytännön käsikirja. Helsinki: Rakennustieto Oy. 589 s. ISBN 951-682-389-0

- Lohilahti, H. 2002. Pohjavedenoton vaikutus Paavonlammen harjualueen (Kiihtelysvaara) luontotyyppeihin (suot, lähteet, purot ja lammet), täydennys 30.11.2001 selvitykseen. Joensuu: Pohjois-Karjalan ympäristökeskus. 9 s.
- Mustonen, S. 1986. Sovellettu hydrologia. Helsinki: Vesiyhdistys. 503 s. ISBN 951-95555-1-X
- Mäkelä, J. 1995. Vedenhankinnan pohjavesitutkimus kehittyy. Kunnalliselämä 1-1995, s. 17-18. ISSN 0357-7953
- Mälkki, E. 1999. Pohjavesi ja pohjaveden ympäristö. Helsinki: Tammi. 304 s. ISBN 951-26-4515-7
- Niemelä, J. (toim.). 1979. Suomen sora- ja hiekkavarojen arviointiprojekti 1971-78. Espoo: Geologinen tutkimuslaitos. 119 s. (Tutkimusraportti 42) ISBN 951-690-110-7
- Niini, H., Niini, S. 1995. Vesigeologia (hydrogeologia). Espoo: Teknillinen korkeakoulu, Materiaali- ja kalliotekniiikan laitos, Insinööri-geologian ja geofysiikan laboratorio. 176 s. (Opetusjulkaisu TKK-IGE-C-17) ISBN 951-22-2534-4
- Nysten, T. 1989. Pohjavesiselvitykset: Vesi- ja ympäristöhallinnon koulutuspäivät Tampereella 25.-26.1.1989. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus. 118 s. ISBN 951-47-2405-4
- Pohjois-Karjalan ympäristökeskus. 2001. POSKI-projekti, työraportti Kiihtelysvaaran kunnassa tehdyistä pohjavesialueiden tarkistuksista. Joensuu: Pohjois-Karjalan ympäristökeskus.
- Pohjois-Savon ympäristökeskus. 1999. Ajankohtaista ympäristöstä 2/99, Pohjois-Savon ympäristökeskuksen tiedotuslehti. 4. vuosikerta. Kuopio: Pohjois-Savon ympäristökeskus. ISSN 1456-4009
- Pönkkä, L. 1981. Suomen eteläpuoliskon glasifluviaaliset muodostumat pohjavesiesiintyminä. Lahti: väitöskirja, Helsingin yliopisto. 44 s. ISBN 951-99294-3-6
- Rakennustieto. 1993. Geofysikaaliset tutkimusmenetelmät. Helsinki. 66 s. ISBN 951-682-281-9
- Reijonen, J. 1995. Putkikaivon kehityksestä ja rakentamisesta. Kunnalliselämä 5-1995, s. 12-15. ISSN 0357-7953
- Reijonen, R. 2001. Pohjaveden virtausnopeuden ja -suunnan mittaus. Tekniikka ja Kunta 6-2001, s. 33-35. ISSN 1457-7755
- Reijonen, R. 1997. Tekovesipohjatutkimus osana tekopohjavedenottamon suunnittelua. Kunnalliselämä 7-1997, s. 25-27. ISSN 0357-7953
- Reijonen, R. 1991. Uuden tekniikan hyväksikäyttö pohjavesitutkimuksissa, osa 1: Kaivonpaikkatutkimukset. Kunnalliselämä 5-1991, s. 43-44. ISSN 0357-7953

- Rintala, J. 1999. Pohjavesialueiden suojelusuunnitelmat -tilannekatsaus. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 49 s. (Suomen ympäristökeskuksen moniste 131) ISBN 952-11-0372-8
- Salonen, V-P., Korkka-Niemi, K. 2001. Kirjoituksia pohjavedestä: 3. ympäristögeologian päivät Turku 13-14.3.2000. Turku: Turun yliopisto, geologian laitos. 297 s. ISBN 951-29-2170-7
- Salonen, L., Paukkunen, M. 1995. Ympäristövaikutusten arviointi – parempaan suunnitteluun. Helsinki: Ympäristöministeriö. 23 s. ISBN 951-731-049-8
- Sauvonsaari, S. 2000. Esimerkkejä palveluhankintojen kilpailuttamisesta, hankintahenkilöstön koulutuspäivät 23.-25.2.2000. Moniste. Suomen Kuntaliitto.
- Saviranta, L., Vikman, H. (toim.). 1990. Suomen vesihuollon suuntaviivat. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus. 75 s. (Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja – sarja B 5) ISBN 951-47-3730-X
- Siitonen, H. (toim.). 2002. Vesitaloushankkeiden hakemussuunnitelmien laatiminen. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 141 s. (Ympäristöopas 92) ISBN 952-11-1080-5 (nid.). Saatavissa: <http://www.vyh.fi/palvelut/julkaisu/elektro/yo92/yo92.htm> ISDN 952-11-1081-3 (PDF)
- Soveri, J., Mäkinen, R., Peltonen, K. 2001. Pohjaveden korkeuden ja laadun vaihteluista Suomessa 1975-1999. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 382 s. (Suomen ympäristö 420) ISBN 952-11-0746-4
- Suomen Rakennuttajaliitto. 1982. Rakennusalan urakkakilpailun periaatteet. Rakennustietosäätiön RT - ohjekortisto, RT 16-10182. 3 s.
- Suunnittelukeskus Oy, Suomen Pohjavesitekniikka Oy. 1995. Tutkimus Rusutjärven pohjavedenottamon laajentamiseksi tekopohjavesilaitokseksi. Helsinki. Julkaisematon.
- Taipale, K., Saarnisto, M. 1991. Tulivuorista jääkausiin: Suomen maankamaran kehitys. Porvoo: WSOY. 416 s. ISBN 951-0-16048-2
- Tampereen teknillinen korkeakoulu. 1994. Pohjaveden etsintä ja suojele: rakennusgeologisen yhdistyksen teemapäivä (29.11.1994). Tampere: Tampereen teknillinen korkeakoulu.
- Tolvanen, J. P., Kaatra, K., Maunula, M. 2002. Vesihuoltolakiopas. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö. 56 s. (MMM:n julkaisuja 1/2002) ISBN 952-453-068-6
- Turun Seudun Vesi Oy. 2003. Virttaankangas, kuukausiraportti, helmikuu 2003. Saatavissa: <http://www.turunseudunvesi.fi/Pdf/Helmikuun%20kuukausiraportti.pdf> [viitattu 14.3.2003]
- Vesi- ja viemärlaitosyhdistys. 1999. Pohjaveden suojele erityisesti vedenhankintaa silmäläpitiäen. Helsinki: Vesi- ja viemärlaitosyhdistys. 134 s. ISBN 952-5000-20-6

Vesi- ja viemärlaitosyhdistys. 1997. Pohjavesilaitosten kehittäminen. Helsinki: Vesi- ja viemärlaitosyhdistys. 93 s. ISBN 952-5000-09-5

Vesiyhdistys. 1984. Pohjavesitutkimukset: ohjeita tutkimusten teettäjille ja suorittajille, pohjaveden käytön ja suojelun valvojille, lupa-asioiden käsittelijöille. Helsinki: Vesiyhdistys. 209 s.

Vikman, H., Santala, E. 2001. Vesihuollon alueellinen yleissuunnittelu. Helsinki: Suomen ympäristökeskus, maa- ja metsätalousministeriö ja ympäristöministeriö. 52 s. (Ympäristöopas 88) ISBN 952-11-1000-7 (nid.). Saatavissa: <http://www.vyh.fi/palvelut/julkaisu/elektro/yo88/yo88.htm> ISBN 952-11-1001-5 (PDF)

Ympäristöministeriö. 1999. YVA-lain ja –asetuksen muutokset voimaan 1.4.1999. Helsinki: Ympäristöministeriö. 19 s.

Ympäristöministeriö. 2000. Peruskalvosarja: Ympäristönsuojelu- ja vesilain uudistaminen 1.3.2000. Saatavissa: <http://www.vyh.fi/palvelut/kalvot/yslaki/yslkal.htm> [viitattu 20.10.2002]

Suulliset tiedonannot:

Jorma Mustonen, käyttöpäällikkö, Joensuun Vesi, 10.2.2003.

Jorma Mustonen, käyttöpäällikkö, Joensuun Vesi, 31.10.2002.

Eero Mykkänen, toimitusjohtaja, Saarijärven Vesihuolto Oy, 9.1.2003.

Kirjallinen tiedonanto:

Ossi Alho, rakennusmestari, Keski-Suomen ympäristökeskus, 17.1.2003.

Säädökset:

Asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 268/1999

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi yhteisön vesipolitiikan puitteista. 2000/60/EY

Jätelaki 1072/1993

Kemikaalilaki 744/1989

Laki vesilain muuttamisesta 88/2000

Laki viranomaisten toiminnan julkisuudesta 621/1999

Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 468/1994

Luonnonsuojelulaki 1096/1996

Vesilaki 264/1961

Maa-aineslaki 555/1981

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999

Neuvoston direktiivi ympäristön pilaantumisen ehkäisemisen ja vähentämisen yhtenäistämiseksi. 1996/61/EY

Valtioneuvoston asetus öljyvahinkojen ja aluskemikaalivahinkojen torjunnasta 636/1993

Vesiasetus 282/1962

Vesihuoltolaki 119/2001

Ympäristönsuojelulaki 86/2000