YMPÄRISTÖOPAS | 2008

Kaivon paikka

Selvitykset ja tutkimukset kiinteistön kaivon paikan määrittämiseksi

Tuomo Hatva, Toivo Lapinlampi ja Sanna Vienonen

Suomen ympäristökeskus | EDITA

YMPÄRISTÖOPAS | 2008

Kaivon paikka

**Selvitykset ja tutkimukset
kiinteistön kaivon paikan määrittämiseksi**

Tuomo Hatva, Toivo Lapinlampi ja Sanna Vienonen

Helsinki 2008

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS | EDITA

YMPÄRISTÖOPAS | 2008
Suomen ympäristökeskus
Asiantuntijapalveluosasto

Taitto: Liisa Lamminpää

Kansikuva: Tuomo Hatva. Maaperäkairausta tärykairalla. Kairaamalla tutkitaan maakerrosten paksuus, maalajit ja niiden kivisyys. Kairausten perusteella valitaan paikka, mistä otetaan vesinäyte ja tutkitaan vesilaboratoriossa pohjaveden laatu. Kiinteistön pohjavesitutkimus yhden talouden vedenhankintaa varten tehdään tavallisesti yhden päivän aikana. Tutkimuksiin sisältyvät kairaukset ja vesinäytteiden ottaminen.

Sisäsivujen kuvat: Tuomo Hatva, ellei toisin mainita.

Julkaisu on saatavana myös internetistä:
www.ymparisto.fi/julkaisut

Edita Prima Oy, Helsinki 2008

ISBN 978-951-37-5417-4 (nid.)
ISBN 978-952-11-3199-8 (PDF)
ISSN 1238-8602 (pain.)
ISSN 1796-167X (verkkoj.)

YMPÄRISTÖMERKKI
MILJÖMÄRKT
441 002
Painotuote

ALKUSANAT

Hyvää talousvettä tuottava kaivo on yksi keskeisistä asumisen edellytyksistä sellaisilla kiinteistöillä, joita ei ole liitetty yhteiseen vesijohtoverkostoon. Kaivon paikan valinnassa ja rakentamisessa tarvitaan monipuolista tietoa ja osaamista. Tähän oppaaseen on koottu käytännönläheistä tietoa erityisesti kaivon sijoittamisesta ja siihen vaikuttavista maa- ja kallioperäolosuhteista Suomessa. Oppaassa on kuvattu pohjaveden muodostumisen periaatteita ja pohjavesitutkimusten toteutusta sekä esitetty esimerkkejä erilaisiin olosuhteisiin rakennetuista rengas- ja porakaivoista, kaivojen virheellisestä sijoittamisesta ja pohjaveden likaantumisriskeistä. Pääpaino oppaassa on kohdistettu siihen, miten kaivon paikka määritetään ja mitä sen tutkimisessa tulee ottaa huomioon.

Opas on tarkoitettu kaikille uuden kaivon paikan määrittämistä tai vanhan kaivon kunnostamista suunnitteleville kiinteistönomistajille, kuntien viranomaisille, alalla toimiville konsulteille ja muillekin asiasta kiinnostuneille. Eräitä tuoreita eri organisaatioiden ja tutkimuslaitosten laatimia ohjeita on hyödynnetty oppaan teossa. Ne on mainittu lähdeluettelossa.

Oppaan sisällön ja piirrokset on suunnitellut ja toteuttanut Suomen ympäristökeskuksen toimeksiannosta emeritus hydrogeologi, FT Tuomo Hatva, joka on myös ottanut pääosan oppaan valokuvista. Arvokasta ja hyödyllistä tietoa, kuvia sekä ohjeita kaivojen kunnostamisesta on saatu rengaskaivojen osalta etenkin toimitusjohtaja Pertti Virtaselta (Vesikaivohuolto Vipe Oy) ja porakaivojen osalta toimitusjohtaja Sami Eskeliniltä (Konepalvelu Eskelin Oy) ja toimitusjohtaja Peter Dahlbomilta (Kaivonporaus P.Dahlbom Ky) sekä monilta muilta alan asiantuntijoilta.

Valtaosa oppaan valokuvista on otettu vuonna 2007 nimenomaan tätä opasta varten Kemiössä, Rengossa, Halikossa, Sysmässä sekä monissa Uudenmaan ja Hämeen kunnissa. Pohjavesitutkimuksia ja vanhan kaivon kunnostusta kuvattiin Vesikaivohuolto Vipe Oy:n työmailla Sysmässä. Lisäksi oppaaseen on valittu eri puolilta Suomea otettuja kuvia sekä tekijän että muiden asiantuntijoiden arkistoista. Yhteensä kuvia on saatu 17 kuvaajalta.

Oppaan tekemistä on ohjannut Suomen ympäristökeskuksessa suunnitteluinsinööri Toivo Lapinlammen johdolla toimiva kaivoryhmä. Ryhmän jäsenistä hydrogeologi Ritva Britschgi, johtava asiatuntija Erkki Santala ja erikoistutkija Matti Valve ovat Suomen ympäristökeskuksesta, tarkastaja Jarmo Kosunen Uudenmaan ympäristökeskuksesta, suunnitteluinsinööri Jukka Lahti Pirkanmaan ympäristökeskuksesta, kemisti Juhani Airo MetropoliLabista, hydrogeologi, FT Kirsti Korkka-Niemi Turun yliopiston maaperägeologian laitokselta sekä ympäristöinsinööri Timo Piirainen Vesi- ja ympäristösuunnittelu T.P:stä. Porakaivojen tekijöitä ovat kaivoryhmässä edustaneet porakaivourakoitsijat Peter Dahlbom, Jouni Lehtonen ja Sami Eskelin (Suomen Kaivonporausurakoitsijat ry. Poratek). Kaivoryhmän sihteerinä toiminut tutkija Sanna Vienonen Suomen ympäristökeskuksesta on koonnut oppaaseen tulleet kuvat ja käsikirjoituksen.

Haluamme esittää parhaat kiitokset kaikille oppaan laatimiseen osallistuneille yrityksille, kaivoryhmän jäsenille ja muille asiantuntijoille. Kiitos myös Matti Valveelle, joka on tarkastanut digitaaliset kuvat ja antanut asiantuntija-apua, Kirsti Korkka-Niemelle geologisten termien

tarkistamisesta sekä monille muille henkilöille, jotka ovat antaneet valokuviaan oppaaseen ja osallistuneet tekstin kommentointiin ja viimeistelyyn. Kiitokset ansaitsee myös piirtäjä Oili Ahola kaaviokuvien puhtaaksi piirtämisestä. SYKEn julkaisuprosessiin kuuluvat asiantuntijalausunnot ovat antaneet emeritus dosentti, geologi Esa Rönkä Suomen ympäristökeskuksesta ja geologi Birgitta Backman Geologian tutkimuskeskuksesta.

Helsingissä 20.9.2008

Tekijät

SISÄLLYS

Alkusanat ... 3
Sisällys ... 5
1 Yleistä ... 7
2 Maa- ja kallioperä pohjaveden saannin kannalta ... 10
2.1 **Maankamara** ... 10
2.2 **Maaperä** ... 13
2.2.1 Yleistä ... 13
2.2.2 Moreenit ... 13
2.2.3 Karkearakeiset lajittuneet maalajit ... 16
2.2.4 Hienorakeiset maalajit ... 17
2.2.5 Pohjaveden saantimahdollisuudet maaperästä ... 19
2.3 **Kallioperä** ... 19
2.3.1 Kivilajit ... 19
2.3.2 Pohjaveden saantimahdollisuudet kallioperästä ... 20
3 Pohjaveden kiertokulku ja muodostuminen sadannasta ... 24
4 Pohjaveden pinta ja sen vaihtelut ... 30
5 Kaivonpaikkatutkimukset ... 33
5.1 **Yleistä** ... 33
5.2 **Tutkimusvaiheet** ... 33
5.3 **Tutkimuksessa tarvittavien taustatietojen hankinta** ... 35
5.3.1 Karttatarkastelu ... 35
5.3.2 Pohjaveden alueellinen laatu ... 39
5.3.2.1 *Yleistä* ... 39
5.3.2.2 *Maaperän pohjavesi* ... 40
5.3.2.3 *Kallioperän pohjavesi* ... 41
5.3.3 Veden käyttötarve ... 46
5.3.4 Kaivon kuntokartoitus ... 46
5.3.5 Terveys- ja ympäristötarkastajan haastattelu ... 46
5.3.6 Muut yleiset selvitykset ... 47
5.4 **Maastotarkastelu** ... 48
5.5 **Tutkimusohjelma ja tarjouspyyntö** ... 49
5.5.1 Tutkimusohjelma ... 49
5.5.2 Tarjouspyyntö ... 49
5.6 **Kaivon paikan tutkimus** ... 50
5.6.1 Maaperätutkimus ... 50
5.6.2 Kallioperätutkimus ... 51
5.6.3 Lähteiden virtaamamittaukset ja kaivoinventointi ... 52
5.6.4 Pohjaveden pinnan korkeus ... 53
5.6.5 Vesinäytteen ottaminen ja antoisuuden arviointi koepumppauksella ... 54

5.6.6 Vesinäytteen tutkiminen maastossa ja laboratoriossa ... 56
5.6.7 Veden käsittelytarve ja -tavat ... 63
5.6.8 Jätevesijärjestelmä ja jäteveden purkupaikan selvitys ... 64
5.6.9 Muut tutkimukset kaivon paikalla ... 65
5.6.10 Kaivon paikan tutkimusraportti ... 65

6 Esimerkkejä kaivon sijoittamisesta erilaisiin maa- ja kallioperä-olosuhteisiin ... 66

6.1 **Yleistä** ... 66

6.2 **Rengaskaivo** ... 67

6.2.1 Esimerkkejä moreenikerrostumiin rakennetuista rengaskaivoista ... 67
6.2.2 Esimerkkejä hiekka- ja soramuodostumiin rakennetuista kaivoista ... 71

6.3 **Porakaivo** ... 73

6.4 **Siiviläputkikaivo** ... 76

6.5 **Ylivuotokaivo** ... 76

7 Rengas- ja porakaivon virheellinen sijoittaminen ... 79

7.1 **Yleistä** ... 79

7.2 **Hydrogeologiset tekijät** ... 79

7.2.1 Pohjaveden laatu ... 79
7.2.2 Pohjaveden määrä ... 80

7.3 **Vesistöjen vedenpinnan vaihtelu** ... 82

7.4 **Ihmisen toiminta** ... 84

7.5 **Lainsäädäntö** ... 90

8 Yhteenveto ... 91

Lähteet ja aiheeseen liittyviä Internet-sivuja ... 92

Liitteet ... 95

Liite 1. Oppaassa käytetty hydrogeologinen sanasto sekä kaivotyyppi- ja maalajimerkinnät ... 95

Liite 2. Kaivon paikan tutkimuslomake ... 103

Liite 3. Kaivon huolto ja kunnostus ... 105

Liite 4. Kaivon antoisuuden mittaaminen ... 123

Liite 5. Kaivoveden analyysitulkki ... 129

Liite 6. Kaivojen tyyppipiirustukset ... 133

Liite 7. Kaivosopimuksen asiakirjamalli ... 139

Kuvailulehdet ... 148

Kuvailulehti ... 148

Presentationsblad ... 149

Documentation page ... 150

1 Yleistä

Pohjavesi on arvokas uusiutuva luonnonvara, jolla on suuri merkitys luonnontaloudessa ja ihmisen toiminnoissa. Se soveltuu hyvin yhdyskuntien ja haja-asutuksen vedenhankintaan. Yhdyskuntien käyttämä talousvesi otetaan useimmiten vedenhankinnalle tärkeiltä pohjavesialueilta. Yksittäisten kiinteistöjen ja loma-asutuksen vedenhankinta perustuu pääasiassa moreenikerrostumista tai kallioperästä saatavaan pohjaveteen, mikä riittää yhden kiinteistön talousveden käyttötarpeeseen.

Maassamme on noin 300 000 kotitaloutta ja saman verran kesäasuntoja, jotka ottavat talousvetensä kaivosta. Kaivojen lukumäärä ei ole tarkasti tiedossa, mutta rengaskaivoja on arvioitu olevan yhteensä noin 450 000 ja porakaivoja ainakin 160 000. Kaivoja rakennetaan joka vuosi arviolta noin 5000–10 000 kaivoa, joista porakaivoja on noin puolet. Edellä esitettyihin arvioihin sisältyvät porakaivojen osalta vain talousveden hankintaan tarkoitetut kaivot.

Pohjavesi muodostuu sade- ja sulamisvesistä, joista osa imeytyy maalajista ja kallion rikkonaisuudesta riippuen pohjavedeksi maa- ja kallioperään. Veden suodattuessa maakerrosten ja kallion rakojen läpi pohjavedeksi siihen liukenee erilaisia ihmisen terveydelle tärkeitä hivenaineita. Luonnontilainen pohjavesi on kylmää, raikkaan makuista ja tasalaatuista.

Pohjaveden laatuun vaikuttavat toisaalta geologista alkuperää olevat ja toisaalta ihmisen toiminnasta johtuvat tekijät. Geologisia tekijöitä ovat mm. maa- ja kallioperän laatu ja rakenne. Niiden vaikutus voi olla erilainen maaperän pohjaveden kuin kallioperän pohjaveden laatuun. Ihmisen toimintojen seurauksena pohjaveden likaantumisriski kasvaa tai vesi voi pilaantua siinä määrin, että sitä ei kannata enää puhdistaa.

Jos pohjavedessä on talousvesikäytön kannalta luontaista alkuperää olevia haitallisia aineita, kuten rautaa, mangaania, fluoridia, arseenia tai radonia ja uraania, voidaan ne poistaa taloudellisesti käsittelemällä vesi nykyaikaisilla menetelmillä. Ilman kautta tulevilta lika-aineilta pohjavesi on helpompi suojata kuin pintavesi. Pohjaveden alueelliset laatuhaitat on hyödyllistä selvittää ajoissa etukäteen varsinaisten maastotutkimusten nopeuttamiseksi.

Haja-asutuksen uudisrakentamisessa joudutaan turvautumaan usein kiinteistökohtaiseen vedenhankintaan. Pohjavesi-, kallioperä- ja maaperätutkimusten avulla määritetään, minkälainen kaivotyyppi soveltuu parhaiten omalle kiinteistölle. Vaihtoehtoja ovat rengas-, pora- ja siiviläputkikaivo tai lähteen läheisyyteen rakennettu kaivo. Pohjaveden laadun vaarantavat tekijät, kuten jätevedet ja suolattavan tien läheisyys, on otettava huomioon kaivon paikkaa mietittäessä.

Hyvää kaivon paikkaa kannattaa etsiä kauempaakin. Yhteistyö naapurin tai useammankin naapurin kanssa voi olla mahdollista tai jopa ainoa vaihtoehto. Kysymykseen voi tulla myös vesiyhtymän perustaminen tai liittyminen vesihuoltolaitoksen vesijohtoverkostoon.

Monet kiinteistönomistajat käyttävät kuitenkin omaa kaivovettä esim. puutarhan kasteluun, auton pesuun ja saunavetenä, vaikka ottavatkin talousveden verkostosta.

Oppaan luvuissa 2, 3 ja 4 on käsitelty maa- ja kallioperän laatua ja niiden hydrogeologisia ominaisuuksia sekä pohjaveden muodostumista. Asiaa on havainnollistettu piirrosten ja valokuvien avulla. Luvussa 5 on esitetty, minkälaisia maa- ja kallioperä- sekä vedenlaatututkimuksia uuden rengas- tai porakaivon paikan tutkiminen edellyttää ja mitä on otettava huomioon uutta kaivoa sijoitettaessa ja rakennettaessa. Luvussa 6 on esitetty esimerkkien avulla kaivojen sijoittamismahdollisuuksia erilaisissa hydrogeologisissa olosuhteissa. Kaivojen virheellisestä sijoittamisesta ja pohjaveden likaantumisesta on koottu erilaisia esimerkkejä lukuun 7. Oppaan sisällysluettelossa on yhdenmukaisuuden ja lukemisen helpottamiseksi pohjavesitutkimusten osalta noudatettu kaivon rakentamista koskevassa Kaivosopimuksessa (liite 7) käytettyä sisällysluetteloa.

Oppaan liitteitä ovat oppaassa käytetty hydrogeologinen sanasto, kaivotyyppi- ja maalajimerkinnät, kaivon paikan tutkimuslomake, rengas- ja porakaivon kunnostusta ja kaivon antoisuuden mittaamista käsittelevät luvut, kaivoveden analyysitulkki, kaivojen tyyppipiirustukset ja Kaivosopimus.

Tämä opas on tehty täydentämään aikaisemmin tehtyjä Suomen ympäristökeskuksen, Geologian tutkimuskeskuksen ja Säteilyturvakeskuksen aiheeseen liittyviä julkaisuja ja liitteinä 5–7 esitettyjä ohjeita. Opas auttaa täydentämään liitteissä 2 ja 7 esitetyt pohjavesitutkimuksia koskevat kohdat. Oppaan tekemisessä käytetyt lähteet on esitetty lopussa.

Piirroksiin liittyvät valokuvat on numeroitu, merkitty piirroksiin asiaa kuvaaviin kohtiin ja ympyröity. Piirrokseen merkitty valokuva löytyy tekstistä kuvanumeron avulla. Piirrosten ja kuvien yhteyteen on kirjoitettu yksityiskohtaisia tekstejä ilmaisemaan niiden esittämää asiaa. Oppaaseen ei ole kirjoitettu pitkiä varsinaisia tekstiosuuksia, jotta opas olisi helpommin luettavissa.

Liitteessä 1 on esitetty selitykset oppaassa käytetyistä tai asiaan muuten liittyvistä hydrogeologisista termeistä. Liitteen 1 lopussa on myös luettelo piirroksissa käytettyjen rengas- ja porakaivojen erilaisista ominaisuuksista, kuten antoisuudesta ja sellaisesta pohjaveden laadusta, joka on pääteltävissä lähinnä veteen liuenneen hapen tai sen puuttumisen ja kaivon sijainnin perusteella.

Esimerkkejä rengas-, pora- ja siiviläputkikaivojen sijoituksesta erilaisiin geologisiin muodostumiin on esitetty oppaan piirroksissa sekä luvussa 6. Arvio pohjaveden saantimahdollisuudesta ja laadusta kaivotyypeittäin on myös esitetty piirroksissa. **Eri kaivotyypit on merkitty lyhenteillä AK, RK1–5, LK1–3, SP1–2 sekä PK1-5 ja ne on kuvattu tarkemmin liitteessä 1.** Kuilu- tai betonirengaskaivosta on käytetty nimitystä rengaskaivo ja kallioporakaivosta nimitystä porakaivo.

Pohjaveteen liittyvien asioiden tarkastelujärjestykseksi oppaassa on valittu

1. maaperä ja siitä saatavissa oleva pohjavesi
2. kallioperä ja siitä saatavissa oleva pohjavesi.

Ohjeita kiinteistön omistajalle kaivon paikan määrittämiseen

1

Selvitä vähintään vuosi ennen kiinteistön kaivon paikan määrittämistä muut vedenhankinnan vaihtoehdot, kuten vanhan kaivon kunnostaminen, vedenhankinta yhdessä naapureiden kanssa ja mahdollisuudet liittyä vesiyhtymän tai vesihuoltolaitoksen vesijohtoverkostoon.

2

Jos vanha kaivo päätetään kunnostaa, teetä kaivon kuntokartoitus ja kunnostussuunnitelma vähintään kuukausi ennen varsinaista kunnostusta työnsä osaavalla yrittäjällä. Kevyet kaivon huoltotoimenpiteet voi tehdä kiinteistön omistaja itsekin.

3

Ryhdy heti toimenpiteisiin uuden kaivon paikan määrittämistä varten, jos kiinteistöä ei voi liittää yhteiseen verkostoon tai kaivoa ei voi kunnostaa. Pohjavesitutkimuksia varten hankitaan perus- ja maaperäkartat sekä kallioperäkartat. Alueellisen pohjaveden laadun selvittämistä varten hankitaan lisäksi radonpitoisuuskartat ja kootaan alueelta saatavissa oleva muu tieto pohjaveden laadusta. Tämän työn voi tehdä kiinteistön omistaja. Kun tutkimushanke toteutetaan vaiheittain ja sen tekemiseen varataan riittävästi aikaa, voidaan varsinaisten maastotutkimusten toteuttamista nopeuttaa ja helpottaa sekä säästää kustannuksissa.

4

Haastattele naapureita. Kysele tietoja ja kokemuksia rengas- tai porakaivojen antoisuuksista ja kaivoveden laadusta. Jos kiinteistösi sijaitsee pohjaveden laadun kannalta alueella, missä voi esiintyä maa- ja kallioperän aiheuttamia alueellisia pohjaveden laatuhaittoja, selvitä haittojen esiintyminen kunnassasi.

5

Tee itse kiinteistölläsi ja sen ympäristössä alustava maasto- ja karttatarkastelu. Selvitä kallion paljastumien sijainti ja kiven väri sekä tee havaintoja kallion rikkonaisuudesta ja halkeamista sekä niiden avoimuudesta ja kaltevuudesta. Tee havaintoja kiinteistön maaperän laadusta. Arvioi, jos mahdollista, kallion rakojen määrä metrin matkalla eli niin sanottu rakoluku. Selvitä, onko maaperä moreenia, savea vai esiintyykö kiinteistöllä tai sen lähiympäristössä vettä hyvin läpäiseviä maalajeja kuten hiekkaa ja soraa.

6

Selvitä kiinteistölläsi tai sen lähiympäristössä olevat pohjaveden pilaantumista aiheuttavat toiminnot tai pysyvät tekijät kuten jätevesijärjestelmä, vanhat kaatopaikat, suolattavat tiet, öljysäiliöt, navetan tai sikalan kunto sekä uudet ja vanhat laidunmaat. Tarkista viemäreiden ja jätevesien käsittelylaitteiden kunto. Huolehdi siitä, että pohjaveden likaantumisriskit otetaan huomioon kaivon paikkaa määritettäessä.

7

Tarkastele ympäristön pohjavesiolosuhteita. Arvioi peruskartan korkeuskäyrien ja maaston korkeussuhteiden perusteella pohjaveden virtaussuuntia. Selvitä myös ojien ja vesistöjen virtaussuunnat. Selvitä, onko kiinteistölläsi tai sen läheisyydessä lähteitä tai kosteikkoja, jonne pohjavesi voisi purkautua.

8

Pyydä tarjoukset kaivon paikan määrittämiseksi hyvissä ajoin, eli noin 3–4 kuukautta ennen tutkimusten aloittamista. Jos kyseessä on rengaskaivon paikan määritys, varmista, että tutkimukset tehdään kuivana vuodenaikana.

9

Teetä pohjavesitutkimukset tarjousten perusteella valitulla konsultilla tai pohjavesitutkimuksia tekevällä kaivourakoitsijalla. Muista valita tutkimusten kannalta sopivin vuodenaika.

10

Valmistele kaivon paikan määrittämistä varten tehtäviä tutkimuksia tai porakaivon porausta raivaamalla kulkuväyliä. Ole itse paikalla, kun tutkimukset tehdään. Varmista, että porauksesta tehdään asianmukaiset havainnot ja merkinnät porauspöytäkirjaan.

11

Varmista, että kiinteistöllesi rakennettavan rengaskaivon paikalta tai uudesta porakaivosta on otettu edustavat ja tarpeelliset vesinäytteet ja niistä tutkitaan tavanomaisten veden laatuominaisuuksien lisäksi myös kuntasi alueella pohjavedessä mahdollisesti esiintyvät maa- ja kallioperästä johtuvat laatuhaitat.

12

Opastusta saat kunnilta, maatalouskeskuksilta ja alueellisilta ympäristökeskuksilta sekä konsulttitoimistoilta. Niiltä saat myös neuvoja rahoitustuesta, jota voi saada valtiolta esim. vanhan kaivon kunnostukseen.

2 Maa- ja kallioperä pohjaveden saannin kannalta

2.1

Maankamara

Suomen maankamara koostuu kahdesta eri-ikäisestä ja ominaisuuksiltaan hyvin erilaisesta osasta, jotka ovat selvästi erotettavissa toisistaan. Alla on ikivanha peruskallio, jonka päällä nuori ja ohut maaperä. Maankamaraan voidaan lukea myös siinä esiintyvä maa- ja kallioperän pohjavesi. Jääkausi on muokannut maankamaraa ja sen pintaa, jolloin se on pääosin saanut nykyisen muotonsa. Jääkauden aikaiset ja sen jälkeiset järvi- ja merivaiheet ovat myös muokanneet pinnanmuodostusta ja maaston korkeuseroja.

Maaperä koostuu pääosin kallioperästä murskautuneesta ja erilaisten ilmiöiden kuluttamasta, hienontamasta, kuljettamasta sekä kerrostamasta kiviaineksesta. Nämä kivennäismaalajit ovat joko lajittumatonta moreenia tai lajittuneita maalajeja, kuten soraa, hiekkaa, silttiä ja savea. Maalajit esiintyvät erilaisissa geologisissa muodostumissa tai kerrostumissa, joilla on tietty rakenne ja topografiset piirteet [1]. Kivennäismaalajien päällä on ohut orgaanista ainesta sisältävä maannoskerros. Soilla maannos- eli turvekerroksen paksuus voi olla useita metrejä.

Maapeite on Suomessa yleensä suhteellisen ohut. Sen keskimääräinen paksuus on vain 8,6 metriä. Hiekka- ja soramuodostumissa maakerrosten paksuus voi olla kymmeniä metrejä. Myös rannikolla savikerrostumat voivat olla paikoin hyvinkin paksuja. Moreenikerrostumien paksuus on useimmiten vain muutamia metrejä. Niiden keskipaksuus on alle 5 metriä.

Suomen kallioperä koostuu syvällä maankuoressa kiteytyneistä kivilajeista. Yleisimpiä kivilajeja ovat graniitit ja niiden kaltaiset kivet sekä gneissit ja liuskeet. Peruskalliomme on iältään pääosin 1,5–3 miljardia vuotta vanhaa.

Kallioperä on karkeasti ottaen ominaisuuksiltaan melko samanlaista, mutta siinä esiintyy kuitenkin jyrkkiä eroja eri kivilajien välillä. Maankuoren liikunnot ovat muuttaneet kallioperän rakennetta, mikä tulee esille mm. poimuttumisena, liuskeisuutena, murtumisena ja rakoiluna [1].

Kallioperässä esiintyy paksujen maakerrosten peittämiä syviä kallioperän ruhjeita. Ne näkyvät maastossa pitkinä laaksoina ja mosaiikkimaisena rakenteena. Kallioperässä on ruhjeiden lisäksi monin paikoin noin 100–150 metrin syvyydelle saakka erilaisia rakoja ja rakosysteemejä, joiden tiheys ja suunta vaihtelevat paljon.

Piirros 1. Yleispiirros maankamaran päärakenneosista: peruskalliosta ja sen päällä olevasta maaperästä sekä niihin liittyvästä maa- ja kallioperän pohjavedestä.
Piirroksiin on merkitty ympyröidyillä numeroilla viitteet maankamaran pääosia tai kaivoja esittäviin valokuviin.

Kuva 1. Poikkileikkaus tyypillisestä jääkauden aikaisten sulamisvesivirtojen kasaamasta pitkittäisharjusta, joka voi olla kymmeniä kilometrejä pitkä. Leveys vaihtelee alle sadasta metristä yli kilometriin. Harjuille tyypillinen puusto on männikköä. Harjujen pohjavesialueet ovat tärkeitä vedenhankinta-alueita yhdyskuntien vedenhankinnassa.

Kuva 2. Harjun reunamalle muodostunut rantavoimien muokkaama rantakerrostuma, jolle tyypillinen puusto on männikköä. Rantakerrostuma on vaakasuora tasanne harjun juurella kulkevan metsätien alapuolella. Kerrostuman alapuolella esiintyy savikiila (piirros 1), jonka päällä pohjaveden pinta on korkeammalla kuin harjussa. Tällaista vettä kutsutaan orsivedeksi. (Kuva: Kirsti Korkka-Niemi)

Kuva 3. Luonnontilainen lähde, jonka pohjalle on kasaantunut lähteen reunamilta veteen kaatuneita puita. Harjulla sadevedestä maaperään imeytyvä vesi kerääntyy pohjavedeksi, joka purkautuu harjun reunamilla lähteinä. Lähteet voivat olla virtaamaltaan hyvinkin suuria. Moreenialueilla lähteiden virtaamat ovat pieniä.

Kuva 4. Savialue. Harjujen tai moreeni- ja kallioalueiden välillä olevissa laaksoissa ja painanteissa on savikerrostumia, jotka ovat aikanaan muodostuneet jääkauden sulamisvaiheessa meriin ja järvialtaisiin. Savikerrostumat voivat olla hyvinkin paksuja ja ne ovat kerrostumisajasta riippuen erilaisia (liite 1). Laajoja savikkoja esiintyy varsinkin rannikolla.

Kuva 5. Kallioalue. Kuvan osoittama kallioalue on rakenteeltaan suhteellisen ehjää, harvarakoista graniittia. Kallioalueille tyypillinen puusto on harvaa männikköä. Sade- ja sulamisvedet imeytyvät pohjavedeksi kallion rakoja pitkin pohjaveden pinnan tasolle.

Kuva 6. Moreenialue. Kallioalueen reunamalle muodostunut lohkareinen moreenikerrostuma. Moreenialueille tyypillinen puusto on kuusikkoa. Kuvassa näkyvä valkoinen keppi osoittaa paikkaa, johon kaivo on rakennettu. Sen kaivonpaikkatutkimusta on kuvattu luvussa 5. Moreenialueen maalajien muuttuminen pintamaan alapuolella ja rengaskaivon rakennustyön eteneminen on esitetty kuvissa 7, 8 ja 75.

2.2

Maaperä

2.2.1

Yleistä

Maamme kiteisistä kivilajeista koostuvaa kallioperää peittää geologisesti nuori irtomaakerros. Tämä irtomaakerros eli maaperä on muodostunut viime jääkauden loppuvaiheessa ja sen jälkeen. Kallioperän päälle on kerrostunut vaihtelevan paksulti erilaisia maalajeja, joiden kerrosjärjestys kallioperästä lähtien on syntytavasta ja -ajasta riippuen seuraava [2]:

1. moreeni
2. soraharju
3. savikko.

Kallioperän päällä ovat yleensä jääkauden aikana syntyneet kerrostumat: moreenit ja harjut. Moreenin päällä ja harjujen liepeillä voi olla syvään veteen kerrostuneita sedimenttejä savea ja silttiä. Syvän veden sedimenttejä nuorempia ovat matalaa veteen ja vesirajaan syntyneet rantakerrostumat. Jääkauden lajittelemia maalajeja, hiekkaa ja soraa, esiintyy harjuissa ja Salpausselissä sekä muissa reunamuodostumissa. Suomen yleisintä maalajia moreenia esiintyy kaikkialla kallioesiintymien reunamilla ja päällä sekä savikkojen alla. Maalajeja on tarkasteltu seuraavassa niiden kerrostumisjärjestyksessä.

2.2.2

Moreenit

Mannerjäätikön kalliosta irrottamaa, kuluttamaa, kuljettamaa ja kallioperän päälle kerrostamaa ainesta kutsutaan moreeniksi [1]. Moreeni on yleisin maalaji Suomessa. Moreenia on noin 53 % maapinta-alasta. Moreenien rakeisuus ja koostumus vaihtelevat paljon, ja niiden lajittuneisuus on heikko. Moreenin kivet ovat suuntautuneet jäätikön virtauksen etenemissuunnan mukaisesti. Raekoostumuksen perusteella moreenit voidaan jakaa sora-, hiekka- ja hienoainesmoreeneihin. Ne ovat väriltään harmaita, harmaanruskeita tai kellertäviä [3].

Yleisin moreenityyppi on peruskalliota melko yhtenäisenä, loivasti aaltoilevana tai kumpuilevana kerrostumana peittävä pohjamoreeni. Se on yleensä hiekkamoreenia, jota on kaksi kolmannesta maamme moreeneista [3,4]. Pohjamoreenin kaivettavuus vaihtelee kivisyyden ja hienoainesmäärän mukaan. Se voi olla rakenteeltaan hyvin tiukkaa. Kaivourakoitsijoiden mukaan tällaista vaikeasti kaivinkoneella kaivettavaa pohjamoreenia esiintyy eri puolilla maatamme kallion päällä.

Pohjamoreeni on yleensä hienojakoista ja väriltään harmaata. Rakenteeltaan se voi olla joko massiivista tai raitaista. Raitaisuus johtuu koostumuksen raekokojakaumasta tai värin vaihteluista.

Pohjamoreenin päällä oleva pintamoreeni (ablaatiomoreeni) voi muodostaa yhtenäisiä kenttiä, jotka ovat kerrostuneet pohjamoreenin päälle jään sulaessa. Syntytapansa vuoksi pintamoreeni on löyhempää, kivisempää ja ainekseltaan karkeampaa sekä huuhtoutuneempaa kuin pohjamoreeni [4].

Hienoainesmoreeni on maamme toiseksi yleisin moreenityyppi. Sitä on noin 15 % maapinta-alasta. Hienoainesmoreenia esiintyy ennen kaikkea Itä- ja Koillis-Suomessa alueilla, jonne jääkauden aikaiset vesistöt eivät ulottuneet [3]. Muita moreenityyppejä ovat esim. kalliokumpareiden suojasivuilla esiintyvät drumliinit ja drumliinikentät. Kumpu- ja reunamoreenit ovat yhteisnimityksiä pintamoreeneista koostuville itsenäisille muodostumille, joissa voi esiintyä vettä hyvin johtavaa hiekkaa ja soraa välikerroksina [1,4]. Moreenimuodostumia on käsitelty tarkemmin liitteessä 1.

Moreenikerrostumat ovat yleensä suhteellisen matalia. Moreenien paksuus voi vaihdella kuitenkin moreenityypistä riippuen alle metristä yli kymmeneen metriin. Paksuimmat moreenikerrostumat esiintyvät usein laaksoissa ja jäätikön liikesuuntaan nähden kallion suojasivuilla [1]. Keskimääräiseksi syvyydeksi on arvioitu alle 5 metriä. Yli kymmenen metriä paksuja moreeneja voi esiintyä erilaisissa moreenimuodostumissa [3].

Piirros 2. Esimerkki moreenin esiintymisestä ja rakenteesta kallioselänteiden päällä ja reunamilla sekä savikerrostumien alla. Kuvassa on esitetty myös eri tavoilla sijoitettuja rengas- ja porakaivoja. Moreenia esiintyy kallioperää melko yhtenäisenä peittävänä ohuehkona kerrostumana. Kumpareilla ja selänteillä kallioperä on usein paljastuneena.
Piirroksessa ympyröidyt numerot viittaavat valokuviin.

Kuva 7. Lohkareista moreenia esiintyy usein jäätikön sulamisvesien huuhtomana moreenikerrostumien pinnalla. Kuva on otettu moreenialueella (kuva 6) kaivon rakennustyön yhteydessä pintamaita poistettaessa. Lohkareinen moreeni vaikeuttaa kaivon paikan tutkimuksia kairauksen pysähtyessä usein kiveen tai lohkareeseen (kuva 42).

➤ Kuva 8. Kivinen hiekkamoreeni. Kuvissa 6 ja 7 näkyvän noin 0,5–1 metrin paksuisen lohkareisen pintakerroksen alapuolella moreeni on kaivon rakennustyön yhteydessä tehtyjen havaintojen perusteella 5,5 metrin syvyydellä olevaan kallioon saakka kivistä hiekkamoreenia, missä esiintyy myös lohkareita. Moreenin laadun arviointi pelkästään pintamaalajin perusteella voi näin ollen johtaa vääriin johtopäätöksiin maalajista ja pohjaveden saantimahdollisuuksista. Tilanne kaivon rakennustyön loppuvaiheesta on esitetty kuvassa 75.

➤ Kuva 9.1. Leikkaus moreeniselänteestä. Maa-aines on väriltään harmaata ja sisältää runsaasti hienojakoista maa-ainesta, mutta myös hiekkaa ja kiviä. Tämä on ominaista moreeneille. Moreenin vedenläpäisevyys on huono, ja se on helposti routivaa. Tällaiseen moreeniin rakennetussa rengaskaivossa veteen liuenneen hapen pitoisuus on yleensä hyvin pieni tai sitä ei ole lainkaan. Pohjavedessä on hapen puutteesta johtuen siihen liuennutta rautaa ja mangaania. (Kuva: Kirsti Korkka-Niemi)

➤ Kuva 9.2. Kuvan esittämä moreeni on vähäkivistä, väriltään ruskehtavaa ja sisältää runsaasti silttiä. (Kuva: Kirsti Korkka-Niemi)

2.2.3

Karkearakeiset lajittuneet maalajit

Karkearakeisia lajittuneita maalajeja ovat hiekka ja sora. Niitä esiintyy erilaisissa muodostumissa, joista useimmat ovat syntyneet moreenista joko virtaavan veden tai rantavoimien aiheuttaman lajittumisen seurauksena. Karkearakeiset lajittuneet kerrostumat ovat yleensä selvästi eri muodostumia kuin moreenimuodostumat [1].

Hiekkaa ja soraa on jäätikön sulamisvesivirtojen muodostamissa harjuissa, niihin liittyvissä deltoissa ja rantakerrostumissa sekä sauma- ja reunamuodostumissa. Niitä on noin 5 % maapinta-alasta [3]. Etelä- ja Lounais-Suomessa hiekkaa ja soraa esiintyy myös ns. suojasivumuodostumissa, jotka ovat kerrostuneet jäätikön perääntymisvaiheen aikana kallioselänteen kaakkoispuolelle (piirros 10).

Rantakerrostumien aines on hyvin lajittunutta hiekkaa ja soraa. Rantakerrostuman paksuus on yleensä 1–3 metriä, mutta se voi olla suurimmillaan 15 metriä [4]. Reunamuodostumat ovat kerrostuneet maa-aineksen kasaantuessa jään eteen jäätikön pysähtymisvaiheessa. Maaperä on muodostuman eteläpuolella hienojakoista silttiä ja hiekkaa. Keskiosissa esiintyy vaihtelevia kerroksia hyvin lajittunutta hiekkaa ja soraa sekä välikerroksina moreenia. Reunamuodostuman pohjoisreunalla on paksuja moreenikerrostumia.

Kuva 10. Jääkauden aikaisen virtaavan veden aiheuttama virtakerroksellinen rakenne on yleinen harjuissa [2]. Maa-aines on harjun keskiosissa hyvin lajittunutta hiekkaa ja soraa. Sade- ja sulamisvedet läpäisevät kerrostumat erittäin hyvin: yli 50 % sadannasta imeytyy maaperään. Paksut kerrostumat ovat myös hyvä suoja pohjaveden pilaantumista vastaan.

Kuva 11. Vaihtelevaa kerroksellisuutta harjun reunaosissa, missä maa-aines on hienojakoisempaa kuin harjun keskiosissa. Eri rakeet sekä niiden kerrosjärjestys ja suunta vaihtelevat harjun eri osissa jäätikköjoen virtausolosuhteista riippuen. Jäätikköjoen virtauksen vähentyessä harjun sivuille on kerrostunut laajoja hiekkakenttiä eli deltoja, jotka soveltuvat myös hyvin kaivon rakentamiseen.

2.2.4

Hienorakeiset maalajit

Hienorakeisilla maalajeilla ymmärretään maalajeja, joissa vähintään puolet aineksesta on hienoainesta eli enintään 0,06 mm:n läpimittaisia rakeita. Näitä maalajeja ovat savi ja siltti. Ne ovat kerrostuneet hienorakeisesta lietteestä seisovaan veteen jääkauden loppuvaiheessa tai sen jälkeen. Hienoaineskerrostumat ovat maankohoamisen seurauksena nousseet kuiville ja vähitellen tiivistyneet kuivakuorisiksi savikoiksi ja silttikerrostumiksi [2].

Silltikerrostumia esiintyy yleisesti paksuina kerrostumina harjujen reunamilla ja reunamuodostumien eteläsivuilla.

Silttiä esiintyy myös kallioselänteiden reunamilla (kuvat 12 ja 13) sekä savikoiden ja soiden alla. Laajoina tasaisina alueina savea esiintyy eniten maamme eteläosan ja Pohjanlahden rannikoilla. Savea esiintyy myös moreeni- ja kallioselänteiden välisissä laaksoissa ja painanteissa. Saven osuus maapinta-alasta on noin 8,3 % [3]. Useimmiten savikot on raivattu pelloksi, mutta savea esiintyy myös soiden alla. Savikerrostumien paksuus vaihtelee paljon kallionpinnasta ja maaston muodoista riippuen. Paikoitellen on tavattu yli 50 metriä paksuja savikerrostumia. Savi on vettä heikosti läpäisevää.

Rannikolla esiintyy jääkauden jälkeisen viimeisen merivaiheen alueella Litorinasaveksi kutsuttua lihavaa savea (kuva 14). Sen kerrospaksuus on pienempi kuin sen alapuolelle aikaisemmin kerrostuneiden lustosavien paksuus. Lustosavessa esiintyy eri sulamisvaiheiden synnyttämiä lustoja. Rannikkoseudulla savikerrostumien runsaus, maaperän huono veden johtavuus ja toisaalta keskimäärin heikko pohjaveden laatu rajoittavat pohjaveden saantia. Hyviä kiinteistökohtaisen vedenhankinnan paikkoja on harvassa.

Harjun hiekkakerrostumat ulottuvat usein kauas paksujen savikerrostumien alle. Vesi on hiekkakerrostumissa paineellista ja purkautuu helposti eri kerrosten läpi lyödyn putken kautta maanpinnan yläpuolelle (kuvat 82.1 ja 82.2). Harjun reunalla savikerrostumat ulottuvat kiilana hiekkaisten rantakerrostumien alle ja suojaavat pohjavettä likaantumiselta.

Kuva 12. Silttikerrostuma harjun liepeillä. Silttiä esiintyy paksuina kerrostumina myös reunamuodostumien eteläsivuilla (kartta 3). Kuvan maa-aines on karkeaa silttiä, jonka vedenläpäisevyys on melko heikko. Pohjaveden laatu silttikerrostumien alueella on yleensä hyvä. (Kuva: Kirsti Korkka-Niemi)

Kuva 13. Silttikerrostuma kalliorinteen sivulla, missä kerrospaksuus on yleensä alle 5 metriä. Maa-aines on rakeisuudeltaan hienompaa kuin kuvassa 12. Pohjavesi on tällaisissa kerrostumissa usein rauta- ja mangaanipitoista.

Veden pinta on savikiilan päällä korkeammalla kuin harjussa, ja sitä kutsutaan orsivedeksi (piirros 1). Orsiveteen rakennettua kaivoa ei voi syventää. Kaivon varomaton syventäminen voi puhkaista vettä pidättävän maakerroksen, jolloin kaivo voi kuivua kokonaan.

Piirros 3. Erilaisten savikerrostumien esiintyminen harjun reunamilla. Pohjavettä johtavat hiekkakerrostumat voivat ulottua savikerrostumien alla kauaksikin harjun ulkopuolelle, jolloin savikerrostumien läpi asennetussa putkessa tai kaivossa pohjaveden pinta nousee maanpinnan yläpuolelle samalle tasolle, millä se harjussakin on. Tällaista pohjavettä kutsutaan arteesiseksi (paineenalaiseksi) pohjavedeksi.
Piirroksessa ympyröidyt numerot viittaavat valokuviin.

Kuva 14. Litorinasavea pellolla (kuva 38). Savelle ovat tunnusomaisia eloperäiset ruskeat raidat. Savi on lihavaa (rakeisuus alle 0,002 mm), ja sen veden läpäisykyky on huono. Litorinasavea esiintyy vain rannikkoseudulla Litorinameren peittämällä alueella, jonka raja on merkitty Suomen maaperäkartalle. Pohjaveden saanti savesta ei ole mahdollista.

Kuva 15. Rengaskaivoa rakennetaan saviseen maaperään. Savialueilla kaivon pohjan (kuva 38) tai sen läpi työnnetyn siiviläputken (kuva 74) on ulotuttava saven alla oleviin vettä johtaviin hiekka-, sora- tai hiekkamoreenikerrostumiin asti, jotta pohjaveden saanti on mahdollista. (Kuva: Toivo Lapinlampi)

2.2.5

Pohjaveden saantimahdollisuudet maaperästä

Pohjaveden saantiin on parhaat mahdollisuudet hiekka- ja soramuodostumissa, kuten harjuissa ja reunamuodostumissa. Yksittäisen kiinteistön vedenhankinnassa nämä alueet tulevat kuitenkin harvoin kysymykseen niiden harvalukuisuuden ja pitkien etäisyyksien takia. Valtaosa kiinteistökohtaisesta vedenhankinnasta perustuu moreenikerrostumista saatavissa olevaan pohjaveteen.

Moreenikerrostumissa on pohjavettä yleensä ohuena kerrostumana rinteiden juurella ja alavissa maaston osissa. Moreeniin rakennettujen kaivojen syvyys on yleensä 5–6 metriä. Moreenissa pohjaveden pinta myötäilee maanpinnan muotoja. Kumpumoreenit ovat pohjaveden saannin kannalta parempia kuin pohjamoreenit. Kumpumoreenit voivat olla karkearakeisempia ja kerrospaksuudeltaan suurempia kuin muut moreenityypit [3].

Moreeneissa esiintyy paikoitellen paljon lähteitä, joita voidaan hyödyntää vedenhankinnassa. Lähteiden virtaamat ovat yleensä pieniä, ja niiden vuodenaikaisvaihtelu on suurta (kaavio 2). Antoisuus voi olla 10–20 m^3/vrk [5, 6]. Kaivon paikkaa tutkittaessa lähteet on aina syytä kartoittaa myös oman kiinteistön ulkopuolella.

Rengaskaivoista ainakin joka toinen on rakennettu moreeniin, mikä onkin odotettavissa, kun otetaan huomioon moreenin yleisyys maalajina Suomessa. Muissa maalajeissa esiintyy kokonaisuuteen nähden suhteellisen vähän rengaskaivoja. Savikoille rakennettuja kaivoja esiintyy eniten rannikolla. [8]

Kaavio 1. Rengaskaivojen sijainti eri maalajeissa valtakunnallisen kaivovesitutkimuksen perusteella [7].

2.3

Kallioperä

2.3.1

Kivilajit

Suomen kallioperä on näkyvissä kallion paljastumina, joita on maamme pinta-alasta noin 3 % [1]. Kallioperä koostuu monista erilaisista kivilajeista, joista saa yleiskäsityksen kartoista 4 ja 6. Yleisimpiä kivilajejamme ovat magmakivet, juonikivet, vulkaaniset kivet ja metamorfiset eli muuttuneet kivilajit. Sedimenttikivet, kuten hiekkakivi, ovat harvinaisempia.

Kivilajit koostuvat pienistä erillisistä rakenneosista, joita kutsutaan mineraaleiksi. Tärkein kivilajeja muodostava mineraaliryhmä on maasälpä. Arvioidaan, että noin puolet mantereisesta maankuoresta rakentuu maasälvästä. Kvartsia on 12 %, amfiboleja ja pyrokseneja 16 %, kiilteitä 5 % ja savimineraaleja 5 %. Muita mineraaleja on vajaat 10 % [9].

Magmakivet syntyvät maanpinnan alaisissa vyöhykkeissä kehittyvästä kivisulasta, magmasta. Jos magma jähmettyy syvällä maankuoren alla, syntyy syväkiviä. Syväkivien päätyypit ovat maassamme yleisesti esiintyvät graniitti, dioriitti, gabro ja peridotiitti. Syväkivet muuttuvat väriltään tummemmiksi tässä järjestyksessä. Kivien tummuusaste on maastossa tärkeä tuntomerkki.

Graniitti on vaalea kivilaji, mutta se saattaa olla väriltään sinertävä, kellertävä, punertava, vihertävä tai harmahtava. Yleisvaikutelma on yleensä aina vaalea. Eri värisävyt johtuvat maasälpien väristä. Kvartsi näyttää aina harmaalta, vaikka se kivestä erotettuna onkin väritöntä [10]. Oman ryhmänsä muodostavat rapakivigraniitit. Niissä esiintyy fluoriittia eli fluorisälpää (CaF_2), josta liukenee pohjaveteen fluoridia. Dioriitti on vaaleahko, mutta kuitenkin graniittia selvästi tummempi syväkivi. Gabro on tumma syväkivi, jota kutsutaan myös mustaksi graniitiksi. Gabro on

dioriittia tummempaa ja kiillotettuna melkein mustaa. Peridotiitti on yleensä tumma ja vihertävä syväkivi.

Juonikivet kiteytyvät magmasta erkaannuttuaan maankuoren yläosassa, syvä- ja pintakivien välimailla. Jokaista syväkiveä vastaa juonikivi tai pintakivi. Juonikiviin kuuluvat esim. diabaasi ja graniittipegmatiitti. Diabaasi on tiivis, keski- tai karkearakeinen emäksinen juonikivi [10].

Metamorfiset kivet syntyvät kivilajien kiteytyessä uudelleen korkean lämpötilan ja/tai suuren paineen vaikutuksesta. Metamorfisten kivien lukumäärä on suuri, sillä jokaista magmakiveä vastaa useampi metamorfinen kivilaji. Metamorfiset kivet jaotellaan rakenteen ja mineralogisen koostumuksen mukaan [10].

Suomessa yleiset metamorfiset kivet, gneissit, ovat runsaasti maasälpää ja kvartsia sisältäviä pilsteisiä kiviä, jotka ovat joko magmaattista tai sedimentääristä alkuperää. Niiden rakenne on heikosti suuntautunut tai epäselvästi kerroksellinen. Kivi lohkeilee levymäisiksi tai pitkänomaisiksi kappaleiksi. Tyypillisiä gneissejä ovat graniittigneissi, kiillegneissi, suonigneissi ja silmägneissi [9]. Graniittijuonia sisältäviä gneissejä kutsutaan seoskivilajeiksi eli migmatiiteiksi [10].

Liuskeet ovat vähän maasälpää sisältäviä tai täysin maasälvättömiä metamorfisia kiviä, joilla on yhdensuuntaisrakenne. Ne lohkeilevat levymäisiksi tai sauvamaisiksi kappaleiksi. Tyypillisiä liuskeita ovat kiilleliuske, fylliitti, amfiboliitti, kvartsiitti ja vihreäliuske [9]. Fylliitti on yleisnimi silkinkiiltoisille, hienorakeisille harmaanvihreille kivilajeille, jotka lohkeilevat ohuiksi levyiksi. Amfiboliitti syntyy emäksisistä kivilajeista. Se on yleensä keskirakeista, suuntautunutta ja väriltään mustaa [9].

2.3.2

Pohjaveden saantimahdollisuudet kallioperästä

Kallioperästä voi melkein jokaiselta neliökilometriltä löytyä pohjavesiesiintymä, jonka antoisuus on vähintään 25 m^3/vrk. Parhaat mahdollisuudet pohjaveden saantiin on kallioperän ruhjevyöhykkeissä. Yhden kiinteistön vedenhankintaa varten tehtävää porakaivoa voidaan pitkien etäisyyksien vuoksi kuitenkin harvoin porata ruhjeeseen.

Kallioperän ruhjevyöhykkeet sijaitsevat maaston painanteissa ja pitkänomaisissa laaksoissa. Ruhjeiden ja rakoilun esiintyminen sekä liuskeisuus ja sen asento vaihtelevat eri kivilajeissa. Ruhjevyöhykkeet jakavat kallioperän lohkoihin ja lohkojen sisällä pienempien ruhjeiden jakamiin alalohkoihin [5]. Ruhjevyöhykkeisiin liittyvä kallion voimakas rakoilu ulottuu varsinaisen ruhjeen ulkopuolelle. Ruhjevyöhykkeen keskiosassa kallioperä voi olla pintaosissa erittäin tiheärakoista, rakoluvun ollessa yli 30 rakoa metrillä [6].

Pohjaveden saantimahdollisuus riippuu paljon kallion rakoilusta kiinteistön alueella. Rakoilu voi vaihdella lyhyelläkin matkalla. Porakaivon paikkaa tutkittaessa kannattaakin selvittää kivilaji sekä mahdollisuuksien mukaan kallioperän rakoilun laatu ja tiheys. Kallion rakoja voidaan kuvailla rakennusgeologisen kallioluokituksen mukaan, missä on ilmoitettu kallion rakotiheys.[11] Rakoluvusta on käytetty tässä oppaassa alkuperäisestä tekstistä poiketen lyhennettä RL seuraavasti:

Rakoväli (m)	Rakoluku (kpl/m)	Lohkon koko (m^3)	Nimitys	Tunnus
>1,0	<1	>1,0	Harvarakoinen	RL1
0,3…1,0	1…3	30×10^{-3}…1.0	Vähärakoinen	RL2
0,1…0,3	3…10	1×10^{-3} … 30×10^{-3}	Runsasrakoinen	RL3
<0,1	>10	$<1\times10^{-3}$	Tiheärakoinen	RL4

Rakojen laadusta käytetään seuraavia nimityksiä: tiivis, avoin tai täytteinen. Tiiviiden rakojen rakopinnat ovat kiinni toisissaan. Rakopinnoissa ei ole todettavissa rapautumista eikä täytettä. Niissä ei tapahdu veden virtausta tai veden liike on erittäin vähäistä. Avoimien rakojen rakopinnat ovat irti toisistaan, jolloin vesi liikkuu niissä helposti. Avoimia rakoja on etenkin kallion pintaosissa. Täytteisissä raoissa rakopintojen välissä esiintyy pehmeää ja/tai irtainta mineraaliainesta. Veden liikkuminen niissä on hidasta tai sitä ei ole lainkaan.

Kallion rakojen luokittelua voidaan soveltaa porakaivon paikan määrittämisessä ja sen antoisuuden arvioimisessa. Porakaivon antoisuus perustuu lähinnä kallion pysty- ja vaakarakojen esiintymiseen sekä niiden avoimuuteen. Porakaivon antoisuus on vähäinen, jos rakoluku on 1–3 ja hyvä, jos rakoluku on 3–10 (ks. luku 5.6.2).

Graniitit ovat porakaivojen antoisuuden kannalta jonkin verran parempia kuin emäksiset kivet. Kivilajit vaikuttavat selvästi veden laatuun. Arseenia voi olla liikaa pohjavedessä esim. alueilla, joiden kallioperässä on arseenikiisua [12]. Kallioperän pohjavesien laatua on tarkasteltu yksityiskohtaisesti luvussa 5.3.2.3.

Piirros 4. Kivilajien rakenteita ja rakoilua. Arvio pohjaveden saantimahdollisuudesta ja tuotosta kaivoissa on esitetty liitteessä 1.

A. Graniitissa rakoilu on kuutiollista.
B. Gneisseissä pääkoilu noudattaa kivilajin kulkua, jota leikkaa poikki- tai vinorakoilu.
C. Kivilajien kontakteissa, eli eri kivilajien välisillä rajapinnoilla, esiintyy sen suuntaista ja sitä leikkaavaa rakoilua. Pegmatiittijuonet on merkitty erikseen tumman punaisella värillä.
D. Kiilleliuskeessa ja amfiboliitissa pääkoilu on liuskeen kulun suuntaista, jota on kuvattu viivoituksella. Sitä leikkaa heikompi poikittainen rakoilu.

Piirroksissa ympyröidyt numerot viittaavat valokuviin.

➤ Kuva 16. Kuutiollista rakoilua kallion päällä punaisessa graniitissa. Kuvassa esitetty kivilaji on runsasrakoista (rakoluku RL3), kuten graniitit usein ovat. Raot ovat yleensä suhteellisen avoimia ja läpäisevät sadevettä. Pohjaveden saantiin on hyvät mahdollisuudet. Maastossa kivilajin rakosysteemiä voi katsoa kallion paljastumilta tai päätellä kallioperän painanteiden ja rakojen suuntauksen perusteella.

➤ Kuva 17. Kapea tiheärikkonainen (rakoluku RL4) vyöhyke graniitissa muodostaa rakoparven [9]. Tällaiset vyöhykkeet johtavat hyvin vettä ja voivat ulottua pysty- tai vaakatasossa pitkällekin. Kuvan kaltaiset kapeat vyöhykkeet eivät kuitenkaan näy aina kallioperän topografiassa. Niitä voi esiintyä rikkonaisten kallion ruhjevyöhykkeiden ulkopuolellakin. Pohjaveden saantiin on hyvät mahdollisuudet. Kuva on kallioleikkauksesta.

➤ Kuva 18. Gneissi on yleinen kivilaji Suomessa. Kuvan esittämässä runsasrakoisessa (rakoluku RL3) migmatiittisessä gneississä näkyy selviä kiven rakenteen suuntaisia graniittisia juonia ja sulkeumia. Kuva on kallioleikkauksesta. Eri kivilajien rajapinnoilla esiintyy usein rakoilua, joka on yleisempää kallioalueen reunamilla kuin itse selänteellä. Nämä rikkonaiset vyöhykkeet ja kivilajien rajapinnat ovat hyviä porakaivon paikkoja. Gneisseille on ominaista kallion suuntauksen mukaiset ja sitä leikkaavat raot, joiden suunta, laatu ja tiheys vaihtelevat paljon.

➤ Kuva 19. Tiivistä, kiven suuntauksen mukaista runsasta (rakoluku RL3) pystyrakoilua amfiboliittiliuskeessa. Kivessä esiintyy vähän myös tiivistä vaakarakoilua, joka ei näy selvästi kuvassa, mutta tulee esille kiveä louhittaessa. Kuvan liuskealue esiintyy maastossa pitkänä kapeana selänteenä. Veden liike on tiiviissä raoissa vähäistä. Koska vedensaanti on huonohko ja kivilaji aiheuttaa veden laatuongelman (arseeni) [12], kannattaa porakaivo sijoittaa liuskeselänteen ulkopuolelle.

Kuva 20.1. Hienorakeinen, harvarakoinen (rakoluku RL1), väriltään tumma kivilaji on gabro. Gabro on tavallisesti suhteellisen ehjää kalliota. Gabrossa esiintyy paikoin terveydelle hyvin haitallista arseenia. Suurin gabrosta todettu arseenipitoisuus on yli 1000 µg/l, mikä ylittää juomavedelle sallitun korkeimman pitoisuuden 10 µg/l satakertaisesti [13] (kartat 4 ja 6). (Kuva: Sari Grönholm)

Kuva 20.2. Gabrossa voi paikoitellen esiintyä rikkonaisia ja tiheärakoisia osia. (Kuva: Tuomo Turunen)

Kuva 21. Hyvin ehjä, harvarakoinen (rakoluku RL1) graniittikallio. Rakoilu on vähäistä ja kivi on hyvin tiivistä. Kun kivilajikontaktejakaan ei esiinny, pohjaveden saantiin näyttäisi olevan kuvan perusteella huonot mahdollisuudet. Ehjältäkin näyttävästä kalliosta on kuitenkin mahdollista saada pohjavettä vesipainehalkaisun avulla yhden talouden vedenhankintaa varten. Kuivia porakaivoja tai porakaivoja, joista ei saada riittävästi pohjavettä on muutama prosentti kaikista tehdyistä porakaivoista. Mahdollisuudet veden saantiin ovat kallioselänteen reunamilla yleensä paremmat kuin sen päällä.

Kuva 22. Kapeita pegmatiittijuonia harvarakoisessa (rakoluku RL1) kiilleliuskeessa. Tällaisten juonikivien [9] kivilajien rajapintoihin liittyy usein rakoilua. Rajapinnat ovat osoittautuneet kallioporakaivojen teon yhteydessä saatujen kokemusten perusteella usein hyviksi ”vesisuoniksi”. Kiilleliuskeissa voi esiintyä terveydelle haitallista arseenia.

3 Pohjaveden kiertokulku ja muodostuminen sadannasta

Pohjavettä muodostuu eniten keväällä lumien ja roudan sulamisvesistä sekä syksyllä sadannasta imeytymällä maa- ja kallioperään. Sadanta vaihtelee Suomessa noin 500 millimetristä 750 millimetriin. Pohjavesi uusiutuu jatkuvasti veden kiertokulussa. Se virtaa painovoiman vaikutuksesta maaston alavimpiin kohtiin, missä se purkautuu maan pinnalle.

Maaperään imeytyvän veden määrä riippuu monista tekijöistä, kuten maa- ja kallioperän rakenteesta ja veden läpäisevyydestä, sulamisvesien ja sadannan määrästä, vuodenajasta, haihdunnasta, pintavalunnasta ja niiden välisistä suhteista sekä alueen sijainnista [14, 15]. Vuodenaikojen vaikutusta pohjaveden pinnan vaihteluun maamme eri osissa on tarkasteltu yksityiskohtaisesti luvussa 4.

Sulamis- ja sadevesistä maa- ja kallioperään imeytyvän veden määrä vaihtelee kohteesta riippuen alle 5 prosentista 80 prosenttiin [5, 6, 14]. Pohjavettä ei muodostu savikoilla niiden tiiveydestä johtuen. Hyvin ehjillä harvarakoisilla kallioalueilla pohjaveden muodostuminen on myös olematonta. Pintaosiltaan ehjältä näyttävässä kalliossa voi esiintyä syvemmällä hiushalkeilua.

Hyvin paljastuneella tiheärakoisella kalliolla pohjavettä voi muodostua jopa kymmeniä prosentteja sadannasta [5]. Vettä sisältäviä ja johtavia rakosysteemejä on lähinnä pintaosissa 50–100 metrin syvyydelle saakka [6]. Kallioruhjeet keräävät pohjavettä laajoiltakin alueilta ja voivat olla hyviä porakaivon paikkoja esim. kylien yhteiseen vedenhankintaan. Paras porakaivon paikka ei ole kuitenkaan itse ruhjeessa, vaan sen lähiympäristössä (piirros 1).

Pohjaveden liike hidastuu kallioperässä yli sadan metrin syvyydellä. Se voi kuitenkin ulottua satoja metrejä syvälle, mutta virtaus on siinä tapauksessa erittäin hidasta. Kallioperässä olevan pohjaveden pinnan lasku voi heijastua myös maaperässä olevan pohjaveden pintaan [17]. Kallioperässä veden kiertokulku rajoittuu yleensä alle 200 metrin syvyyteen [5].

Moreenissa pohjaveden muodostumisprosentti vaihtelee maalajin vedenläpäisevyydestä ja tiiveydestä riippuen. Se vaihtelee alle 10 prosentista 30 prosenttiin. Eniten pohjavettä muodostuu loivilla rinnealueilla löyhärakenteisissa hiekkamoreeneissa, missä pohjaveden laatu on myös useimmiten hyvä. Moreenista saadaan yleensä riittävästi pohjavettä yhden talouden veden tarvetta varten.

Hiekka- ja sora-alueilla pohjavettä muodostuu kasvillisuuden peittämillä alueilla, missä haihduntaa tapahtuu kasvillisuuden kautta, noin 50–60 % sadannasta. Laajoilla maa-ainesten ottoalueilla kasvillisuuden kautta tapahtuvaa haihduntaa ei ole ja pohjavettä muodostuu noin 60–80 % sadannasta [14]. Harjuilla ja reunamuodostumilla veden imeytymisaika pohjavesivarastoon on maakerrosten paksuudesta riippuen usein pitkä.

Piirros 5. Pohjaveden muodostuminen sadannasta, ja sen kiertokulku erilaisia maalajeja ja kalliota käsittävässä, pääosin puuston peittämässä maastossa. Piirroksen maasto on mukailtu kartoissa 2 ja 3 esitetystä muodostumasta, joka sijaitsee noin kaksi kilometriä III Salpausselkäjakson pohjoispuolella, ja kuvaa mannerjäätikön reunan myöhäisempää asemaa [16]. Maa- ja kallioperään imeytyväksi arvioidun sulamis- ja sadeveden keskimääräinen määrä ja haihtuminen on esitetty piirroksessa nuolin ja prosenttiluvuin.

Piirroksessa ympyröidyt numerot viittaavat valokuviin.

Kuva 23. Pintaosiltaan ehjällä kalliolla ei juuri muodostu pohjavettä, vaan vesi lammikoituu ja haihtuu tai valuu ympäristöön. Kuvassa näkyvän talon taakse on rakennettu noin 90 metriä syvä porakaivo, joka oli porauksen jälkeen kuiva. Vesipaineaukaisun jälkeen kaivoon tuli vettä ja se on riittänyt talouden vedentarpeeseen.

Kuva 24. Maanpinnalle saakka ulottuvalla tiheärakoisella kalliolla (rakoluku RL4) pohjavettä voi muodostua jopa kymmeniä prosentteja sadannasta ja sulamisvesistä. Rikkonaisia vyöhykkeitä voi esiintyä myös maapeitteen alla varsinaisten ruhjevyöhykkeiden ulkopuolella.

Kuva 25.1. Korkeasta kallioleikkauksesta näkyy parhaiten vaaka- ja pystyrakojen suhde. Kallion rakoihin maanpinnalta virrannut sadevesi kulkeutuu kallioperässä alaspäin maan vetovoiman vaikutuksesta kohti alempana olevaa pohjaveden pintaa.
Kuva 25.2. Kallioleikkauksista näkee selvästi, kuinka vesi virtaa ja purkautuu kallion raoista ja jäätyy talvisin.

Kuva 26. Löyhärakenteinen hiekkainen moreeni. Sulamis- ja sadevedet imeytyvät hyvin pohjavedeksi. Tällaisia moreeneja esiintyy usein rinnemaastossa. Pohjavedessä on siihen liuennutta happea, jolloin vedessä ei ole rautaa ja mangaania.

Kuva 27. Piirroksessa 5 esitetty III Salpauselän suuntainen tasoittunut hiekkamuodostuma, jossa maaperä on muodostuman lounaisreunamalla silttiä. Tällaisille alueille on ominaista hyvin kehittynyt mäntymetsä. Muodostuman koillisreunamalla ja pohjalla esiintyy moreenia. Muodostuma rajautuu kallioselänteeseen.

Pohjavesi virtaa painovoiman vaikutuksesta maa- ja kallioperässä ja purkautuu pohjaveden pinnan ja maanpinnan leikkauskohdassa lähteinä tai tihkumalla maaston painanteisiin, harjujen reunoille tai suoraan vesistöihin. Suurimmat lähteet esiintyvät harjujen reunamilla. Purkautuvan pohjaveden määrä voi olla yli 10 000 m^3/vrk. Pohjavesi voi myös tihkua harjun reunamille, jonne syntyy kosteuden lisääntyessä soistuneita alueita. Pohjavesialueet [18] voidaan luokitella pohjaveden virtauskuvan perusteella kolmeen luokkaan: ympäristöönsä pohjavettä purkavat, ympäristöstään pohjavettä keräävät ja savikerrostumien peittämät, eli peitteiset, pohjavesiesiintymät [19].

Haja-asutuksen tärkeimmät vedenhankinta-alueet, kuten moreenit ja kallioalueet, voidaan luokitella pohjaveden muodostumisen ja virtauskuvan mukaan periaatteessa samalla tavalla kuin varsinaiset pohjavesialueet. Kun pohjavedet purkautuvat moreeniselänteiltä ja kallioalueilta maaston alavimpiin kohtiin lähteinä tai tihkumalla, voidaan niitä kutsua myös pohjavettä ympäristöönsä purkaviksi alueiksi. Syvällä laaksoissa ja notkoissa savikerrostumien alapuolella olevat moreenit ja kallioperän raot sekä ruhjeet keräävät pohjavettä kauempana ja ylempänä olevilta pohjaveden muodostumisalueilta, jolloin ne ovat pohjavettä ympäristöstään kerääviä pohjavesiesiintymiä.

Lähteet ovat moreenialueilla pieniä ja voivat kuivua kuivina kausina loppukesällä ja talvella kokonaan. Ne ovat kuitenkin osoitus pohjaveden purkautumisalueesta, jonka ylä- tai alapuolella voi olla hyvä rengaskaivon paikka. Kaivon paikkaa etsittäessä kannattaa kartoittaa ensin alueen mahdolliset kosteikot, lähteet ja lähdepurot. Ne voi tunnistaa myös ympäristöstään poikkeavan kasvillisuuden avulla. Paras kartoitusajankohta on kevättalvi ennen lumien sulamista, jolloin lähde tai puro on helppo havaita, jos lumipeite ei ole liian paksu. Myös elo-syyskuussa ennen syyssateiden alkua voidaan löytää lähteitä, jotka näkyvät helposti maastossa.

▼ Kuva 28. Kuvassa 27 esitetyn muodostuman koillisreunalla maaperän pinta on kerroksellista, vettä hyvin läpäisevää hiekkaa ja soraa. Välikerrostumina on silttiä. Kerrostuman pintaosissa näkyy ruskea maannoskerros (kuva 37).

▼ Kuva 29. Vettä hyvin läpäisevillä harjuilla veteen liukenee sen imeytyessä maakerrosten läpi runsaasti happea. Pohjavedessä ei ole tämän vuoksi rautaa eikä mangaania. Orgaanisen aineksen määrä on myös pieni. Pohjavesi soveltuu erinomaisesti yhdyskuntien [18] ja kiinteistöjen vedenhankintaan.

Kaavio 2. Kuhmossa moreenialueen alarinteellä sijaitsevan lähteen (kartta 1) mitatut virtaamat [20]. Lähteen virtaaman mittaustulokset ja Lumijoen pohjavesiaseman pohjaveden pinnan perustella laskettu virtaama [21] vastaavat hyvin toisiaan. Menetelmää voidaan käyttää kiinteistön pohjavesitutkimuksissa, kun halutaan selvittää lähteen pienin odotettavissa oleva virtaama.

Kartta 1. Moreenialue, jolla pohjavesi muodostuu ja purkautuu lähteeseen. Lähde sijaitsee osittain soistuneella metsäalueella. Alkuperäinen kartta on mittakaavassa 1:8000.

▼ Kuva 30. Pieni moreenisaareke, mistä purkautuu pohjavettä. Kuva on otettu toukokuussa. Varsinaista selvää lähdettä ei ole. Pohjavesi purkautuu moreenisaarekkeeseen sen koillispuolella olevan reunamuodostuman alueelta (kartta 3).

▲Kuva 31. Moreenisaarekkeen (kuva 30) alareunalta purkautuva lähdepuro, jonka virtaama keväällä on noin 30–40 m^3/vrk. Lähteen virtaamia on helppo mitata tarkasti kuvassa 141 esitetyllä siirrettävällä kolmiopadolla. Moreenialueiden lähteiden virtaamat vähenevät kuivina kausina talvella ja loppukesällä (kaavio 2) tai lähteet kuivuvat kokonaan.

◄ Kuva 32. Moreenialueen reunaan rajautuvalla soistuneella alueella Kuhmossa oleva lähde, jonka syvyys on 2,5 metriä ja halkaisija noin 1,5 metriä. Pohjaveden muodostumisalue on suohon rajautuvalla moreenialueella. Lähteen ylivirtaama on noin 20 m^3/vrk. Suolla on myös muita lähdesilmäkkeitä. Lähdekartoituksissa esiintymän voi varmistaa lähteeksi kasviston lisäksi mittaamalla veden lämpötilan, joka on lähteissä 5–6 °C (kuva 60). (Kuva: Timo Piirainen)

▼ Kuva 33. Kosteikko harjun reunalla. Vesi tihkuu harjulta sen reunalle, jolloin alue soistuu. Varsinaisia lähteitä ei veden pienestä määrästä johtuen synny. Soistuneiden alueiden leveys vaihtelee harjujen reunamilla maaston korkokuvasta ja purkautuvan pohjaveden määrästä ja purkautumisalueesta riippuen muutamasta kymmenestä metristä useisiin satoihin metreihin. Leveitä suovyöhykkeitä esiintyy etenkin Pohjanmaan harjujen reunamilla. Hyvä rengaskaivon paikka on kosteikon yläpuolella.

➤ Kuva 34. Harjuun liittyvältä lähteeltä (kuva 3) purkautuva, virtaamaltaan suuri lähdepuro. Lähdepuroilla on usein paljon käyttöä kalankasvatuksessa, kasteluveden ja karjan juomaveden ottopaikkoina sekä virkistysalueina. Hyvä rengas- tai siiviläputkikaivon paikka on lähteen yläpuolella.

4 Pohjaveden pinta ja sen vaihtelut

Pohjaveden pinnan asema riippuu sadannasta ja sen määrästä, sääolosuhteista sekä vuodenajoista. Tästä syystä vaihtelut maamme eri osissa ovat hyvinkin erilaisia ja muuttuvat selvästi etelästä pohjoiseen siirryttäessä (kaavio 3). Asiaan vaikuttavat myös maalajit, kasvillisuus ja topografia.

Vettä hyvin johtavissa harjuissa pohjaveden pinnan vaihtelu on suhteellisen hidasta ja vaihtelee eri vuodenaikoina esiintymän koosta riippuen noin 0,5 metristä 1 metriin. Vaihtelu on luonnontilaisilla harjuilla yleensä alle 0,5 metriä, mutta laajoilla soranottoalueilla, missä ei ole vettä haihduttavaa kasvillisuutta, vaihteluväli on noin metri [14]. Pitkällä aikavälillä vaihtelu voi kuitenkin kasvaa ja pohjaveden pinnat laskea jopa vuosia kestävinä, kuivina kausina. Moreenissa vaihtelu on jyrkempää, kuin harjuissa ja voi olla rinnemaastossa jopa useita metrejä. Kallioalueilla vedenpinnan vaihtelu on vähäisempää.

Kaavio 3. Pohjaveden pinnan vaihtelussa on todettavissa selviä eroja maamme eri osissa. Erot voivat vielä ilmastonmuutoksen johdosta muuttua. Alueelta III on esitetty kahdeksan vuoden seurantajakso kaaviossa 4. Ilmastonmuutoksesta johtuen kesät kuivuvat ja talvet kostuvat. Esitetyt pohjaveden pinnan vaihtelua kuvaavat vyöhykkeet (I–IV) liukuvat etelästä pohjoiseen. Koska pohjaveden kierto on Suomessa nopeaa, saattaa pohjaveden riittävyyden kanssa olla ajoittain ongelmia. [15]

Piirros 6. Pohjaveden pinnan voimakkaan vaihtelun vaikutus rengaskaivojen sijoitukseen kalliorinteellä, missä esiintyy kallion päällä erilaisia maalajeja, kuten moreenia, silttiä ja savea. Rengaskaivo tulisi sijoittaa rinteen alaosaan kosteikon yläpuolelle. Savikerrostumien alta otettava pohjavesi on yleensä laadultaan huonoa, mutta sen määrä voi olla riittävä. Porakaivon hyvä sijoituspaikka on kallioalueen reunalla, missä on runsasrakoista kalliota (piirros 11).

Piirroksessa ympyröidyt numerot viittaavat valokuviin.

Kuva 35. Piirroksessa 6 esitetty kuivunut rengaskaivo. Pohjaveden pinta on laskenut loppukesällä kaivon pohjan alapuolelle, jolloin kaivon pohja on liettynyt. Maaperä on silttiä. Vesi on kaivossa laadultaan erittäin huonoa. Kaivon sijainti rinteen yläosassa on väärä (kuva 96).

Kuva 36. Pohjaveden pinta nousee keväällä ja syksyllä maalajista ja paikasta riippuen selvästi korkeammalle, kuin loppukesällä ja talvella (kaaviot 3 ja 4). Kuvan kaivoa rakennettaessa pohjaveden pinnan nousua ei ole ennakoitu. Tulvavesien pääsy kaivoon heikentää pohjaveden hygieenistä laatua. Kaivo on herkkä myös muulle likaantumiselle.

Pohjaveden pinnan vaihtelulla on erittäin suuri merkitys kiinteistön kaivon paikkaa tutkittaessa ja kaivoa rakennettaessa erityisesti moreenialueilla ja rinnemaastossa. Rengaskaivon paikkaa pitäisi tutkia silloin, kun pohjaveden pinta on alimmillaan, eli esim. Keski-Suomessa loppukesällä tai kevättalvella. Maan muissa osissa tutkimukset tulisi ajoittaa kaavion 3 osoittamille kuiville kausille. Tällöin saadaan varmuus siitä, että kaivoon tulee riittävästi vettä ja tiedetään, mille tasolle vedenpinta laskee kuivina kausina.

Tutkimuksia suunniteltaessa ja rengaskaivon pohjan tasoa määritettäessä tulisi ottaa huomioon myös kuivat vuodet tai vuosijaksot, jolloin vedenpinta voi laskea hyvinkin alas. On myös huomattava, että ilmastonmuutos on jo hiukan muuttanut ja muuttaa edelleen kaaviossa 3 esitettyä mallia. Veden vähyys voi toisaalta johtua myös kaivon antoisuuteen nähden liian suuresta vedenotosta. Pohjaveden pinnan vaihtelusta alueellisten ympäristökeskusten pohjavesiasemilta saa tietoa ottamalla yhteyttä paikalliseen ympäristökeskukseen tai Suomen ympäristökeskukseen.

Maaperän pohjavettä virtaa myös kallion pohjavesivarastoihin ja päinvastoin. Porakaivoissa vedenpinnan luonnollinen vaihtelu ei yleensä vaikuta veden saantiin tai kaivon rakentamiseen. Poikkeuksen muodostavat saariston pienet saaret, joilla pitkä kuiva kausi voi pienentää saaren alueella olevan makean veden linssiä, huonontaa veden laatua ja siten rajoittaa veden saantia. Porakaivo voi kuivua tilapäisesti, jos vettä on otettu kaivon antoisuutta enemmän.

5 Kaivonpaikkatutkimukset

5.1

Yleistä

Pohjavettä saadaan maaperästä tai kalliosta. Parhaat mahdollisuudet hyvälaatuisen pohjaveden saantiin on hiekka- ja soraesiintymissä. Moreenialueilta saadaan myös yleensä pohjavettä, mutta sen saatavuus ja laatu riippuvat moreenin laadusta ja kerrospaksuudesta. Savialueilla mahdollisuudet käyttökelpoisen pohjaveden saantiin ovat huonot. Savikerrostuman alta voi löytyä hiekka- tai moreenikerrostuma, josta voi saada pohjavettä, mutta joka useimmiten on vähähappista ja rauta- ja mangaanipitoista.

Kallioperän pohjaveden saantiin vaikuttaa eniten kallioperän rakenne. Parhaiten vettä saadaan ruhjevyöhykkeistä, missä kallioperä on runsas- tai tiheärakoista. Ruhjevyöhykkeet sijaitsevat useimmiten maaston painanteissa ja laaksoissa. Ruhjevyöhykkeiden pituus voi olla useita kilometrejä. Ne ovat usein liian kaukana yhden kiinteistön vedenhankintaa järjestettäessä. Yhden talouden vedentarvetta vastaavia määriä pohjavettä saa yleensä myös rinnemaastossa, missä kallio on useimmiten runsasrakoista tai vähärakoista. Pohjavettä voi saada riittävästi jopa harvarakoisten kallioselänteiden päältä, jos rakoja voidaan avata vesipainehalkaisun avulla.

Tutkimukset kiinteistön kaivon paikan määrittämiseksi ovat pienimuotoisia yhdyskuntien vedenhankintaa varten tehtäviin tutkimuksiin verrattuna [22]. Kustannussyistä ja tutkimusalueen laajuudesta riippuen tutkimukset kestävät vain 1–2 päivää. Kiinteistön vedenhankintaa varten tutkittava alue on yleensä pinta-alaltaan pieni, jolloin kaivon sijoittamismahdollisuuksia on vähän. Hyvää vettä kannattaa kuitenkin hakea kauempaakin. Yhteistyö naapureiden kanssa voi johtaa hyvään lopputulokseen. Kustannukset voidaan jakaa, jolloin ne eivät nouse liian suuriksi.

5.2

Tutkimusvaiheet

Kiinteistön vedenhankinnan suunnittelu ja toteuttaminen kannattaa tehdä vaiheittain, jolloin saadaan paras mahdollinen lopputulos ja säästetään kustannuksissa. Ennen pohjavesitutkimusten aloittamista maastossa huolelliset valmistelut ja tavoitteiden asettaminen ovat tärkeitä. Kiinteistön omistaja voi tehdä seuraavassa esitetyistä vedenhankintaa varten tehtävistä selvityksistä ja tutkimuksista vaiheet 1–3 kokonaan tai osittain itsekin. Vaiheen neljä mukaiset pohjavesitutkimukset tekee alan asiantuntija tai kaivourakoitsija, joka on perehtynyt kaivon paikan määrittämiseen.

1. Vaihe:
Esisuunnittelu

Vedenhankinnan suunnittelu aloitetaan noin vuosi ennen varsinaisten maastotutkimusten tekemistä. Jos kysymyksessä on uusi kiinteistö, aluksi selvitetään mahdollisuudet liittyä vesihuoltolaitoksen tai vesiyhtymän vesijohtoverkostoon. Ajantasaisen peruskartan avulla selvitetään taustiedot, kuten alueen asutus ja sen tiheys, tiet, vesistöt, purot, ojat ja naapurit. Vesihuoltolaitoksen toimintaaluekartalta selviää, mitkä kiinteistöt ovat liittyneet verkostoon ja mihin nykyinen verkosto ulottuu.

Kiinteistötietojärjestelmästä hankitaan rekisteriote ja -kartta, joista selviävät mm. kiinteistöllä olevat rasitteet. Tässä vaiheessa selvitetään myös mahdollisuudet veden saantiin naapureilta. Samalla kertaa kannattaa selvittää ja suunnitella sekä vedenhankinta että jätevesien käsittely.

2. Vaihe:
Tutkimuksessa tarvittavien taustatietojen hankinta

Jos vedenhankinnan järjestämistavaksi valitaan oman kaivon rakentaminen, hankitaan kiinteistöltä ja sen lähialueilta uusimmat saatavissa olevat kartat. Peruskartan lisäksi ovat tarpeen maa- ja kallioperäkartat. Myös radonkarttoja on saatavilla. Kartta-aineisto analysoidaan alustavasti luvussa 5.3.1 esitetyllä tavalla.

Tutkimusalueen pohjaveden alueellisesta laadusta kootaan luvussa 5.3.2 esitetyt tiedot. Tämä koskee erityisesti porakaivojen vedenlaatua. Pohjaveden mahdollinen pilaantumisriski tai jo tapahtunut pilaantuminen on myös syytä selvittää. Tietoja voi kysyä kunnan terveys- tai ympäristötarkastajalta. Yhteyttä voi ottaa myös alueellisen ympäristökeskuksen tai Geologian tutkimuskeskuksen pohjavesiasioihin perehtyneisiin asiantuntijoihin.

Veden käyttötarve arvioidaan luvun 5.3.3 mukaisesti ja tehdään tarvittaessa kiinteistön vanhan kaivon kuntokartoitus luvun 5.3.4 ja liitteen 3 mukaan. Jos kysymyksessä on vanha kiinteistö, tutkitaan ensin vanhan kaivon käyttöhistoria ja kunto. Jos kaivo on ollut käyttämättömänä pitkiä aikoja, on ensin syytä selvittää sen kunnostamismahdollisuudet. Muut selvitykset tehdään luvun 5.3.6 mukaisesti.

Vedenhankinnan suunnittelu on syytä ottaa mukaan muuhun rakennusaikaiseen suunnitteluun. Tällöin esim. erilaiset kenttätutkimukset, kuten maaperäkairaukset ja pohjaveden pintahavainnot, kannattaa tehdä samalla kertaa rakennuksen pohjan kantavuutta, jätevesien käsittelyä ja vedenhankintaa varten tehtävien tutkimusten kanssa.

3. Vaihe:
Tutkimusohjelman laatiminen ja tarjouspyyntö

Tutkimusohjelma laaditaan taustatietojen, karttatarkastelun ja maastokäynnin perusteella käyttäen apuna luvussa 5.6.10 mainittua tutkimusraportin jäsennystä. Maa- ja kallioperän pohjaveden alueellista laatua voidaan arvioida alustavasti jo karttatarkastelun avulla.

Tutkimusohjelman laatimisen jälkeen pyydetään tarjoukset maastotutkimusten tekemiseksi. Tarjoukset pyydetään vähintään 3–4 kuukautta ennen maastotutkimusten aloittamista, jotta pystytään varmistamaan, koska pohjaveden pinta on alimmillaan ja tutkimukset voidaan suorittaa. Paikkakunnalle sopiva vuodenaika voidaan katsoa kaaviosta 3. Tutkimusohjelman ja tarjouspyynnön laatimista varten tarvittavat tiedot on esitetty luvussa 5.5. Tarjousten perusteella kiinteistön omistaja valitsee tutkimuksen tekijän. Kaivon paikan luotettava määrittäminen kiinteistöllä edellyttää aina tutkimuksia.

4. Vaihe:
Kaivon paikan tutkimus

Tutkimuksen teko maastossa edellyttää vaiheissa 1–3 esitettyjen selvitysten tekemistä. Varsinainen kaivon paikan tutkimus on jaettu yhdeksään osaan:

1. maaperätutkimus
2. kallioperätutkimus
3. lähteiden virtaamamittaukset
4. havaintoputkien asennus ja pohjaveden pinnan mittaus
5. vesinäytteen ottaminen ja antoisuuden arviointi koepumppauksella
6. vesinäytteen tutkiminen kentällä ja laboratoriossa
7. veden käsittelytarpeen ja –tavan selvittäminen
8. jätevesijärjestelmän ja muiden pohjaveden likaantumisriskin aiheuttavien tekijöiden sijainnin selvittäminen
9. tutkimusraportin laatiminen.

Eri vaiheissa tehtyjen tutkimusten tulokset ja johtopäätökset merkitään liitteenä 2 olevalle tutkimuslomakkeelle ja sen liitteille. Lomakkeeseen kirjataan tiedot kaikista luvussa 5 esitetyistä toimenpiteistä ja kuvataan pohjaveden likaantumisriskit. Tutkimusten perusteella esitetään ehdotus rengas- tai porakaivon paikasta ja syvyydestä sekä selvitys mahdollisesta veden käsittelytarpeesta.

Kaivon paikan etsiminen pajunvitsan tai vastaavan avulla perustuu usein enemmän pajunvitsan käyttäjän kokemuksiin hyvistä kaivon paikoista, kuin todelliseen näyttöön. Pajunvitsan käyttö ei tehtyjen tutkimusten [23] mukaan anna mitään luotettavaa tietoa hyvän kaivon paikan sijainnista, maakerrosten paksuudesta tai pohjaveden laadusta.

5. Vaihe:
Kaivon rakentaminen

Kaivo rakennetaan kaivon paikan tutkimuksen perusteella. Kaivon rakentamista ei ole käsitelty tässä oppaassa, vaan sitä on käsitelty tarkemmin esim. Rakennustietosäätiön korteissa ja Ympäristöoppaassa Kysymyksiä kaivoista [8]. Talousvesikaivoista on esitetty mallipiirustukset liitteessä 6 ja Kaivosopimus liitteessä 7.

5.3

Tutkimuksessa tarvittavien taustatietojen hankinta

5.3.1

Karttatarkastelu

Karttatarkastelua varten hankitaan alueelta saatavissa olevat peruskartta ja maaperäkartta (1: 20 000). Peruskarttoja on saatavissa myös mittakaavassa 1:10 000, mikä voi olla sopiva mittakaava tutkimustulosten merkintää varten. Maanmittauslaitos on uusimassa karttajärjestelmiä. Uudet kartat noudattavat UTM -karttalehtijakoa. Näiden karttojen mittakaava on 1:25 000.

Perus- ja maaperäkartoilta arvioidaan ensin alustavasti mahdollisuudet pohjaveden saantiin. Kaivon paikan määrittämisen kannalta hyödyllisiä tietoja ovat mm. vesistöt ja niiden vedenpinnan korkeus, ojat, kartalle merkityt lähteet, maaston korkeussuhteet, geologiset muodostumat, kuten harjut, moreeni- ja savialueet sekä paljaat kallioalueet. Maalajit on helpointa katsoa maaperäkartasta, mutta ne voi myös arvioida peruskartalta. Kartan korkeussuhteiden ja maa- ja kallioperätietojen perusteella arvioidaan pohjaveden purkautumissuunnat ja -alueet. Kartoilta voi myös arvioida todennäköisiä pohjaveden muodostumisalueita. Tietoja mahdollisista lähdekartoituksista ja pohjaveden pinnoista saa alueellisilta ympäristökeskuksilta.

Karttatarkastelun avulla arvioidaan alustavasti, onko kiinteistöllä tai sen lähialueella mahdollisuutta rengaskaivon rakentamiseen. Jos näin on, merkitään liitteeseen 2 ja sen liitteenä olevalle kartalle kysymykseen tulevat tutkimusalueet ja arvioidaan maastotutkimustarve, kuten kairauspisteiden määrä ja niiden alustava sijoitus. Tällöin tulee myös selvittää ja ottaa huomioon maaperän tai pohjaveden mahdollisesti jo tapahtunut likaantuminen tai likaantumisriski tai luonnolliset pohjaveden laatua heikentävät tekijät. Erityistä huomiota on syytä kiinnittää jätevesien johtamisen tai maaperään imeyttämisen

vaikutuksiin pohjaveden laatuun. Asiaa on käsitelty yksityiskohtaisesti luvussa 7.

Jos karttatarkastelun tai muiden selvitysten perusteella todetaan, että pohjavesi on niin syvällä, ettei rengaskaivon rakentamiselle ole edellytyksiä, tarkastellaan muita vaihtoehtoja kaivon rakentamiseksi. Kallioperäkartoilta voidaan katsoa alueen kivilajit ja arvioida niiden laadun, kallion rakenteen ja maaston korkokuvan perusteella alustavasti pohjaveden saantimahdollisuuksia. Yksityiskohtaisten havaintojen, kuten kallion rakotiheyden, selvittäminen edellyttää kohdassa 5.4 kuvattua maastotarkastelua.

Porakaivon rakentamista suunniteltaessa on syytä hankkia mittakaavassa 1:100 000 olevat kallioperäkartat ja radioaktiivisuuskartat, joita on julkaistu erilaisissa mittakaavoissa. Tiedot saatavissa olevista erikoiskartoista saa Geologian tutkimuskeskuksen ja Säteilyturvakeskuksen internetistä löydettäviltä indeksikartoilta. Internet-osoitteet on esitetty oppaan lopussa. Luvussa 5.3.2 esitetty pohjaveden alueellisen laadun selvittäminen aloitetaan kallioperä- ja radonkarttojen avulla. Varsinaiset kallioperän rakennetta ja kallioveden saantimahdollisuuksia koskevat selvitykset tehdään kaivon paikan tutkimusten yhteydessä (luku 5.6).

Maanmittauslaitos ylläpitää Internetissä Kansalaisen karttapaikka -sivustoa, josta saa selville kiinteistön kartan ja sijaintitiedot koordinaatteina. Näiden tietojen avulla on helppo hankkia lisää sähköisiä kartta-aineistoja. Kiinteistörekisteriotekartta on saatavissa sähköisesti maanmittaustoimistosta maksua vastaan. Kiinteistötunnusten lisäksi voidaan hankkia kiinteistön rajamerkkien koordinaattiluettelo, josta ilmenevät rajojen sijainti ja koordinaatit. Rekisteriyksikön karttaotteen perusteella voidaan selvittää naapurikiinteistöjen rajat ja etäisyydet. Maanmittauslaitoksen Internet-osoitteet on esitetty oppaan lopussa.

Kartta 2. Peruskartta. Alkuperäinen kartta on mittakaavassa 1: 20 000. Kartalta voidaan havaita reitit rakennuskohteeseen, asutuksen vaikutukset, maaston korkeussuhteet sekä vesistöjen, ojien, kosteikkojen, lähteiden ja purojen sijainti. Kartalta voidaan arvioida alustavasti alueen maalajit, kallioalueet sekä kallioperän ruhjealueet ja -suunnat. (Kartta: Maanmittauslaitos)

Kartta 3. Maaperäkartta. Alkuperäinen kartta on mittakaavassa 1:20 000. Kartalta voidaan katsoa maalajit ja niiden esiintyminen. Kartta on samalta alueelta kuin peruskartta 2. Rengaskaivojen paikan tutkimusohjelmaa tehtäessä päästään parhaaseen tulokseen käyttämällä maastotarkastelussa rinnakkain perus- ja maaperäkarttaa. **Karttaan 3 on merkitty ympyröidyillä numeroilla tässä oppaassa esitettyjä erilaisissa hydrogeologisissa olosuhteissa kuvattuja rengas- ja porakaivoja sekä maasto-olosuhteita.** (Kartta: Geologian tutkimuskeskus)

5.3.2

Pohjaveden alueellinen laatu

5.3.2.1

Yleistä

Pohjaveden alueelliseen laatuun vaikuttavat monet yleiset tekijät, kuten ilmasto, sadanta, ihmisen toiminta, meren läheisyys sekä vanhat jääkauden aikaiset meri- ja järvivaiheet. Geologisia tekijöitä ovat esim. maankamaran topografia, maannoskerros, maa- ja kallioperän laatu ja rakenne, veden läpäisevyys sekä pohjaveden varastoituminen, kierto ja viipymä sekä hapetus-pelkistysolosuhteet. Tässä luvussa on ensin käsitelty sade- ja sulamisvesien laadun kehittymistä maaperän pintaosien maannoskerroksessa.

Pohjaveteen maaperän läpi imeytyvän sade- ja sulamisveden laatu muuttuu maannoskerroksessa. Uutemaassa vajoava hapan vesi liuottaa maasta elektrolyyttejä ja veden happamuus vähenee (pH kasvaa) syvemmälle mentäessä, jolloin kationit alkavat vähitellen saostua. Rikastumisvyöhykkeessä on runsaasti erilaisia mineraaleja kuten rautaa, mangaania ja alumiinia. Loput kationit, kuten magnesium ja kalsium sekä etenkin natrium kulkeutuvat yleensä pohjaveteen saakka. Maannoskerros on hyvin kehittynyt erityisesti hiekka- ja soramailla [1]. Maannoskerroksessa tapahtuvat vedenlaadun muutokset vaikuttavat myös varsinaisen pohjaveden laatuun: esim. veden hiilidioksidipitoisuus ja kovuus kasvavat sadeveteen verrattuna ja pohjavesi saa sille ominaisen raikkaan maun.

Pohjaveden laatu voi vaihdella sekä paikallisesti että alueellisesti. Pohjaveden alueellisia laatutietoja on esitetty mm. valtakunnallisessa kaivovesitutkimuksessa [7, 24] sekä Geologian tutkimuskeskuksen [12, 25], Teknillisen korkeakoulun [26] ja Säteilyturvakeskuksen [27–29] julkaisuissa. Veden laatutietoja tarkasteltaessa on syytä ottaa huomioon, että rengas-

Kuva 37. Sadeveden imeytyessä maaperään vesi suodattuu maannoskerroksen läpi. Maannosprofiili voidaan jakaa kolmeen kuvassa selvästi erottuvaan pääosaan: orgaaninen pintaosa (karikekerros), vaaleaksi uuttunut uutemaa ja sen alla rikastumiskerros, joka on muuttumattoman pohjamaan päällä [1]. Samanlainen maannosprofiili on todettavissa myös kuvassa 28. (Kuva: Geologian tutkimuskeskus)

kaivoissa pohjaveden laatu voi olla samallakin alueella hyvin erilaista kuin porakaivoissa. Tämä johtuu sekä kivilajien vaikutuksesta että pohjaveden pitkästä viipymästä kalliossa. Pohjaveteen liukenee kallioperästä enemmän eri alkuaineita ja yhdisteitä kuin maaperästä [30, 31].

Tutkittavalle alueelle tyypilliset pohjaveden laatuominaisuudet ja kaivojen vedenlaatu on hyvä selvittää ennen varsinaisten maastotutkimusten aloittamista esim. kysymällä kunnan terveystarkastajalta. Seuraavassa on lyhyesti selostettu pohjaveden laatua ja siinä todettavissa olevia alueellisia laatueroja. Ihmisen toiminnan vaikutusta pohja- ja kallioveden latuun on käsitelty luvussa 7.4.

5.3.2.2
Maaperän pohjavesi

Maaperän pohjavesi on Suomessa pääosin hyvälaatuista (liite 5). Laadultaan parasta pohjavesi on harjuissa ja muissa jäätikön sulamisvesivirtojen kerrostamissa muodostumissa (kuva 29). Nämä alueet on useimmiten varattu yhdyskuntien vedenhankintaan ja ne on luokiteltu vedenhankinnan kannalta tärkeiksi (luokka I) tai siihen soveltuviksi (luokka II) alueiksi. Luokkaan III kuuluvat hiekka- ja sora-alueiden pohjavesialueet, joiden käyttökelpoisuutta vedenhankintaan ei ole vielä selvitetty [18].

Eri moreenilajeista laadultaan hyvää pohjavettä saadaan lähinnä vettä hyvin läpäisevistä hiekkamoreeneista. Hienojakoisia maalajeja runsaasti sisältävissä moreeneissa ja savimaiden alaisissa kerrostumissa vedessä esiintyy usein rautaa ja mangaania. Suomessa lähes kaikki pohjavedet ovat happamia, mistä johtuen pohjavesi on metalliputkistoja syövyttävää [7]. Alueilla, missä maa- tai kallioperässä on kalkkikiveä, pohjaveden pH-arvo voi nousta tasolle 7,5–8,0, jolloin vesi ei ole syövyttävää.

Pohjaveden sähkönjohtavuus ja monien alkuaineiden ja yhdisteiden, kuten alumiinin, kloridin ja sulfaatin, pitoisuudet ovat suurempia Etelä- ja Lounais-Suomessa kuin maan keski- ja pohjoisosissa. Tähän ovat syynä mm. geologiset ja ilmastolliset tekijät, kuten rannikkoseuduilla yleisten savikerrostumien vaikutus, vanhat sedimentteihin jääneet meriveden suolat, rikki- ja typpilaskeumat ja mereltä tulevat suolat [24, 32].

Rautaa ja mangaania esiintyy eniten rannikkoalueiden vähähappisissa rengas- ja porakaivoissa. Siellä maaperä on pinnassa pääosin savea. Orgaanisen aineksen pitoisuus, sameus ja väriluku ovat myös rannikolla korkeita. Pohjanmaalla pohjaveden virtaus ja vaihtuminen on maanpinnan tasaisuudesta johtuen hidasta tai olematonta, mikä on myös syynä pohjaveden huonoon laatuun alueella.

Kuva 38. Savikkoalueella maaperä ei läpäise vettä. Savikolle rakennettuun kaivoon pohjavesi tulee useimmiten savikon alla olevista hiekka- tai moreenikerrostumista. (Kuva: Kirsti Korkka-Niemi)

5.3.2.3

Kallioperän pohjavesi

Kallioperän pohjavesi on Suomessa pääosin hyvälaatuista (liite 5). Porakaivoa suunniteltaessa on kuitenkin syytä selvittää ensin alueen kivilajit ja niiden vaikutus pohjaveden laatuun. Vedenlaatu porakaivossa voi vaihdella lyhyilläkin etäisyyksillä. Tietoa kivilajeista ja niiden esiintymisestä saadaan kallioperäkartoilta, joista on esitetty esimerkit kartoissa 4 ja 6.

Maanpinnan lähellä olevissa kallioperän pohjavesissä liuenneita aineita on suhteellisen vähän ja pohjaveden pH voi olla korkeampi kuin syvemmällä. Syvemmälle mentäessä pohjavesi muuttuu hidasliikkeisemmäksi ja se sisältää enemmän klorideja ja muita veteen liuenneita aineita. Kallioperän päällä olevat savikerrostumat estävät happirikkaan veden kulkeutumisen laaksoihin ja painanteisiin, missä kallioruhjeet useimmiten sijaitsevat. Rauta- ja mangaanipitoisuudet voivat kasvaa savikkoalueiden pelkistävissä olosuhteissa varsinkin rannikolla huomattavan suuriksi [33].

Porakaivovesissä on kivilajeista johtuvia veden laatuominaisuuksia, joita esiintyy harvemmin rengaskaivoissa. Tällaisia ominaisuuksia ovat mm. radioaktiiviset aineet, kuten radon ja uraani sekä arseeni ja nikkeli. Radonia ja uraania on eniten graniiteissa. Muutamat kunnat ovat teettäneet radon-kartoitukset alueellaan olevista porakaivoista.

Kallioperän pohjaveden arseenipitoisuuksia ja arseenin esiintymistä eri kivilajeissa on tutkittu viime vuosina paljon. Syynä on ollut liian korkean arseenipitoisuuden aiheuttama selvä terveysriski [25, 26]. Pohjaveden arseenipitoisuudet ovat selvästi suurempia kallioperän kuin maaperän pohjavedessä.

Arseenipitoisuuksissa on suuria alueellisia eroja. Ne vaihtelevat useimmiten kivilajin mukaan, mutta arseenia voi esiintyä myös rikastuneena kallion rako- ja muuttumisvyöhykkeissä. Arseenia esiintyy mm. gabroissa, amfiboliiteissa ja liuskeissa sekä migmatiiteissa [13, 32, 34]. Arseenia voi joutua pohjaveteen myös maatalouden torjunta-aineista, lannoitteista, metalliteollisuuden jätteistä ja puun kyllästämöilta [26].

Kallioporakaivojen radioaktiivisuudesta saa informaatiota Säteilyturvakeskuksesta, josta voi myös tilata pullot näytteenottoa varten. Alueellisten ympäristökeskusten hydrogeologeilla voi olla tietoja tutkimuskohteen tai kyseisen alueen pohjaveden laadusta ja alueelle tyypillisistä laatuominaisuuksista.

Kuva 39. Rapakivigraniittia. Kivilajille ovat luonteenomaisia pyöreähköt alkalimaasälpärakeet, joita ympäröi vihreä oligoklaasikehä. Kivi rapautuu helposti, ja sen voi tunnistaa maastossa kekomaisista rapautumiskasoista. Kivestä liukenee pohja- ja kallioveteen fluoridia jopa useita milligrammoja litrassa, kun enimmäispitoisuus on 1,5 mg/l [35]. (Kuva: Matti Valve)

Kartta 4. Suomen kallioperäkartta. Alkuperäinen kartta on mittakaavassa 1:10 000 000. Kartasta saa yleiskuvan Suomen kallioperästä ja sen kivilajeista. Kivilajien perusteella voidaan tehdä yleisiä johtopäätöksiä porakaivojen pohjaveden laadusta. Esim. Kaakkois- ja Varsinais-Suomen sekä Ahvenanmaan rapakivialueilla esiintyy runsaasti fluoridia [33, 35]. Etelä- ja Lounais-Suomen graniittialueilla pohjavedessä esiintyy keskimääräistä enemmän radonia ja uraania [27–29]. Tampereen seudulla esiintyy haitallisia määriä arseenia. Tampereen seudulta pohjoiseen sijoittuvalla, selvästi erottuvalla, laajalla granitoidi-alueella arseenipitoisuudet ovat sen sijaan samalla alhaisella tasolla kuin koko maassa keskimäärin [34]. (Kartta: Geologian tutkimuskeskus)

Kartta 5. Suomen radonkartta. Alkuperäinen kartta on mittakaavassa 1:13 240 000. Kartalta saa yleiskuvan radonin esiintymisestä Suomessa. Vertaamalla radonkarttaa kallioperäkarttaan (kartta 4) voidaan korkeimpien radonpitoisuuksien todeta esiintyvän Etelä- ja Lounais-Suomen graniittialueilla [28]. Radonia esiintyy kuitenkin muuallakin Suomessa. (Kartta: Säteilyturvakeskus)

Kartta 6. Lounais-Suomen kallioperäkartta. Alkuperäinen kartta on mittakaavassa 1:1 000 000. Kartalla on esitetty alueen kivilajit. Yksityiskohtaisia porakaivon paikkatutkimuksia varten tarkempaa tietoa voi hakea mittakaavassa 1:100 000 painetuilta kallioperäkartoilta. Kuvan karttaa voidaan käyttää porakaivojen alueellisia pohjaveden laatuennusteita tehtäessä. Esim. kartoissa 2 ja 3 esitetyillä alueilla (tutkimusalue merkitty kartalle 6), missä kallioperä on graniittia, esiintyy korkeita radon- ja uraanipitoisuuksia. Kartalla näkyy myös Varsinais-Suomen rapakivialue, jonka alueella sekä maaperän että kallioperän pohjavedessä on korkeita fluoridipitoisuuksia. (Kartta: Geologian tutkimuskeskus)

Kartta 7. Lounais-Suomen radonkartta. Alkuperäinen kartta on mittakaavassa 1:4 590 000. Kun radonkarttaa verrataan kallioperäkarttaan (kartta 6), voidaan todeta, että radonia esiintyy eniten graniittialueilla [27, 28]. Esim. Kemiön saaren haja-asutusalueella esiintyy yleisesti radonpitoisuuksia, jotka ylittävät hyvälle juoma- ja talousvedelle asetetun raja-arvon 1000 Bq/l. Myös uraania esiintyy siellä yli Sosiaali- ja terveysministeriön asettaman raja-arvon 100 µg/l ylittäviä pitoisuuksia. (Kartta: Säteilyturvakeskus)

5.3.3

Veden käyttötarve

Yhden talouden vedentarve riippuu monista tekijöistä, kuten talouden koosta ja sen vettä käyttävien koneiden määrästä sekä peseytymistavoista ja -tiloista (esim. saunan käytöstä). Maatiloilla kulutus riippuu edellisten lisäksi eläinten määrästä ja niiden lajista.

Ihminen juo noin kaksi litraa vettä vuorokaudessa. Muu kulutus on noin 100–200 litraa asukasta kohden vuorokaudessa. Tehtyjen selvitysten perusteella veden kulutus on viime vuosina vähentynyt, eikä vastaa vanhoja pitkän tähtäimen ennusteita. Omakotitalojen vedenkulutus on keskimäärin 110–140 l/as/vrk [36]. Talousveden yksikkökulutuksen arvioinnissa voidaan käyttää pohjana tätä lukua, jos tarkempia paikkakuntakohtaisia tietoja ei ole käytettävissä. Eläinten yksikkökulutus on suurin lypsykarjalla (60–120 l/eläin/vrk). Hiehojen, vasikoiden, lampaiden ja sikojen kulutus vaihtelee noin 5–40 l/eläin/vrk. [37]

Julkaisussa "Kysymyksiä kaivoista " [8] on arvioitu, että nelihenkinen perhe nykyaikaisine kodinkoneineen tarvitsee noin 500–750 litraa vettä päivässä. Tällainen vesimäärä on käyttökokemusten perusteella mahdollista saada rengas- tai porakaivosta.

5.3.4

Kaivon kuntokartoitus

Kaivon kuntokartoitus tehdään liitteen 3 luvun 3 mukaan. Siinä kartoitetaan kiinteistön kaivon ja vesijohtojen kunto ja tutkitaan vedenlaatu. Lisäksi kartoitetaan kiinteistöllä mahdollisesti olevat pohjaveden likaantumisvaaran aiheuttavat tai pohjavettä jo pilanneet toiminnat tai pysyvät tekijät. Kartoitetaan myös kiinteistön rajojen ulkopuolella mahdolliset olevat riskitekijät ja toiminnot: suolattavat tiet, peltojen lannoitus, tuholaisten torjuntakemikaalien käyttö, erilaiset teollisuuslaitokset, pilaantuneet maa-alueet, kaatopaikat, öljysäiliöt ja maansiirtotoimenpiteet. Riskitekijöitä on tarkasteltu yksityiskohtaisesti luvussa 7.4.

Ulkopuolinen riskitekijä voi olla myös radioaktiivinen laskeuma. Jos sade- tai sulamisvedet pääsevät kaivon huonosta kunnosta johtuen helposti kaivoon, voi sinne kulkeutua radioaktiivisia aineita, jotka ovat haitallisia terveydelle [38, 39].

Jos kuntokartoituksessa päädytään kaivon kunnostukseen, on selvitettävä etukäteen kunnostuksessa tarvittavat välineet, tarvikkeet ja niiden määrä sekä laadittava kunnostussuunnitelma ja kustannusarvio. Samalla sovitaan kunnostuksen ajankohta. Kiinteistön omistaja voi huoltaa ja kunnostaa kaivoa itsekin, mutta vaativa kunnostus kannattaa teettää urakoitsijalla.

Kiinteistön ja sillä olevan vanhan rengas- tai porakaivon käyttötarkoitus on voinut muuttua tai kaivo on voinut olla käyttämättömänä vuosikymmeniä. Kiinteistöillä on aikaisemmin voinut olla useita kaivoja eri tarkoituksiin, kuten saunan vesilähteenä, palokaivona tai karjan juottokaivona. Vanhan kaivon ottaminen uudelleen käyttöön vaatii sen käyttöhistorian selvittämistä, veden laadun tutkimista ja kaivon kunnostamista liitteessä 3 esitetyllä tavalla.

5.3.5

Terveys- ja ympäristötarkastajan haastattelu

Kunnan terveys- ja ympäristötarkastajaa haastattelemalla saa arvokasta ja kokemukseen perustuvaa tietoa monista asioista, kuten paikkakunnalle tyypillisistä pohjaveden laatuominaisuuksista tai kaivojen pilaantumisesta. Esim. fluoridin, arseenin, nikkelin, radonin tai raudan ja mangaanin alueellinen esiintyminen kannattaa selvittää. Terveys- ja ympäristötarkastajalla voi olla kokemuksia myös erilaisista vedenkäsittelymenetelmistä.

Maaperän laatu voi vaikuttaa laajemmaltikin veden saantiin esim. Pohjanmaalla, jossa vesijohtoverkostot on rakennettu huonon pohjaveden laadun takia usein kauas hajaasutusalueille saakka. Kunnan terveystarkastajalla voi olla kokemusta kaivotyypin valinnasta. Tietyillä alueilla ainoa ratkaisu

on porakaivon rakentaminen. On myös alueita, joilla porakaivosta saatava pohjavesi on niin huonoa, että sitä ei kannata käsitellä. Lisätietoja voi hankkia kunnan viranomaisilta, alueelliselta ympäristökeskukselta, Säteilyturvakeskukselta ja Geologian tutkimuskeskukselta.

Tärkeitä tietoja ovat myös pohjaveden likaantuminen tai olemassa olevat likaantumisriskit. Kysymyksessä voi olla laajalle ulottuva teollisuuslaitoksen, suolattavan tien, turkistarhan tai muiden tekijöiden aiheuttama likaantuminen [39, 40]. On tärkeää katsoa kunnan terveystarkastajan kanssa, onko rakennettavaksi tai kunnostettavaksi suunnitellun kaivon lähiympäristössä tai sen pohjaveden muodostumisalueella likaantumisriskejä. Samalla katsotaan kiinteistön jätevesijärjestelmä ja arvioidaan sen aiheuttamat riskit pohjavedelle. Vanhaa kaivoa ei kannata kunnostaa tai uutta rakentaa, jos kiinteistöllä ei ole todellisia mahdollisuuksia puhtaan veden saantiin.

5.3.6

Muut yleiset selvitykset

Tutkimusten yhteydessä selvitetään myös mm. kulkuyhteydet, työkoneiden vaatima tila, teiden, siltojen ja maaperän kantavuus, rakennustarvikkeiden sijoituspaikka sekä sähkölinjojen ja -kaapeleiden ja vesijohtojen sijainnit. Jos kaivo rakennetaan naapurin puolelle, tulee lupien olla kunnossa ennen töiden aloittamista. Kaivon paikan tutkiminen tai rakennustyö tehdään yleensä parissa päivässä. Rakennustyössä tulee tällöin varmistua etukäteen siitä, että samaan aikaan tarvittavat ammattimiehet, kuten putki- ja sähkömiehet, tulevat paikalle ajoissa.

Kuva 40.1. Porauskaluston siirtäminen vaikeassa maastossa. Kevyttä porauskalustoa voidaan siirtää jyrkässäkin rinteessä esim. vaijerien avulla. Kulkureitit tulee työn nopeuttamiseksi selvittää ja raivata etukäteen.

Kuva 40.2. Raskaan kaluston siirtoreitit on hyvä selvittää ja raivata etukäteen ja lisäksi varmistaa, että tien pohja kantaa. (Kuva: Toivo Lapinlampi)

5.4

Maastotarkastelu

Karttatarkastelua täydennetään maastotarkastelun avulla, jolloin voidaan arvioida alustavasti kaivon paikkaa.

Rengaskaivon paikkaa varten tehdyn alustavan karttatarkastelun tuloksia täydennetään maastossa tekemällä havaintoja mm. maaston korkeussuhteista, geologisista muodostumista, maalajeista, pohjaveden purkautumissuunnista ja lähteistä. Maastotarkastelun yhteydessä varmistetaan käytössä olevien karttojen paikkansa pitävyys. Maastotarkastelussa voi käyttää apuna asiantuntijaa.

Lähdekartoitus on tärkeä osa rengaskaivon paikan tutkimista. Alustava lähdekartoitus voidaan tehdä kevättalvella, jolloin lähteet ja lähdepurot on helppo havaita ohuen lumipeitteen alta. Havainto on luotettava, kun sulamisvesien vaikutusta ei vielä ole. Tietoja alueella olevista lähteistä voi olla saatavissa alueelliselta ympäristökeskukselta ja varsinainen lähteiden virtaamamittaus tehdään luvun 5.6.3 mukaan.

Paras rengaskaivon paikka löytyy useimmiten maaston painanteesta, jonka voi havaita esim. rehevän kasvillisuuden perusteella. Moreenimailla on paikoitellen runsaasti lähteitä. Merkittävimmät lähteet liittyvät kumpumoreeneihin. Moreenimaiden lähteet ovat kuitenkin useimmiten antoisuudeltaan pieniä. Virtaama vaihtelee paljon eri vuodenaikoina (kaavio 2). Kuivina kausina lähde voi kuivua kokonaan. Lähdekartoitus kannattaa ulottaa tutkimuksen kohteena olevan kiinteistön ulkopuolelle, jos sen pinta-ala on pieni.

Hyvää kaivon paikkaa kannattaa katsoa kauempaakin. Jos sellaista ei löydy lähietäisyydeltä, kannattaa selvittää mahdollisuudet ja kiinnostus yhteiseen vedenhankintaan naapureiden kanssa, jolloin tutkimusaluetta voi laajentaa. Esimerkkejä rengas- ja porakaivojen sijoittamisesta erilaisissa maa- ja kallioperäolosuhteissa on tarkasteltu luvussa 6. Maastotarkastelun yhteydessä kerätään tiedot lähiseudun rakennetuista rengas- ja porakaivoista, niiden antoisuuksista ja veden laadusta.

Porakaivon paikkaa katsottaessa todetaan maastossa kallioperän korkokuva, avonaiset kallion paljastumat, kivilajit, kivilajien rajapinnat, kallioruhjeet ja niiden suunnat, kallion rakoilu, sen tiheys ja kulkusuunta. Paras porakaivon paikka ei ole itse kallioruhjeessa, vaan sen lähiympäristössä. Kallioruhjeiden lähiympäristöstä saatavissa oleva pohjavesi riittää useimmiten kylän tai useamman kiinteistön yhteistä veden hankintaa varten [6].

Maastotarkastelun jälkeen tehdään rengaskaivojen paikkaa etsittäessä maaperätutkimus (luku 5.6.1) ja porakaivon kohdalla kallioperätutkimus (luku 5.6.2).

Kuva 41. Maastotarkastelu tehdään käyttäen apuna etukäteen tehtyjä selvityksiä sekä 1:20 000 perus- ja maaperäkarttoja. Maastossa tarkastetaan mm. kairauspisteiden sijoitus rengaskaivon paikan tutkimista varten tai porakaivon paras sijoituspaikka ja reitti rakennuspaikalle. Pohjavettä likaavat tekijät ja toiminnat on kartoitettava. Erityistä huomiota on kiinnitettävä jätevesien käsittelytapaan ja purkupaikkaan.

5.5

Tutkimusohjelma ja tarjouspyyntö

5.5.1

Tutkimusohjelma

Kun luvussa 5.3 esitetyt tutkimuksessa tarvittavat taustatiedot on hankittu ja maastotarkastelu tehty, seuraava vaihe on tutkimusohjelman laatiminen. Tämä ohjelma on alustava ja sen laatii tutkimuksen teettäjä. Tarvittaessa voi olla hyödyllistä käyttää apuna asiantuntijaa.

Rengaskaivon paikkaa tutkittaessa tutkimusohjelma perustuu mm. seuraaviin hydrogeologisiin tekijöihin:

- maaperän laatu ja paksuus
- pohjaveden pinnan korkeus (arvioidaan alustavasti esimerkiksi vesistöjen, lähteiden tai naapurin kaivon vedenpinnan perusteella)
- maaston topografia
- mahdolliset lähteet ja niiden virtaamat
- maaston painanteet ja kosteikot
- tiedot pohjaveden mahdollista alueellisista laatuominaisuuksista.

Lisäksi on selvitetty:

- pohjavettä mahdollisesti pilaavat tekijät ja toiminnat, kuten jätevesien käsittely
- alustavat tiedot naapurien kaivojen syvyydestä, antoisuudesta ja veden laadusta.

Tutkimusohjelmassa esitetään:

- edellä esitetyt perustiedot
- toivottu tutkimusajankohta (kuiva kausi, jolloin pohjavedenpinta alhaalla)
- arvioitu kairauspisteiden määrä ja niiden alustava sijoitus kiinteistökartalla (yleensä 5-10 pistettä)
- vedentarve (myös eläimet).

Porakaivon paikkaa tutkittaessa tutkimusohjelma perustuu mm. seuraaviin tekijöihin:

- alueen kivilaji
- maaston korkokuva
- kallion paljastumat
- kallion rakenne (rakoilu, mahdolliset ruhjesuunnat)
- tiedot naapurien porakaivojen syvyydestä, antoisuudesta ja veden laadusta.

Lisäksi on selvitetty:

- kallioperän pohjavettä mahdollisesti pilaavat tekijät
- tiedot alueellisesta kallion pohjaveden laadusta ja mahdollisesta käsittelytarpeesta ja - tavasta seudulla.

Tutkimusohjelmassa esitetään:

- edellä esitetyt perustiedot
- toivottu tutkimus- tai porakaivon tekoajankohta (ei riipu vuodenajoista)
- toivottu porakaivon sijoituspaikka
- vedentarve (myös eläimet).

5.5.2

Tarjouspyyntö

Tutkimusohjelman perusteella tehdään tarjouspyyntö hyvissä ajoin ennen varsinaisten tutkimusten aloittamista luvussa 5.2 esitetyllä aikataululla. Tarjoukset on suositeltavaa pyytää ainakin kolmelta kokemusta omaavilta konsultilta tai urakoitsijalta. Tarjouksessa kannattaa pyytää tiedot tekijän aikaisemmasta kokemuksesta yleensä ja tutkimuksen kohteena olevalta alueelta. Tarjouspyyntöön liittyvien asiakirjojen tulee sisältää mm:

- sijaintikartta (esim. GT -kartta)
- tutkimusalueen 1: 20 000 peruskartta
- tutkimusalueen 1: 20 000 maaperäkartta (rengaskaivot)
- tutkimusalueen 1: 100 000 kallioperäkartta (porakaivot)
- luvun 5.5.1 mukainen tutkimusohjelma
- toivottu tutkimusajankohta
- tarjousten jättöpäivä.

5.6

Kaivon paikan tutkimus

5.6.1

Maaperätutkimus

Maaperätutkimus tehdään rengaskaivon paikkaa tutkittaessa maastotarkastelun (luku 5.4) havaintojen perusteella. Käyttökelpoinen rengaskaivon paikan määritystapa on lyönti- tai tärykairaus. Kairauksen avulla saadaan tietoa maapeitteen paksuudesta, tiiveydestä ja maalajin laadusta sekä alustava arvio pohjaveden pinnan tasosta. Kairauspisteet valitaan maastotarkastelun perusteella. Kairausraporttiin merkitään kairaustulos, kairausvastus ja kairauksen päättymissyvyys sekä mahdollisimman tarkasti eri maalajit.

Kiinteistöllä voidaan tehdä useita kairauksia parhaan kaivon paikan löytämiseksi. Kairaussyvyys on yleensä alle kuusi metriä, mutta voi olla yli kahdeksankin metriä. Varsinkin lohkareisessa ja kivisessä moreenimaastossa kaira kiilautuu helposti kiveen. Koska pinnaltaan lohkareisen moreenin alapuolella on usein vähemmän kivistä, jopa hiekkaista moreenia (kuvat 7 ja 8), kairausta kannattaa yrittää useissa eri pisteissä. Kairausten käyttökelpoisuutta rajoittaa erityisesti kivisessä moreenissa kairan heikko tunkeutuvuus maaperään.

Kuva 42. Maaperäkairaus kevyellä tärykairalla rengaskaivon paikan määrittämistä varten. Kuvan osoittamassa paikassa maaperä on pinnassa lohkareista moreenia (kuvat 6 ja 7) ja sen alapuolella kivistä, hiekkaista moreenia (kuva 8). Kairaus pysähtyi kuvan esittämässä tilanteessa 5,5 metrin syvyydellä selvästi kallioon. Yhden päivän aikana alueella kairattiin kuudessa eri paikassa, mutta maaperän kivisyydestä johtuen kallioon asti päästiin vain tässä pisteessä. Maaperäkairauksessa maalaji havaitaan pysäyttämällä kairaus hetkeksi ja kiertämällä tankoja, jolloin saadaan tuntuma maalajin kivisyydestä. Maalajia voidaan arvioida myös sen perusteella, kuinka nopeasti kaira tunkeutuu maaperään.

Kuva 43.1. Maaperäkairaus lyöntikairalla. Terästanko lyödään maaperään lekalla. Kalusto on kevyt ja helppo kuljettaa. Kairauksen yhteydessä tehdään kairatankoa ja sen kierteistä kärkiosaa kiertämällä maalajihavaintoja. Havainnot ovat tarkempia kuin tärykairauksessa. (Kuva: Jorma Hintsa)
Kuva 43.2. Kairan kärki. (Kuva: Jorma Hintsa)

Rengaskaivon paikkaa voi tutkia myös kaivinkoneella tehtyjen koekuoppien avulla. Kaivinkoneen käyttömahdollisuutta rajoittaa kuitenkin ympäristön häiriintyminen varsinkin, jos kuoppia joudutaan kaivamaan pieneen pihapiiriin runsaasti. Pieni traktorikaivuri mahtuu kulkemaan leveydeltään noin kahden metrin ja korkeudeltaan noin kolmen metrin mittaisesta aukosta. Sen kaivusäde on 5–6 metriä ja kaivusyvyys 4–5 metriä. Ahtaassa paikassa kannattaa käyttää hydraulista kaivuria, jolla voidaan tehdä helposti jopa 10 metriä syviä rengaskaivoja.

Kaivinkoneen vaatima pyörähdys- ja työskentelytila kannattaa kysyä koneen kuljettajalta etukäteen. Näin puusto voidaan tarvittaessa raivata tieltä jo etukäteen ennen varsinaisia tutkimus- tai rakennustoimenpiteitä. Työn vaikutus pihapiirin puustoon, nurmikoihin, teihin ja puutarhaan voi olla suuri. Vaikeutena kaivinkonetta käytettäessä on kirkkaan vesinäytteen saaminen kuopasta niin, että se voitaisiin analysoida saman päivän aikana.

5.6.2
Kallioperätutkimus

Porakaivon paikkaa etsittäessä tehdään kallioperätutkimus maastotarkastelun (luku 5.4) havaintoja hyväksikäyttäen. Kallio on useimmiten rikkonaisempaa kallioselänteiden reunamilla ja maaston painanteissa kuin laajoilla kallioalueilla. Kallion paljastumilta tai lähistöllä olevilta mahdollisilta kallioleikkauksilta tehtävien kallion rakolukuhavaintojen [11] perusteella voidaan tehdä porakaivon antoisuutta kuvaavia alustavia arvioita seuraavasti:

Jos rakoluku on alle 3, tarvitaan useimmiten vesipainehalkaisu antoisuuden parantamiseksi. Kun rakoluku on 3–10, porakaivosta riittää pohjavettä useammallekin taloudelle. Tiheärakoisesta ja erittäin rikkonaisesta kalliosta on mahdollista saada pohjavettä vähintään pienen kyläyhteisön vedentarvetta varten. Kun kallioperän rakoilua lasketaan ja arvioidaan silmämääräisten havaintojen perusteella, tulee ottaa huomioon, että rakoilu voi muuttua syvemmälle mentäessä.

Rakoluvun vaikutus porakaivon antoisuuteen perustuu kallion rakoilusta tehtyihin havaintoihin ja kokemuksiin [6]. Porakaivojen antoisuus voidaan kuitenkin määrittää luotettavasti vain pitkäkestoisen koepumppauksen perusteella [6] (liite 4).

Porakaivon teon yhteydessä voidaan tehdä havaintoja kallion päällä olevan maaperän laadusta, kivilajista, kallion rapautuneisuudesta sekä rakotiheydestä ja sen laadusta ja määrästä. Havainnot kirjataan porauspöytäkirjaan.

Kivilajien vaikutuksessa porakaivojen antoisuuteen on todettu vain pieniä eroja. Antoisuus on rapakivigraniitissa ja Satakunnan hiekkakivessä parempi kuin muissa kivilajeissa. Antoisuuteen vaikuttaa eniten kallion rakenne ja rakoilu. Kallion rakoilu vaihtelee yleensä sen sijainnista, ei niinkään kivilajista johtuen. Porakaivon antoisuuteen vaikuttavat varsinkin suurehkoja vesimääriä otettaessa rako- ja ruhjevyöhykkeen leveys, pituus ja yhteydet varsinaisille pohjaveden muodostumisalueille. Toisaalta on todettava, että kallioperässä esiintyy graniiteissa ja etenkin metamorfisissa kivissä alueita, joissa rakoilu on erittäin vähäistä [5, 6].

Rakoluku (kpl/m)	Nimitys	Antoisuus
<1	Harvarakoinen	Huono *
1–3	Vähärakoinen	Vähäinen**
3–10	Runsasrakoinen	Hyvä
>10	Tiheärakoinen	Erittäin hyvä
>30	Erittäin rikkonainen***	Erinomainen****

* kaivo useimmiten porattaessa kuiva tai melkein kuiva (kuvat 21 ja 23). Täysin kuivia tai liian vähätuottoisia porakaivoja on vain muutama prosentti tehdyistä porakaivoista [5]

** porakaivon antoisuutta voi parantaa vesipainehalkaisun avulla

*** erittäin rikkonaista kalliota esiintyy ruhjevyöhykkeiden pintaosissa, muutaman tai kymmenen metrin matkalla [6]

**** ohuiden maakerrosten alueella antoisuus voi vaikuttaa suurelta kaivoon pääsevien pintavesien takia.

Saatujen kokemusten perusteella pienikin, alle 10 metrin siirto kaivon paikassa voi vaikuttaa ratkaisevasti kallioperän pohjaveden saantiin ja laatuun. Kaivoa ei koskaan saa porata suoraan kallion ruhjeeseen, vaan siitä jonkin verran sivulle. Rannikolla ja saaristossa on oltava erityisen tarkka porakaivon syvyyttä määritettäessä. Näillä alueilla toimivilla porakaivourakoitsijoilla on paljon käytännön tietoa sopivasta poraussyvyydestä, joka voi olla paikasta riippuen korkeintaan 20–40 metriä.

Seismiset tutkimukset lisäävät onnistumismahdollisuutta porakaivon oikean paikan valinnassa ja porauksessa. Ne voidaan tehdä kevyellä kalustolla, jolloin päivässä voi tutkia 3–6 kohdetta ja kustannukset voi jakaa naapureiden kesken [6].

5.6.3

Lähteiden virtaamamittaukset ja kaivoinventointi

Moreenialueilta purkautuvien lähteiden virtaamat vaihtelevat yleensä eri vuodenaikoina huomattavasti (kaavio 2). Osa lähteistä voi kuivua kokonaan kuivina kausina. Lähdevirtaaman avulla voidaan arvioida siihen liittyvän pohjaveden muodostumisalueen laajuutta. Lähdevesi on yleensä kirkasta, joten siitä on helppo ottaa edustava vesinäyte. Laajoilta hiekka- ja sora-alueilta, kuten harjuilta, purkautuvien lähteiden virtaamat vaihtelevat myös eri vuodenaikoina, mutta eivät niin paljon kuin moreenialueiden lähteiden virtaamat.

Lähteiden virtaamat ja niiden vaihtelut on helppo mitata kolmiopadolla (kuvat 44 ja 141). Lähteiden perusteella voidaan päätellä, missä on paras rengas- tai siiviläputkikaivon paikka. Kaivon rakentamista lähteiden läheisyyteen on tarkasteltu yksityiskohtaisesti piirroksessa 8.

Kiinteistön lähiympäristössä tehdyn alustavan kaivoinventoinnin tiedot (luku 5.4) tarkistetaan ja tarvittaessa täydennetään. Tiedot kaivoista merkitään tätä tarkoitusta varten tehdyille kaivokorteille. Kaivoista otetaan vesinäytteet, jos oletetaan, että esim. koepumppaus voi aiheuttaa pohjaveden pinnan alenemista tai jos halutaan selvittää pohjaveden mahdollista likaantumista tai muita laatuongelmia alueella.

Kuva 44. Harjumuodostumasta purkautuvan, virtaamaltaan suuren lähteen mittaus kolmiopadolla (Thompsonin mittapato) pysyvässä mittauspisteessä. Mittauksessa on huolehdittava siitä, että veden pinta on padon yläpuolella tasainen, veden pudotus padon yli vapaa eikä padon sivuilla ole ohivirtausta. Padon kautta kulkenut vesimäärä määritellään mittaamalla vedenpinnan korkeus kolmion kärjen kohdalta mittatikulla tai lukemalla korkeus padon reunassa olevasta asteikosta ja sijoittamalla se laskukaavaan. (Kuva: Kirsti Korkka-Niemi)

5.6.4

Pohjaveden pinnan korkeus

Tutkimuksia aloitettaessa on tärkeää tietää pohjaveden pinnan korkeus ja sen vaihtelu. Tutkimukset on paras tehdä kuivana kautena, jolloin pohjaveden pinta on alimmalla tasolla (ks. kaaviot 3 ja 4). Tutkimuksia voidaan tehdä muinakin vuodenaikoina, jos varmistutaan siitä, että pohjaveden pinta ei missään olosuhteissa laske liian alas (kuva 35) tai nouse liian ylös (kuva 36). Lisäksi on otettava huomioon, että pohjaveden pinnan vaihtelut ovat eri maalajeissa ja geologisissa muodostumissa erilaisia (luku 4).

Pohjaveden pinnan korkeus sidotaan korkeusjärjestelmään tuomalla tutkimusalueelle virallinen korkeus, jos mahdollista (kuva 45). Kiinteistölle tuotu korkeus merkitään tutkimusta ja muita tarpeita varten tilapäiseen pisteeseen (kuva 46) ja merkitään käytetty korkeusjärjestelmä muistiin. Korkeutta ilmoitettaessa on tärkeää mainita käytetty järjestelmä. Uusin järjestelmä N2000 on otettu käyttöön vuonna 2007.

Pohjaveden virtaussuunta voidaan selvittää asentamalla maastoon kolme havaintoputkea ja mittaamalla niiden ja mahdollisesti lähistöllä olevien lähteiden vedenpinta eri vuodenaikoina. Putket tulee asentaa kolmion muotoon siten, että putkien välinen etäisyys kolmion sivuilla on 50–70 metriä. Mittaustulos on suuntaa antava ja voi muuttua eri vuodenaikoina tai pohjaveden oton seurauksena. Pohjaveden virtaussuunta on tarpeellista tietää myös arvioitaessa jätevesien maaperään imeyttämisen tai muun pohjavettä likaavan toiminnan vaikutusta kaivon paikkaan.

Kuva 45. Maastoon sidottu virallinen korkeusmerkintä. Korkeus on mitattu maaperän läpi kallioon upotetun pultin päähän. Pultti on merkitty maastoon noin metrin mittaisella punaisella putkella. Virallisten pisteiden paikat on merkitty peruskartoille pienillä ympyröidyillä risteillä. Pisteen korkeus on ilmoitettu kartalla.

Kuva 46. Kartalle merkityn korkeuspisteen korkeus voidaan siirtää kiinteään pisteeseen kiinteistöllä. Esimerkkinä korkeuspisteestä on kuvassa esitetty vesialueen jakopiste, joka sijaitsee kalliolla rannassa. Tarkoitukseen sopii mikä tahansa kiinteä piste, johon korkeus voidaan tuoda.

Kuva 47. Kairausreikään työnnetty ohut muoviputki. Pohjaveden pinta määritetään puhaltamalla ilmaa putkeen, kun se on lähellä kairausreiässä olevaa pohjaveden pintaa. Vedenpinta todetaan äänen perusteella, joka syntyy putkeen puhallettavan ilman kohdatessa vedenpinnan. Putki merkataan maanpinnan kohdalta, nostetaan ylös ja mitataan putken pituus maanpinnasta pohjaveden pintaan. Mittarin anturi ei mahtuisi halkaisijaltaan näin pieneen putkeen.

Kuva 48. Kaivon vedenpinnan mittaus mittarilla kaivon renkaan yläreunasta. Punainen valo ilmoittaa vedenpinnan. Kaivon vedenpinta voidaan mitata myös mittanauhalla.

Kuva 49. Pohjaveden pinnan mittaus pitkällä kaapelilla varustetulla mittarilla. Punainen valo ilmoittaa veden pinnan. Mittausputken halkaisija on kaksi tuumaa. Tällaisia putkia käytetään yleensä yhdyskuntien vedenhankintaa varten tehtävissä pohjavesitutkimuksissa. Mittausmenetelmää voidaan hyödyntää myös yksittäisten kiinteistöjen tutkimuksissa mittaamalla vedenpinnan korkeutta lähikaivoista.

5.6.5

Vesinäytteen ottaminen ja antoisuuden arviointi koepumppauksella

Vesinäytteen ottaminen hienojakoisia maalajeja sisältävistä maalajeista, kuten moreenista, on vaikeaa tavanomaisia tutkimusmenetelmiä käyttäen. Näytteenottoa varten on kehitetty tässä kuvattu uusi menetelmä, joka on yksinkertainen, nopea ja halpa. Hienoainesmoreenista, missä hienoaineksen määrä on yli 20 %, näytteenotto on vaikeaa tälläkin menetelmällä.

Pohjaveteen yltävään kairausreikään työnnetään muovinen siiviläputki, jonka alapäähän on sahattu etukäteen noin puolen metrin pituinen siiviläosa. Siiviläputken sisään työnnetään toinen ohuempi imuputki, jonka kautta pumpataan vettä pulloon. Tarvittaessa ennen siiviläputken työntämistä reikään asennetaan teräksinen havaintoputki helpottamaan työskentelyä.

Veden laadun tutkimisen ongelmana on vesinäytteen sameus. Veden kirkastumiseen tarvitaan usein aikaa vähintään 1–2 tuntia. Vettä hyvin tai kohtuullisesti johtavista maalajeista, kuten hiekasta, sorasta tai löyhärakenteisesta hiekkaisesta moreenista pumpattaessa vesi kirkastuu parin tunnin pumppauksen aikana. Tutkimuksen eri vaiheet on esitetty kuvissa 50–54.

Moreeneja ja sitä hienompia maalajeja tutkittaessa on harvoin mahdollisuus varsinaiseen koepumppaukseen (liite 4). Vettä hyvin johtavissa maalajeissa koepumppaus voidaan kuitenkin tehdä. Suositeltava pumppausaika on veden tarpeesta, maalajista, esiintymän antoisuudesta ja veden kirkastumisesta riippuen päivästä pariin viikkoon.

Porakaivon porauksen jälkeen tehdään aina huuhtelu- ja koepumppaus. Tavallisesti pumppaus kestää vuorokauden. Tarvittaessa sitä voidaan jatkaa pidempäänkin. Porakaivosta otettava pohjavesi kirkastuu joskus vasta useamman kuukauden käytön jälkeen. Antoisien, useamman talouden vedenhankintaa varten tehtyjen porakaivojen pumppausajan tulisi olla luotettavan tuloksen saamiseksi vähintään kaksi viikkoa [6]. Kaivojen antoisuuden määrittämistä on käsitelty liitteessä 4.

➤ Kuva 50. Muovinen siiviläputki (”sähkömiehen putki”). Putkeen sahataan siiviläosaa noin puolen metrin pituudelta. Siiviläputki on helppo työntää auki jääneen, juuri kairatun reiän pohjalle. Hiekkaisessa maassa reikä sortuu helposti, jolloin on käytettävä teräksistä havaintoputkea (kuva 54).

➤ Kuva 51. Kairausreiän pohjalle työnnetyn muovisen siiviläputken sisälle työnnetään ohut muovinen imuputki vesinäytteen ottamista varten. Kuvassa näkyy pumppauksen vaikutuksesta imuputkeen nouseva samea pohjavesi, joka tulee suodattaa vesinäytteen laadun takaamiseksi.

➤ Kuva 53. Näytteenottopullo ja imuputki pienten vesimäärien ottoa varten. Kuvassa olevassa pullossa vesi on sameaa (kuva 58.1). Veden sameus voi johtaa virheelliseen rautapitoisuuden analyysissä, jonka vuoksi vesi pitäisi suodattaa heti näytteenoton yhteydessä.

➤ Kuva 52. Vesinäytteen pumppaaminen pienitehoisella polttomoottoripumpulla näytteenottopulloon. Polttomoottoripumpun sijaan voidaan käyttää myös letkua, jonka päässä on takaiskuventtiili, jolloin vesi nousee putkessa ylöspäin sitä edestakaisin liikuttamalla. Usein vettä pumpatessa ongelmana on veden suuri sameus, mikä haittaa veden analysointia erityisesti raudan osalta. Vesinäytteen kirkastumista varten pumppausta tulisi jatkaa vähintään 1–2 tuntia. Veden kirkastumista vaaditulle NTU -tasolle 1 on vaikeaa todeta silmämääräisesti.

Kuva 54. Pohjavesinäytteen pumppaus 1 1/4":n teräsputkesta. Vettä hyvin johtavasta hiekkakerrostumasta pumpattaessa pumppausteho on yli 150 l/min, jolloin vesi kirkastuu nopeasti. Kuvan esittämän teräsputken avulla voi olla mahdollista pumpata pohjavettä myös hiekkaisesta, löyhärakenteisesta moreenista [6]. Putket on pienissä tutkimuksissa helppo kuljettaa ja asentaa iskuporakoneella. Vedentuotto mitataan astialla ja sekuntikellolla. Pumppauksen onnistuminen hienoainesmoreenista voi olla vaikeaa. (Kuva: Jorma Hintsa)

5.6.6

Vesinäytteen tutkiminen maastossa ja laboratoriossa

Pohjaveden laatututkimuksissa on ensiarvoisen tärkeää, että tutkittu näyte on edustava. Näyte on otettava erityisen huolellisesti. Vesinäytteiden otosta on annettu ohjeita [41]. Huonosta vesinäytteestä analysoidut veden laatuominaisuudet voivat johtaa vääriin johtopäätöksiin. Moreeneista on usein vaikeaa saada edustavaa vesinäytettä. Näytteen oton ongelma on suurin sellaisessa moreenissa, jossa on runsaasti hienojakoista maa-ainesta. Yhden talouden vedenhankintaa varten tehtävissä pohjavesitutkimuksissa suurin puute näyttäisi olevan siinä, että vesinäytteitä ei aina suodateta, vaikka ne olisivat selvästi sameita. Samea näyte on kuitenkin helppo ja nopea suodattaa kentällä näytteenoton yhteydessä (kuva 58); sameaa vesinäytettä ei kannata lähettää laboratorioon tutkittavaksi. Vesinäytteen sameusarvon tulisi olla alle 1 NTU, mutta sitä ei voi havaita silmämääräisesti.

Rengaskaivoissa sameus johtuu pohjaveteen päässeestä maaperän kiintoaineksesta. Porakaivoihin kallioperän kiintoaines joutuu kaivoa poratessa. Sameudella on suuri merkitys pohjavesien rauta- ja mangaanipitoisuuksia analysoitaessa. Sameus vaikuttaa enemmän raudan kuin mangaanin pitoisuuteen [42, 43]. Se ei kuitenkaan vaikuta merkittävästi sähkönjohtavuuteen, nitraattipitoisuuteen, pH-arvoon tai kovuuteen.

Pohjaveden laatua voi arvioida jo maastossa silmämääräisesti. Kokenut pohjavesitutkija tekee ensimmäisen arvionsa veden laadusta katsomalla, haistamalla ja lopuksi maistamalla vettä (Kuva 57). Rauta ja mangaani maistuu vedessä selvästi, jos vesi on kirkasta. Vesinäytteet otetaan laboratoriosta saataviin pulloihin ja pakataan kylmälaukkuun kuljetusta varten. Näytteiden tulisi olla laboratoriossa mieluiten näytteenottopäivänä.

Pohjaveden laatua voidaan mitata myös suoraan havaintoputkista, kaivoista ja lähteistä. Vesinäytteet toimitetaan laboratorioon. Niistä pitäisi tutkia ainakin yleiset talousveden laatuominaisuudet (liite 5). Kallioperän pohjavedestä kannattaa aluksi tutkia ainakin radon, uraani, fluoridi, arseeni ja nikkeli. Vesinäytteiden ottaminen sekä käsittely, analysointi ja kuljetus on esitetty kuvissa 55–66. Pohjaveteen liuenneen hapen vaikutusta raudan ja mangaanin esiintymiseen on kuvattu piirroksissa 7 A ja 7 B sekä kuvissa 67–69.

Kuva 55. Veden laadun arviointi ulkonäön perusteella. Vasemmanpuoleisessa pullossa vesi on selvästi sameaa. Pullon pohjalla näkyvä sininen väri heijastuu sinisestä korkista. Seuraava näyte on kellertävä. Väri johtuu vedessä olevasta orgaanisesta aineksesta ja raudasta. Ne eivät muodosta keskenään sakkaa. Toisena oikealta olevan pullon vedessä rautasaostumat näkyvät ruskeina. Oikeanpuoleisen pullon vedessä ei ole värivirheitä, mutta siinä voi olla esim. nitraattia, uraania, radonia, arseenia tai kloridia, jotka eivät näy ilman analyysiä.

Kuva 56. Pohjaveteen liuennut rauta voidaan havaita saostumina harjun tai moreenialueen reunalle purkautuvassa lähteessä. Pohjaveteen liuennut rauta saostuu heti reagoituaan ilman hapen kanssa. Raudan esiintyminen voidaan näin nopeasti todeta silmämääräisesti (kuva 68).

Kuva 57. Pohjaveden makutesti. Pohjavesitutkija testaa usein tutkimaansa vettä maistamalla sitä. Esim. vedessä havaittava vieras maku voi johtua sen sisältämästä kiintoaineesta. Kokenut tutkija maistaa veteen liuenneen raudan kirkkaasta vesinäytteestä, vaikka sen pitoisuus olisi alle 0,5 mg.

▲ Kuva 58.1. Samean pohjavesinäytteen suodatus 0,45 µm suodattimella kentällä heti näytteenoton jälkeen. Luvussa 5 esimerkkinä tarkastellun kaivon paikan määrittämiseksi tehtyjen pohjavesitutkimusten yhteydessä otettiin vesinäyte, joka oli erittäin sameaa ja siinä oli vesianalyysin mukaan rautaa yli 3 mg/l. Myöhemmin syksyllä tutkimuspaikalle rakennetusta rengaskaivosta otetussa kirkkaassa vesinäytteessä oli rautaa alle 50 µg/l ja mangaania 18 µg/l. (Jorma Hintsa)

➤ Kuva 58.2. Suodatuksen voi tehdä myös ruiskun ja siihen asennettavan kertakäyttöisen suodattimen avulla. (Kuva Kirsti Korkka-Niemi)

◄ Kuva 59. Raudan määritys kentällä. Suodatetun pohjavesinäytteen rautapitoisuus voidaan määritellä kentällä nopeasti heti suodatuksen jälkeen esim. komparaattorilla kahden näyteputken avulla. Kumpaankin putkeen laitetaan suodatettua vettä. Toiseen lisätään kemikaalia, joka värjää veden punaiseksi, jos siinä on rautaa. Raudan määrä arvioidaan vertaamalla värjäytyneen putken väriä tuloksen analysoimiseen tarkoitetun värikiekon sävyihin. Mangaanin mittaus komparaattorilla on epätarkkaa. (Kuva: Jorma Hintsa)

Kuva 60. Lämpötilan mittaus vedestä. Lämpötila voidaan mitata esim. lähdepurosta tai pumppausvedestä. Mittarin lämpötilan tulee antaa tasaantua vedessä ennen mittaluvun ottamista. Lämpötilan perusteella voidaan arvioida, onko pohjaveteen sekoittunut pintavettä, mikä nostaa lämpötilaa. Pohjaveden lämpötilaa vaihtelee hyvin vähän ja on noin 5–6 °C.

Kuva 61. Veteen liuenneen hapen mittaus kenttämittarilla suoraan kaivosta, joka sijaitsee moreenirinteen alaosassa olevassa lähteessä. Mittari on varustettu pitkällä kaapelilla, jolloin mittauksia voidaan tehdä myös eri tasoilta. Mittarin osoittama veteen liuenneen hapen pitoisuus, 23,5 %, on tyypillinen hiekkaisissa moreeneissa esiintyvä arvo, mikä vastaa mittauslämpötilassa liukoisen hapen pitoisuutta 2,6 mg/l. Hyvin hapettuneissa hiekka- ja soramuodostumissa veteen liuenneen hapen pitoisuus voi olla yli 8 mg/l.

Kuva 62. Happinäytteen käsittely kentällä heti näytteen oton jälkeen. Näytettä otettaessa letku viedään pullon pohjalle ja veden annetaan vaihtua pullossa 3–4 kertaa. Vedessä ei saa olla ilmakuplia. Pulloon lisätään näytteen oton jälkeen kaksi happireagenssia. Veden väri muuttuu ruskeaksi, jos vedessä on happea. Jos vesi jää värittömäksi, siinä ei ole happea. Varsinaiset määritykset tehdään laboratoriossa. (Kuva: Olli Haataja)

Kuva 63. Sähkönjohtavuuden mittaus kenttämittarilla suoraan kaivosta. Sähkönjohtavuus osoittaa vedessä olevien elektrolyyttien eli suolojen kokonaismäärää. Suoloista tärkeimpiä ovat kloridi, bikarbonaatti, sulfaatti sekä kokonaiskovuutta osoittavat kalsium ja magnesium.

< Kuva 64. Vesinäytteen ottaminen näytepulloon. Mikrobinäytteen otossa tulee noudattaa puhtautta mm. ottamalla näytteet hansikkaat käsissä.

^ Kuva 65. Näytteet tulee kuljettaa kylmälaukussa vesilaboratorioon tutkittavaksi, mieluiten näytteenottopäivän aikana. Kesällä laukussa käytetään kylmävaraajia, jolloin näytteet säilyvät viileinä. Näytteiden tuomisesta on sovittava laboratorion kanssa etukäteen, koska näytteiden analysoinnin viivästyminen aiheuttaa muutoksia tuloksiin. (Kuva: Matti Valve)

Kuva 66. Moreenirinne ja vesinäytteen otto muoviputkesta tehdyn noutajan avulla. Vesi on näytteenottimessa kirkasta. Kuva on otettu heinäkuussa, jolloin kaivosta saadaan kaivon omistajan mukaan riittävästi hyvälaatuista pohjavettä. Koska kaivon ympäriltä puuttuvat suojakerrokset, kaivoon pääsee keväällä orgaanista ainesta sisältävää pintavettä, jolloin vesi muuttuu ruskeaksi eikä sitä voi käyttää talousvetenä.

Piirros 7 A. Pohjaveden kemiallisessa koostumuksessa voi esiintyä jyrkkiä eroja erityisesti rauta- ja mangaanipitoisuuksien osalta. Harjun reunalle, veteen liuennutta happea sisältävän sekä hapettoman ja rautapitoisen pohjaveden rajapinnalle, voi syntyä rauta- ja mangaanisaostumavyöhyke. Vyöhyke on usein pysyvä ja vettä kaivosta otettaessa vyöhykkeeseen saostuu pohjavedestä lisää rautaa ja mangaania, koska vesi virtaa vyöhykkeen läpi. Kaivo tulee tutkimusten perusteella rakentaa hyvin hapettuneen pohjaveden vyöhykkeeseen [43, 44]. Esimerkkinä on esitetty kuvat 67–69.

Piirroksessa ympyröidyt numerot viittaavat valokuviin.

Piirros 7 B. Myös moreenissa voi esiintyä samanlaisia jyrkkiä ja pysyviä veden laatueroja, kuten piirroksen 7 A tilanteessa. Hapeton pohjavesikerros voidaan todeta rautasaostuman ja veteen liuenneen hapen perusteella.

Piirroksessa ympyröidyt numerot viittaavat valokuviin.

Kuva 67. Kuvassa näkyvän lammikon vesi on kirkasta harjulta purkautuvaa lähdevettä. Veteen liuenneen hapen pitoisuus on korkea. Kun vesi suodattuu maapadon läpi, patomateriaalissa oleva orgaaninen aines hajoaa ja kuluttaa pohjaveteen liuenneen hapen. Tällöin syntyvät hapettomat olosuhteet ja maa-aineksessa liukenemattomassa muodossa oleva rauta ja mangaani liukenevat nopeasti veteen.

Kuva 68. Maapadosta pohjaveteen liuenneen raudan saostuma. Padon läpi maanpinnalle suotautunut pohjavesi on hapettunut ilman hapen vaikutuksesta, jolloin maapadossa ollut rauta on saostunut ja värjännyt veden. Mangaanin saostumat ovat mustia. Tällaisia raudan ja mangaanin saostumia esiintyy pohjaveden pinnan alapuolella olevassa maaperässä harjujen reunamilla, moreeneissa ja lähteissä (piirros 7).

▲ Kuva 69. Rautabakteerin solutuppi. Rauta saostuu solutupen pinnalle veden korkean pH:n vaikutuksesta. Solutuppirihmastot muodostavat kuvan kaltaisia saostumia. Raudan ja mangaanin saostuminen on biologinen prosessi [44]. (Kuva: Harri Seppänen)

5.6.7

Veden käsittelytarve ja -tavat

Kaivon vesi voi maistua raudalta tai tunkkaiselta tai olla väriltään sameaa tai ruskeaa. Syynä näihin haittoihin ovat mm. rauta ja mangaani, maaperän hienoaines ja orgaaninen aines. Kaivovedessä voi olla kuitenkin monia muitakin terveydelle haitallisia aineita tai teknisiä puutteita, jotka vaativat veden käsittelyä, mutta joita ei voi aistinvaraisesti havaita. Näitä ominaisuuksia ovat mm. arseeni, fluoridi, nitraatti, uraani, radon, kloridi ja alhainen pH.

Liitteessä 5 on esitetty veden laatuvaatimukset ja suositukset, sallitut enimmäispitoisuudet, haitan laatu sekä sen aiheuttaja ja vaadittavat korjaustoimenpiteet, kuten veden käsittely, kaivon kunnostus tai desinfiointi. Liitteessä on myös esitetty rengas- ja porakaivojen veden laatu keskimäärin Suomessa. Liitteessä on ohjeistus kaivoveden laadun tutkimisesta määrävälein ja luettelot vedestä analysoitavista laatuominaisuuksista. Kaikki veden laatuominaisuudet vaikuttavat yhdessä laitteen valintaan ja sen puhdistustehoon. Ennen kuin ryhdytään toimenpiteisiin veden käsittelemiseksi, on likaantumisen syy ja veden puhdistusmahdollisuudet selvitettävä. Jos pohjavesi on likaantunut, kaivovettä ei yleensä kannata käsitellä, vaan kannattaa rakentaa uusi kaivo puhtaalle paikalle.

Vedenkäsittelyä harkittaessa tulee ottaa yhteyttä alan asiantuntijoihin, kuten käsittelylaitteita toimittaviin liikkeisiin tai yrityksiin, kunnan terveystarkastajaan tai alueelliseen ympäristökeskukseen. Jos vedessä on radonia tai uraania, neuvoja saa Säteilyturvakeskuksesta. Radon on helppo poistaa ilmastamalla tai aktiivihiilisuodattimella [45]. Arseeni, mikä on radonin ohella pahimpia yksittäisten talouksien kaivojen laatuongelmia Suomessa, voidaan poistaa melko tehokkaasti käyttäen rautahydroksidisuodatinta tai käänteisosmoosia [26, 46].

Markkinoilla on samaan vedenkäsittelyyn tarkoitettuja laitteita, joiden toimintaperiaate voi olla erilainen. Laitetta hankittaessa kannattaa kysyä tarjous ainakin kolmelta laitetoimittajalta. Laitteet voivat olla erilaisilla massoilla täytettyjä kemiallisia tai biologisia suodattimia, kalvosuodattimia ja ilmastuslaitteistoja. Pieni määrä rautaa ja mangaania voidaan poistaa rengaskaivon pohjalle suodatinhiekan alle asennettavan, noin 20–30 cm paksun, kalkkikivisuodattimen avulla. Kalkkikivimassaa täytyy veden käyttömäärästä riippuen huuhdella, lisätä tai vaihtaa muutaman vuoden välein. Suodattimen voi rakentaa myös kaivon ulkopuolelle apukaivoon. Kätevä rakentaja voi rakentaa yksinkertaisen kalkkikivi- tai biologisen suodattimen itsekin. Kirjallisuudesta löytyy tietoja laitteiden toimintaperiaatteista [47, 48].

Kuva 70. Pieneen tilaan mahtuva uraanisuodatin. Suodattimet ovat yleensä suodatinmassalla täytettyjä eri tarkoituksiin soveltuvia säiliöitä, jotka usein liitetään talon vesijohtoverkkoon painesäiliön jälkeen. Laitteiston voi sijoittaa sen koosta riippuen esim. kellaritilaan, pesuhuoneeseen tai tiskipöydän alle.

Yksinkertainen vedenkäsittelylaite mahtuu pieneenkin tilaan. Pienimmät suodattimet mahtuvat tiskipöydän alle tai vaikka pesu-, pannu- ja saunatilaan. Suurimmat yhden talouden tarpeisiin tarkoitetut suodattimet ja ilmastuslaitteet vaativat lattiapinta-alaa noin neliömetrin ja huonekorkeutta 2–3 metriä [8]. Vedenkäsittelylaite tulisi sijoittaa viileään ja pimeään tilaan, jossa on laitteen tarvitsema teknisen huollon välineistö, kuten viemäröinti, mahdollinen vesipiste ja valaistus.

5.6.8

Jätevesijärjestelmä ja jäteveden purkupaikan selvitys

Kiinteistön jätevesijärjestelmä, sen oikea suunnittelu ja sijoitus veden ottoon käytettävään rengas- tai porakaivoon nähden on yksi tärkeimmistä pohjaveden laadun takaavista tekijöistä. Pienelle tontille on usein vaikeaa sijoittaa sekä kaivoa että jätevesien käsittelyjärjestelmää purkupaikkoineen. Vesihuoltolaitoksen viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla tiedot jätevesien käsittelystä on talletettu kiinteistön asiapapereihin. Tämän pakollisen selvityksen pohjalta voidaan tarkastaa, minkä mahdollisen riskin jätevesijärjestelmä aiheuttaa kiinteistön vedenhankinnalle. Tarkempia kiinteistökohtaisia ratkaisuja on kuvattu RT-kortissa Talousjätevesien käsittely haja-asutusalueella [49].

Jätevedet johdetaan käsittelyn jälkeen joko purkuojaan tai imeytetään maastoon. Maaperään imeytetyt jätevedet eivät saa pilata oman tai naapurin kaivon pohjavettä tai lisätä pilaantumisriskiä missään olosuhteissa. Pohjaveden pilaantuminen tapahtuu useimmiten vahingossa. Jätevesijärjestelmä tulee suunnitella, sijoittaa ja rakentaa aina siten, että pohjavedet eivät pilaannu.

Jätevesijärjestelmää suunniteltaessa kiinteistön tontin maaperä- ja pohjavesiolosuhteet tulee tuntea hyvin. Maalajit ja niiden kerrostuneisuus, kallion pinta ja sen paljastumat, pohjaveden pinta, pohjaveden purkautumissuunta tai -suunnat sekä mahdolliset kosteikot ja lähteet tulee selvittää. Pohjaveden virtaussuunnan selvittäminen edellyttää pohjaveden pinnan määritystä vähintään kolmessa pisteessä. Kallioveden virtaussuunta voidaan arvioida useimmiten vain kallion rakenteen, rikkonaisuuden ja maaston topografian perusteella. Purkupaikka ja -oja tulee sijoittaa tontin alavimpaan osaan siten, että jätevedet eivät pääse imeytymään sen kautta pohjaveteen. Tarvittavat tutkimukset on järkevintä tehdä kaivon paikkaa tutkittaessa.

Tutkimustulokset tulee kirjata ja säilyttää myöhempää tarvetta varten. Kaivo sijoitetaan aina pohjaveden virtaussuunnassa jätevesien imeytys- tai purkupaikkaa ylemmäksi. Tällöin on otettava huomioon, että pohjaveden pinta vaihtelee eri vuodenaikoina ja veden otto voi muuttaa paljonkin pohjaveden virtaussuuntaa. Jätevesiongelmia ja niiden ratkaisuja on esitetty luvussa 7.

Kuva 71. Kesäasunnon pesuvesien jätevesikaivot. Kaivot sijaitsevat talousvesikäytössä olevan porakaivon alapuolella, jolloin jätevesien kulkeutuminen porakaivoon ei ole todennäköistä.

Kuva 72. Erillinen saunan pesuvesien imeytyskaivo kesäasunnolla meren rannalla. Maaperä on hyvin vettä läpäisevää hiekkaa.

5.6.9

Muut tutkimukset kaivon paikalla

Tutkitulle rengaskaivon paikalle jätetään yleensä havaintoputki. Tutkimusalueelle kannattaa jättää tutkimusvaiheessa useampiakin havaintoputkia, jos sellaisia on asennettu. Jos rengaskaivoa ei rakenneta heti tutkimusten päätyttyä, havaintoputkesta kannattaa seurata ainakin pohjaveden pintaa kuivina kausina talvella ja loppukesällä ja kausina, jolloin pohjaveden pinta on korkeimmillaan keväällä ja syksyllä loka- marraskuussa.

Havaintoja hyödynnetään rakennettavan kaivon pohjan syvyyttä määritettäessä. Useammasta putkesta tehtyjen havaintojen perusteella voi tehdä päätelmiä pohjaveden virtaussuunnista ja niiden vaihteluista. Niistä on hyötyä myös jätevesien imeytyspaikkoja suunniteltaessa. Havainnot porakaivon pohjaveden pinnasta ja sen vaihteluista ovat myös hyödyllisiä.

5.6.10

Kaivon paikan tutkimusraportti

Kaivon paikan tutkimusraportti tulee laatia huolella. Raportissa kerrotaan ensin yleiset tiedot tutkimuksen tarkoituksesta, taustoista, tilaajasta ja tekijöistä sekä tutkimuksen tekoaika. Tutkimus tulee nimetä selvästi (esim. tekijä, tilaaja, paikka, kaivotutkimus). Raporttiin merkitään veden käyttötarve ja -tarkoitus. Esim. maatiloilla tulee ottaa huomioon eläinten tarvitsema vesimäärä.

Raportissa luetellaan myös tutkimuksessa käytetyt kartta-aineistot, naapureiden haastattelut ja kaivojen inventointitiedot. Kirjallisuudessa on annettu yksityiskohtaisia ohjeita yhdyskuntien vedenhankintaa varten tehtyjen pohjavesitutkimuksien raportoinnista [50]. Ohjeita voidaan soveltaa laadittaessa raporttia kiinteistökohtaisen kaivon paikan määrittämiseksi tehdyistä pohjavesitutkimuksista.

Kaikki tutkimukseen liittyvät maaperätiedot kirjataan tarkasti. Yksityiskohtaisesti kuvataan varsinaiset maastotutkimukset, kuten kairaukset ja niiden määrä, vesinäytteiden ottaminen ja niiden tutkiminen maastossa, aistinvaraiset havainnot veden laadusta ja sameudesta, maininta vesinäytteiden suodattamisesta sekä selostus koepumppauksesta. Lisäksi kirjataan havainnot pohjaveden purkautumisalueista. Raporttiin liitetään myös alueen sadantahavainnot tutkimuksen aikana, pitkän ajanjakson sadantatiedot ja vesinäytteiden tutkimustulokset.

Yleiskarttaan merkitään tutkimuspaikka ja kiinteistökarttaan tutkimuspisteet ja mahdolliset pohjaveden virtaussuunnat. Kiinteistökarttaan merkitään myös pohjaveden likaantumisvaaran aiheuttavat tekijät, kuten jätevesien mahdollinen imeytysalue. Yleiskartta on mittakaavassa 1:20 000 ja kiinteistökartta mittakaavassa 1:200 – 1:1000.

Porakaivojen teosta raportissa esitetään luvussa 5.6.2 luetellut tiedot: mm. kivilajit, kivilajien rakoilun määrä (rakoluku), rakojen avoimuus tai tiiveys sekä niiden kaltevuus. Mikäli paikalla on tehty geofysikaalisia tutkimuksia, kuten seismisiä tai maatutkaluotauksia, tulokset esitetään varsinaisen raportin liitteinä.

Vesihuoltotiedot tallennetaan rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjekansioon. Kansiossa säilytetään rengaskaivon paikan määrittämiseen ja porakaivon poraukseen liittyviä raportteja sekä kaivon rakentamisia varten tehtyjä sopimusasiakirjoja (liite 7) ja vesianalyysien tuloksia eri vuosilta. Jätevesien käsittelyyn liittyvät asiakirjat voidaan säilyttää samassa kansiossa.

Kaivon paikan tutkimusraporttiin liitettävät asiat:

- kaivon paikan tutkimuslomake (liite 2)
- tyyppipiirros rakennettavaksi kaivoksi
- pohjavedenpinnan korkeustiedot
- arvio kaivon antoisuudesta
- veden laatutiedot
- kaivokortit
- kartta mittauspisteistä
- porakaivon osalta porausraportti
- selvitys tutkimuksessa käytetyistä kartoista, menetelmistä ja välineistä
- tutkimuksen tekijän yhteystiedot ja allekirjoitus päivämäärällä varustettuna.

6 Esimerkkejä kaivon sijoittamisesta erilaisiin maa- ja kallioperäolosuhteisiin

6.1

Yleistä

Kaivo sijoitetaan kiinteistölle luvussa 5 esitettyjen kaivonpaikkatutkimusten ja muiden selvitysten perusteella. Ilman tutkimuksia ja selvityksiä kaivon sijoittaminen voi olla vaikeaa ja johtaa kaivon virheelliseen sijoittamiseen, heikkoon veden saantiin, huonoon veden laatuun tai kaivoveden pilaantumiseen. Kaivon paikan määrittämisessä on suositeltavaa käyttää aina alan asiantuntijan apua.

Valtakunnallisen kaivotutkimuksen mukaan kiinteistöjen kaivoista 72 % on rengaskaivoja, 20 % porakaivoja ja loput kivikehäkaivoja tai lähteitä [7]. Kaivojen veden laadussa on selviä hydrogeologisista olosuhteista, maantieteellisestä sijainnista ja maankäytöstä johtuvia eroja. Kaivojen kunnostusta on tarkasteltu tarkemmin liitteessä 3.

Geologian tutkimuskeskuksen tekemässä laajassa Suomen kaivovesien tutkimuksessa todettiin, että lähellä maanpintaa olevien lähteiden ja matalien rengaskaivojen vesi sisältää vähemmän liuenneita aineita kuin porakaivoista saatava pohjavesi. Sähkönjohtavuudesta laskettu liuenneiden aineiden määrä on porakaivoissa 1,8–2,1-kertainen rengaskaivojen liuenneiden aineiden määrään verrattuna. Rengaskaivojen vedet ovat happamia, kun taas porakaivovedet ovat neutraaleja tai lievästi emäksisiä (pH:n mediaaniarvo 7,20). Kallioperän pohjavesikerroksen pintaosissa veden pH voi olla korkeampi kuin syvemmällä pohjavedessä. Rengaskaivovesissä on keskimäärin enemmän happea kuin porakaivovesissä [12].

Edellä esitetyt tutkimustulokset ovat samansuuntaisia kuin valtakunnallisessa kaivovesitutkimuksessa. Molemmissa tutkimuksissa todettiin esim. luvussa 5.3.2 selostetut alueelliset veden laatuerot ja kivilajien vaikutus lähinnä pohjaveden laatuun. Likaantumisen vaikutukset veden laatuun tulivat selvästi esille molemmissa tutkimuksissa.

Seuraavassa on esitetty piirrosten ja valokuvien avulla esimerkkejä rengas- ja porakaivojen sekä siiviläputkikaivojen sijoittamisesta hydrogeologisilta ominaisuuksiltaan erilaisiin ympäristöihin ja kokemuksia veden saannista ja laadusta. Luvussa 7 on esitetty esimerkkejä kaivojen selvästi virheellisestä sijoittamisesta.

6.2

Rengaskaivo

Rengaskaivot ovat yleensä matalia. Kaivoista runsaat 50 % on korkeintaan viisi metriä syviä. Vajaat 20 % kaivoista on 6–9 metriä syviä. Kaivoista on hyväkuntoisia runsaat puolet ja loput tyydyttävässä tai heikossa kunnossa. Valtaosaan kaivoista pääsi valumaan pintavesiä. Yli puolet kaivoista on yli 50 vuotta vanhoja [7].

Kaivot sijaitsevat yleensä asuinrakennusten lähellä. Kaivoja on myös pelloilla tai metsissä. Pihapiirissä sijaitsevien kaivojen vedessä on yleensä enemmän rautaa, mangaania, nitraattia, kaliumia ja natriumia kuin muulla olevissa kaivoissa. Tähän vaikuttaa ihmisen toiminta kaivon ympäristössä. Pelloilla oleville kaivoille on tyypillistä korkea väri- ja KMnO4-luku sekä sameus. Pelloilla olevissa kaivoissa on eniten nitraattia ja alumiinia. Metsässä sijaitsevien kaivojen veden laatu on keskimäärin parempaa kuin muualla [7].

Piirroksissa on esitetty erilaisia rengaskaivotyyppejä, jotka on merkitty kirjain- ja numerokoodilla RK1–RK5. Kaivotyypissä RK1 hyvälaatuisen pohjaveden saanti on todennäköistä. Nämä kaivot sijaitsevat yleensä hiekka- ja soramuodostumissa tai moreenirinteillä. Pohjaveden virtaus on nopeaa ja veteen liuenneen hapen pitoisuus korkea (piirrokset 1, 2–5, 7, 8 ja 10).

Kaivotyypeissä RK2 ja RK3 pohjaveden käyttö vaatii todennäköisesti yksinkertaista tai vaativaa käsittelyä esim. raudan tai mangaanin poistamiseksi. Vedestä voidaan poistaa myös esim. orgaaninen aines ja sameus. Tämäntyyppiset kaivot sijaitsevat yleensä savikerrostumien alapuolella olevissa moreenikerrostumissa, missä ei ole veteen liuennutta happea (piirrokset 2, 6, 7, 9 ja 10). Osa kaivoista voi olla kuivia tai likaantuneita (RK4 ja RK5).

6.2.1

Esimerkkejä moreenikerrostumiin rakennetuista rengaskaivoista

Suurin osa rengaskaivoista on rakennettu moreeniin. Myös saveen rakennettujen rengaskaivojen pohjan voidaan olettaa usein olevan moreenia. Moreenipatjan pintaosa on useimmiten huuhtoutunutta, roudan pehmentämää ja juurien rikkomaa, jolloin vesi imeytyy siihen helposti ja vajoaa syvemmälle maaperässä (vajovesi). Syvemmällä moreenipatjassa moreeni on usein hienoainespitoista pohjamoreenia, josta saadaan vain vähän pohjavettä [12].

Moreenimaahan rakennetuista rengaskaivoista saadaan yleensä vain muutamia kuutiometrejä vettä vuorokaudessa. Päivittäisen vedentarpeen ollessa noin 0,5–1,0 m^3/vrk, moreenista saadaan yleensä riittävästi pohjavettä yhden talouden tarpeisiin. Hiekka- ja soramaahan kaivetut rengaskaivot ovat runsasvetisiä, ja niistä voidaan saada vettä jopa useita kymmeniä kuutiometrejä vuorokaudessa [12].

Luonnontilaisen tai sen kaltaisen lähteen käyttöönottoa ja toimenpiteitä lähteen läheisyydessä rajoittavat mm. vesi- ja metsälakien asettamat määräykset. Lähteen käyttöönottoa suunniteltaessa tulee aina ottaa yhteyttä alueelliseen ympäristökeskukseen [8].

Piirros 8.A
Lähteen yläpuolelle rakennettu kaivo kaivetaan moreenikerrostumaan, jos maa- ja pohjavesikerroksen paksuus on riittävä. Rengaskaivoa rakennettaessa on varmistuttava siitä, ettei kaivo aiheuta lähellä olevien lähteiden kuivumista.

Piirroksessa ympyröity numero viittaa valokuvaan.

Piirros 8.B
Kaivo rakennetaan lähteen alapuolelle, jos vettä johtavat moreeni- ja pohjavesikerros lähteen yläpuolella ovat liian ohuita kaivon rakentamista varten. Vesi johdetaan lähteestä kaivoon yli 5 metriä pitkän ylivuotoputken avulla vaikuttamatta lähteen luonnontilaiseen veden pintaan ja aiheuttamatta häiriötä lähteen ympäristölle.

Kuva 73. Pihapiirin ulkopuolelle moreenirinteen alaosaan rakennettu rengaskaivo. Pihapiirissä usein olevat pohjaveden laatua vaarantavat tekijät, kuten jätevedet, öljysäiliö, puutarha, navetta jne., eivät aiheuta kuvassa esitetyn kaivon likaantumista. Kaivon yläosa on suojattu savella pintavesien pääsyn estämiseksi kaivoon. Kaivo on vinossa asennossa, mikä on tyypillinen kaivon rakennusvaiheessa syntynyt virhe. Kaivoon on tullut sitä kaivettaessa nopeasti vettä, jolloin kaivon alimpia renkaita ei ole ehditty asentaa suoriksi. Kaivosta puuttuu tuuletusputki.

Piirros 9. Rengaskaivon rakentaminen savikerrostumien alla oleviin vettä johtaviin moreenikerroksiin. Jos savikerrostuman paksuus on yli 5–7 metriä, voidaan kaivon pohjalle juntata siivilällä varustettu putki (Kuva 74). Savikerrostumien alapuolella pohjavesi on usein rauta- ja mangaanipitoista. Savikerrostumien alapuolelle rakennettuja kaivoja on erityisesti rannikkoseudulla.

Kuva 74. Esimerkki piirroksessa 8 esitetyn rengaskaivon rakentamisesta. Rengaskaivon pohja on kaivettu ensin noin 5 metrin syvyydelle saveen. Kun kaivoa ei voitu kaivaa syvemmälle, sen pohjan läpi juntattiin puolen metrin pituisella siiviläosalla varustettu teräsputki kiviseen hiekkamoreeniin. Kaivossa on vettä noin kaksi metriä ja vesi on rautapitoista ja sameaa.

Kuva 75. Rengaskaivon rakentaminen tutkimusten perusteella kuvissa 6, 7 ja 8 esitetylle paikalle. Tutkimusten kulku on esitetty kuvissa 42 ja 50–52. Maaperä on kivistä hiekkamoreenia. Tutkimusten mukaan pohjaveden pinta oli huhtikuussa 2007 noin 3,5 metrin syvyydellä maanpinnasta. Kaivanto pysyi kaivun aikana kuivana. Veden tulo kaivoon oli hidasta, mikä on tyypillistä kaivolle, jolla on pieni pohjaveden muodostumisalue. Veden saannin nopeuttamiseksi kaivoon tuotiin heti rakennustyön päätyttyä puhdasta vettä, jolla täytettiin hiekasta muodostettu vesipesä kaivon ympärillä. Kaivo täyttyi vedellä vähitellen ja syksyyn mennessä kaivossa oleva vesi oli pohjavettä, joka on tässä kaivossa laadultaan hyvää.

Kuva 76. Esimerkki moreenissa olevan lähteen yläpuolelle rakennetusta kaivosta. Lähteestä on jatkuvaa ylivuotoa, joka on johdettu kaivon takaa lähtevään ojaan. Kuvassa näkyvät hyvin kaivon ympärille asennetut routaeristeet. (Kuva: Pertti Virtanen)

Kuva 77. Kesäasunnon rengaskaivo jyrkässä moreenirinteessä, missä kallion pinta on lähellä maanpintaa ja moreenissa on paljon kiviä. Pohjavettä virtaa alaspäin kallion ja ohuen moreenikerrostuman rajapinnassa. Kaivosta saadaan jonkin verran laadultaan hyvää pohjavettä kiinteistön pientä vedentarvetta varten, lähinnä juomavedeksi. Kaivon yläosan rakenne vaatii kunnostusta.

6.2.2

Esimerkkejä hiekka- ja soramuodostumiin rakennetuista kaivoista

Hiekkaan, soraan ja silttiin rakennettuja kaivoja on noin 28 % kaikista kaivoista [7]. Esimerkit edustavat erilaisiin hydrogeologisiin olosuhteisiin rakennettuja rengas- ja siiviläputkikaivoja. Kuvissa 78–80 esitetyt kaivot sijaitsevat reunamuodostuman alueella (piirros 5), missä maaperä on kerroksellista hiekkaa ja eteläreunamalla silttiä.

Kuvissa 81 ja 82 esitetyt kaivot sijaitsevat harjulla tai sen rinteellä, jossa maaperä on hyvin vettä läpäisevää hiekkaa ja soraa. Näissä muodostumissa pohjaveteen liuenneen hapen määrä on korkea. Pohjavesi on tästä syystä laadultaan erinomaista. Suojasivumuodostumassa sijaitsevasta kaivosta voi saada laadultaan hyvää pohjavettä, jos sitä ei oteta liikaa (piirros 10).

Kuva 78. Rengaskaivo meren rannassa. Etäisyys rantaan on vain 5 metriä korkean veden aikana. Kaivo sijaitsee meren vesipinnan alle ulottuvassa, reunamuodostumaan liittyvässä hiekkakerroksessa. Pohjaveden virtaussuunta on merelle päin, mikä estää meriveden tunkeutumisen kaivoon. Kaivon syvyys on noin 4–5 metriä. Vesi on laadultaan hyvää, ja sitä käytetään kolmen kesäasunnon vedentarvetta varten.

Kuva 79. Rengaskaivo reunamuodostuman eteläinteellä, missä maaperä on hiekkaista silttiä. Kaivosta saadaan riittävästi laadultaan hyvää vettä kesäasunnon veden tarvetta varten. Kaivon syvyys 5 metriä. Kauempana pellolla näkyy kuvan 80 esittämä kaivo.

Kuva 80. Rengaskaivo on rakennettu reunamuodostuman alueelta purkautuvaan lähteeseen tai siitä purkautuvan pohjaveden muodostamaan kosteikkoon. Peltojen lannoituksella ei tällöin ole vaikutusta kaivoveden typpipitoisuuteen. Kaivo on suojattu erillisellä suojarakennelmalla (piirros 5).

Kuva 81. Rengaskaivo harjulla koulun vedenhankintaa varten. Lähellä kaivoa on vilkasliikenteinen runsaasti suolattava tie. Kaivovedessä on klorideja yli luonnollisen pohjavesille ominaisen tason.

Kuva 82.1. ”Lirivesikaivo”. Salpavesi, toiselta nimeltään arteesinen vesi, tulee putkeen paksujen savikerrostumien läpi vettä johtavista hiekkakerroksista. Ne ulottuvat laajalle harjualueelle, joka toimii lirikaivon pohjaveden muodostumisalueena. Pohjavesi on laadultaan hyvää. Pohjaveden pinta nousee metrejä maanpinnan yläpuolelle omalla paineella. Periaate on esitetty piirroksessa 3. (Kuva: Ritva Britschgi)

Kuva 82.2. Lirivesikaivo, joka on suojattu esim. pintavesien aiheuttamalta likaantumiselta. (Kuva: Kirsti Korkka-Niemi)

Piirros 10. Suojasivumuodostumaan rakennettuja rengaskaivoja. Maaperä on muodostumassa vettä hyvin läpäisevää hiekkaa. Pohjavesi on yleensä hyvälaatuista alueella, missä maaperä on pinnassa hiekkaa. Savikerrosten alapuolelle ulottuvissa suojasivumuodostuman hiekkakerroksissa, mistä saatavan veden määrä voi olla huomattavan suuri, pohjavesi on usein rauta- ja mangaanipitoista.

6.3

Porakaivo

Esimerkit on valittu edustamaan porakaivon sijoittamista alueille, joilla kallioperän rakoilu ja ruhjeet ovat erilaisia. Rakoilu ja ruhjeet vaikuttavat kaivon antoisuuteen enemmän kuin kivilajit. Porakaivon sijainti vaikuttaa saatavissa olevan pohjaveden määrään ja laatuun. Piirroksissa 1, 2, 4–7 ja 11 on esitetty kokemukseen perustuva arvio pohjaveden saatavuudesta ja laadusta. Arvio on vain suuntaa antava, ja poikkeuksia saatavuudessa ja laadussa voi esiintyä paljonkin. Ne johtuvat usein kallioruhjeiden vedenläpäisevyydestä, kivilajeista ja niiden rakoilusta sekä veden laadusta. Porakaivojen antoisuutta voi arvioida luvuissa 2.3.2 ja 5.6.2 selostetun kallioperän rakoluvun avulla.

Porakaivon keskimääräinen syvyys on noin 60–70 metriä. Varsinkin saaristossa matalimmat porakaivot voivat olla alle 30 m syviä. Syvimmät kaivot voivat olla yli 100 metriä. Kaivojen antoisuudet vaihtelevat suuresti. Yhden talouden vedenhankintaa varten rakennettujen porakaivojen antoisuudet vaihtelevat noin 1–30 m^3/vrk [6, 35, 51].

Nykyisin ehjäänkin kallioon poratusta kaivosta saadaan useimmiten riittävästi vettä yhden talouden vedentarvetta varten suorittamalla kaivon vesipainehalkaisu. Vesiyhtymää varten kallioruhjeeseen rakennetun porakaivon antoisuus voi olla jopa noin 60 m^3/vrk [6].

Porakaivon vesi on laadultaan useimmiten hyvää. Esim. raudan ja mangaanin suhteen kolme neljäsosaa kaivoista täyttää talousvedelle asetetut vaatimukset. Pohjaveden laatua on käsitelty yksityiskohtaisesti liitteessä 5. Porakaivovesien ongelmana ovat terveydelle haitalliset aineet, kuten radon, uraani, arseeni ja fluoridi. Kaikki nämä aineet voidaan kuitenkin poistaa vedestä käsittelyn avulla. Rannikolla esiintyvää kloridia ja sulfaattia ei yleensä poisteta vedestä (luku 7.2.1).

Kuva 83. Porakaivon poraus pölyn keräyslaitteella varustetulla porauskalustolla. Kaivon poraus tehdään päivässä. Porauksen jälkeen kaivolle tehdään 1–2 vuorokautta kestävä huuhtelu- ja koepumppaus (liite 4). (Kuva: Erkki Santala)

Kuva 84. Porauksen yhteydessä syntyvä hienojakoinen porausjäte, soija, voi pölytä ja liata ympäristöä. Esim. rakennuksia on vaikeaa puhdistaa. Porauspaikka tulisikin suojata tarkoitukseen sopivilla muovi- tai kangassuojauksilla, jos porausjätteestä on haittaa eikä pölynkeräyslaitetta käytetä. Porausjäte on hyvää maanparannusainetta. (Kuva: Sami Eskelin)

Kuva 85. Porakaivo suunnitellaan ja sijoitetaan usein liian lähelle rakennusta, koska kaivukustannukset halutaan pitää alhaisina. Rakennuksen katolta tulevat sulamisvedet, rakennuksen kunnostamiseen liittyvät huoltotoimenpiteet ja asumiseen liittyvät toiminnot vaarantavat kuitenkin liian lähelle rakennusta sijoitetun kaivon vedenlaadun. Kaivo tulisikin sijoittaa ainakin 10 metrin päähän rakennuksesta, vaikka ohjeellinen vähimmäisetäisyys Porakaivourakoitsijat ry:n ohjeen mukaan on 3 metriä. (Kuva: Jouni Lehtonen)

Kuva 86. Porakaivo laajan graniittisen kallioalueen (kuva 5) jyrkällä reuna-alueella, missä kallio on vähärakoista. Raot ovat lievästi kaltevia ja avoimia. Pohjavedessä esiintyy radonia 1700 Bg/l ja uraania 250 µg/l (kartat 6 ja 7). Kaivo on noin 50 metrin etäisyydellä meren rannasta ja porattu tämän vuoksi vain 48 metriä syväksi. Kaivovedessä on kloridia vain 6 mg/l. Vettä saadaan riittävästi, mutta se ei täytä talousvedelle asetettuja laatuvaatimuksia ilman käsittelyä.

Kuva 87. Porakaivo laajan paksujen savikerrosten (10 m) peittämän laakson pohjalla. Kaivon syvyys on noin 90 metriä. Pohjavesi on kaivossa arteesista ja purkautuu maanpinnan yläpuolelle. Kaivo on viemäröity (piirros 11). Vesi riittää hyvin liikerakennuksen vedentarpeeseen. Vesi on sen käyttäjien kokemuksen perusteella laadultaan hyvää. Kaivo sijaitsee alueella, missä on laajoja graniittialueita, ja pohjavedessä esiintyy monin paikoin radonia ja uraania. Huoltokaivosta puuttuu tuuletusputki.

Kuva 88. Lämpökaivoa porataan kallioperään vinossa asennossa. Kaivoon asennetaan lämmön siirtoa varten muoviputkisto, jossa on maalämpösiirtonestettä. Laimennettu seos sisältää noin 28 painoprosenttia etanolia ja pieniä määriä metyylietyyliketonia ja metyyli-isobutyyliketonia. Maalämpöneste on myrkyllistä nautittuna. Nesteen jäätymispiste on –17 °C. Nestettä (Naturet) ei ole luokiteltu vaarallisiksi kemikaaleiksi. Kaivourakoitsijat eivät suosittele lämpökaivon rakentamista 15:ttä metriä lähemmäksi vedenhankintaan käytettävästä porakaivosta. Suomessa on tekeillä uudet ohjeet lämpökaivojen sijoittamisesta ja mahdollisista riskitekijöistä. (Kuva: Sami Eskelin)

Kuva 89. Lämpökaivon porausta lähellä asuinrakennusta. Kaivon syvyys on noin 100 metriä. Maaperässä kallion päällä on hiekkaa 10 m. Pohjaveden pinta on samalla tasolla kuin kiinteistön vedenhankintaan käytetyssä porakaivossa (kuva 90). Etäisyys porakaivoon on noin 50 metriä. Molemmat kaivot sijaitsevat samalla kallioselänteellä.

Kuva 90. Porakaivo lähellä lämpökaivoa (kuva 89). Porakaivon veden laatu on analysoitu kaksi kertaa ja vesi on kiinteistön omistajan mukaan hyvää. Kaivon lähellä on kuitenkin riskitekijöitä: etäisyys lämpökaivoon on noin 50 metriä ja kiinteistön jätevedet imeytetään lähelle porakaivoa. Kaivon etäisyys rakennuksesta on riittävä. Huoltokaivosta puuttuu tuuletusputki.

Kuva 91. Siiviläputkikaivon rakentamisessa käytetty teräksinen työputki (halkaisija 168,5 mm) ja muovinen siiviläputki (halkaisija 115 tai 150 mm, rakojen leveys 0,5 mm). Yksittäisen kiinteistön siiviläputkikaivo tehdään porakaivon porauskalustolla. Kaivo sijaitsee yleensä paksussa hiekka- tai sorakerrostumassa, missä rengaskaivon rakentaminen ei ole mahdollista tai se on liian kallista.

Kuva 92. Siiviläputkikaivoja harjulla. Kaivot on rakennettu yhdyskunnan vedenhankintaa varten. Niiden halkaisija on 400 mm ja siiviläosan pituus 5–10 metriä. Kaivojen yläosa on suojattu ylös nostettavalla muovisella kuvulla, jonka sisällä huoltotoimenpiteet on helppo suorittaa. Yhden talouden vedenhankintaa varten rakennettavat siiviläputkikaivot eroavat näistä kaivoista lähinnä siiviläputken halkaisijaltaan (kuva 91). (Kuva: Unto Tanttu)

6.4

Siiviläputkikaivo

Yksittäisiä kiinteistöjä varten siiviläputkikaivoja on tehty lähinnä hiekka- ja sora-alueille, jos pohjavedenpinnan syvyys on yli 10 metriä ja rengaskaivon rakentaminen on vaikeaa tai kallista. Kaivot rakennetaan kalliokaivojen porauskalustolla, ja niiden syvyys vaihtelee 20:stä 40 metriin (piirros 7).

6.5

Ylivuotokaivo

Joissakin rengas- ja porakaivoissa pohjaveden pinnan painetaso on maanpinnan yläpuolella, jolloin avonaisesta kaivosta tapahtuu ylivuotoa ympäristöön. Tämä johtuu kaivoon liittyvän pohjaveden muodostumisalueen korkeudesta, jossa pohjaveden pinta on korkeammalla kuin ympäristössä, eikä kaivon ympärillä oleva maaperä tai kallioperä läpäise vettä. Tällöin maanpinnan alapuolella oleva paineellinen pohjavesi purkautuu maan pinnalle, kun kaivo puhkaisee vettä pidättävän maakerroksen (esim. tiivis savikerros laaksossa).

Seuraavissa piirroksissa on kuvattu ylivuodon järjestämistä kaivoissa. Pienten eläinten pääsy ylivuotoputkeen estetään varustamalla putken pää välpällä (ritilä). Putki eristetään tarvittaessa sen jäätymisen välttämiseksi. Putkea rakennettaessa tulee varmistaa, ettei purkuojan pintavesi pääse tulva-aikana kaivoon.

Piirros 11 A.Ylivuotoputki on kaivettu porakaivolta rakennukselle johtavan kesäasunnon vesijohdon alapuolelle, jolloin syksyllä ja keväällä paineellisena maan pinnan yläpuolelle nouseva pohjavesi ei pääse kulkeutumaan vesijohdon kautta rakennukseen. Ylivuotovesi imeytetään kivikasan läpi maaperään.

Piirroksessa ympyröity numero viittaa valokuvaan.

Piirros 11 B. Laajan laakson keskelle tehdyn porakaivon jatkuva ylivuotovesi johdetaan ojaan.

Piirroksessa ympyröity numero viittaa valokuvaan.

Kuva 93. Porakaivo laajan graniittisen kallioalueen alareunassa. Kallioveden muodostumisalue on porakaivon yläpuolella. Rakentamisen jälkeen paineellinen pohjavesi nousi maanpinnan yläpuolelle purkautuen porakaivon suojaputken kautta pois, kun kaivo ei ollut syksyn ja talven aikana käytössä. Ylivuotovesi on rautapitoista ja on hapettuessaan värjännyt putken ruskeaksi. Arteesisen pohjaveden vuoksi kaivo jouduttiin viemäröimään jälkikäteen (piirros 11A).

Piirros 11 C. Arteesisen ”liri”kaivon (siiviläputkikaivo) jatkuva ylivuoto johdetaan ojaan.
Piirroksessa ympyröity numero viittaa valokuvaan.

Piirros 11 D. Reunamuodostuman alueella ajoittain ylivuotava rengaskaivo on viemäröity jakokaivon kautta lähellä olevaan orsivesilampeen.
Piirroksessa ympyröidyt numerot viittaavat valokuviin.

Kuva 94. Rengaskaivo reunamuodostumassa. Kaivosta on ajoittain ylivuotoa, joka on haluttu viemäröidä. Viemäröinti on tehty etualalla olevan jakokaivon kautta, josta vesi johdetaan lähellä olevaan lampeen (piirros 11D). Kuva on rakennusvaiheesta, minkä vuoksi ylivuotokaivosta puuttuu vielä kansi.

Kuva 95. Jakokaivo sekä siihen tulevan ja siitä lähtevän veden putket. Kuvasta näkyy hyvin jatkuva ylivuotovirtaus, mikä tässä tapauksessa johdetaan lähellä olevaan lampeen.

7 Rengas- ja porakaivon virheellinen sijoittaminen

7.1

Yleistä

Kaivon sijoittamisessa ja rakentamisessa voidaan tehdä monia virheitä. Kaivo on sijoitettu virheellisesti, jos sitä ei voi käyttää tarkoitukseensa, esim. kiinteistön omaan talousvedenhankintaan tai karjan juomavedeksi. Tavallisia syitä kaivon virheelliseen sijoittamiseen ovat mm. pohjaveden huono laatu, veden riittämätön määrä, vesistöjen aiheuttamat ongelmat ja ihmisen toiminta.

Kaivoon liittyvät virheet tulee ilmoittaa esim. kiinteistön omistajanvaihdon yhteydessä. Usein kiinteistön aikaisemmat asukkaat eivät ole tietoisia kaivoveden mahdollisista laatuhaitoista, jos vettä ei ole tutkittu pitkään aikaan tai lainkaan. Kaivon antoisuuskin voi olla riittämätön ainakin kuivina kausina.

Erilaiset tekijät, jotka voivat johtaa rengas- tai porakaivojen virheelliseen sijoittamiseen, on jaettu seuraavassa neljään luonteeltaan erilaiseen ryhmään:

1. hydrogeologiset tekijät
2. vesistöjen vedenpinnan vaihtelu
3. ihmisen toiminta
4. lainsäädäntö.

7.2

Hydrogeologiset tekijät

7.2.1

Pohjaveden laatu

Pohjaveden laatua on tarkasteltu luvussa 5, jossa on esitetty tavallisimpia geologisista syistä johtuvia veden luonnollisia laatuhaittoja (mm. raudan, mangaanin, fluoridin, kloridin, orgaanisen aineksen, sulfaatin, sameuden ja värin esiintyminen pohjavedessä). Erityisesti porakaivojen ongelmana on arseeni, radon, uraani ja fluoridi. Liitteessä 5 on esitetty, miten kaivoveden laatua voidaan parantaa sen jälkeen, kun vesi on analysoitu. Parannustoimenpiteitä ovat mm. kaivon kunnostaminen, veden käsittely, kaivon rakentaminen uuteen paikkaan tai veden hankkiminen muualta.

Jos pohjaveden laatu on esim. maa- ja kallioperän laadusta tai hydrogeologisista olosuhteista johtuen niin huonoa, että sitä pitäisi käsitellä, tulee ensisijaisesti etsiä uusi kaivon paikka hyvälaatuiselta pohjavesialueelta. Jos uutta kaivon paikkaa ei olosuhteista johtuen löydetä, voidaan laadultaan huono pohjavesi käsitellä käyttökelpoiseksi. Vettä ei kannata kuitenkaan käsitellä, elleivät kustannukset ole kohtuulliset.

Luonnollisia veden laatuominaisuuksia, joita ei yleensä poisteta käsittelyn avulla, ovat esim. korkeat kloridi- ja sulfaattipitoisuudet sekä korkea orgaanisen aineksen määrä (suovesi). Korkeita kloridi- ja sulfaattipitoisuuksia esiintyy rengas- ja porakaivoissa lähinnä rannikolla etenkin Pohjanmaalla, mutta pai-

Piirros 12. Rengaskaivo on rakennettu virheellisesti kapealle harjulle, missä hiekkaa ja soraa on otettu liian läheltä suon reunaa, ja puhkaistu näin harjua suojeleva savikiila harjun reunalla. Suolta virtaa erityisesti keväällä ja syksyllä runsaasti orgaanista ainesta sisältävää pintavettä pohjavesialueelle, jolloin kaivosta otettavan pohjaveden orgaanisen aineksen määrää kuvaava KMnO4-luku nousee tasolle yli 30–50 mg/l, kun talousvedelle annettu enimmäispitoisuus on 20 mg/l. Tällaisia huolimattoman soranoton seurauksena syntyneitä tilanteita esiintyy erityisesti Pohjanmaalla, mutta myös muualla Suomessa. Kaivoa ei voida käyttää talousveden hankintaan.

koitellen myös muualla Suomessa. Laadultaan huonon, esim. hyvin runsaasti rautaa, mangaania, orgaanista ainesta ja arseenia sisältävän pohjaveden käsittely voi olla kallista, teknisesti monimutkaista ja sisältää monta eri vaihetta.

Suolat ovat peräisin suolaisesta huokosvedestä sekä Litorinasaven ja pohja- ja kallioveden välisistä ioninvaihtoreaktioista. Niiden seurauksena veteen vapautuu mm. kloridia ja sulfaattia. Porakaivoissa esiintyy myös kaukana sisämaassa syvällä kallioperässä hyvin vanhaa suolaista kalliovettä. Se on peräisin jääkausia edeltäneiltä geologisilta kausilta [33]. Satunnaisesti suolaista kalliovettä on tavattu jo 60 metrin syvyydessä. Yleisimmin suolaista kalliovettä esiintyy vasta noin 150 metriä syvemmällä [51].

Rannikolla ja saaristossa porakaivo voidaan rakentaa liian syväksi, jos urakoitsija ei tunne aluetta. Tällöin kaivoveden kloridipitoisuus voi nousta helposti yli juoma- ja talousvedelle asetutun raja-arvon 100 mg/l. Luonnontilaisen, puhtaan kallioperän pohjaveden kloridipitoisuus on vain alle 10 mg/l.

7.2.2

Pohjaveden määrä

Rengaskaivosta saatavissa olevan maaperän pohjaveden määrä riippuu mm. maalajista ja sen veden läpäisevyydestä, pohjavesikerroksen paksuudesta, pohjaveden pinnan vuotuisesta ja pitkän aikavälin vaihtelusta sekä sadannasta ja sen vaihtelusta. Pohjaveden muodostumista ja pohjaveden pintaan liittyviä asioita on käsitelty luvuissa 3 ja 4.

Rengaskaivon sijoitus on virheellinen, jos pohjaveden pinnan laskiessa kaivo kuivuu. Kaivo tulisi sijoittaa siten, että pohjavettä saadaan riittävästi myös poikkeuksellisen kuivina vuosina. Uuden kaivon paikkaa etsittäessä on hyödyllistä hankkia alueelliselta ympäristökeskukselta käyrä, joka kuvaa pohjaveden pinnan tasoa pitkällä ajanjaksolla sillä pohjavesivyöhykkeellä, jolla kiinteistö sijaitsee. Pohjavesiasemia on kaikkien alueellisten ympäristökeskusten alueella. Pohjavesitutkimukset on syytä tehdä mahdollisimman kuivana aikana tai muuten varmistua siitä, ettei pohjaveden pinta laske kaivossa liian alas. Se voidaan varmistaa esim. tekemällä kaivo riittävän syväksi.

Kaavio 4. Pohjaveden pinnan vaihtelu moreenissa kahdeksan vuoden aikana Suomen ympäristökeskuksen Akonjoen pohjavesiasemalla Sonkajärvellä, Pohjois-Savossa. Käyrän mukaan pohjaveden pinta vaihtelee jyrkästi eri vuodenaikoina. Alimmillaan pohjaveden pinta ovat kevättalvella ja loppukesällä. Eri vuosina vaihtelussa esiintyy selviä eroja. Suurimmillaan ylimmän ja alimman pohjaveden pinnan ero on lähes neljä metriä. Havaintopaikka sijoittuu kaaviossa 3 esitetylle alueelle III [15].

Porakaivosta saadaan yleensä riittävästi pohjavettä yhden talouden vedenhankintaa varten. Suomen kallioperässä on kuitenkin laajoja alueita, joilla kallio on hyvin ehjää ja rakoilu vähäistä. Tällöin vesipainehalkaisun avulla voidaan useimmiten saada riittävästi pohjavettä. Saatavissa olevan veden määrä voi kuitenkin jäädä niukaksi, eikä riitä välttämättä kaikkiin tarpeisiin. Muutama prosentti tehdyistä porakaivoista jää kuiviksi tai antoisuudeltaan liian pieniksi, jos ne porataan ehjään kallioperään.

Kuva 96. Rengaskaivo kallioselänteen reunamalla olevan, noin viisi metriä paksun rinteen yläosassa, missä maaperä on silttiä. Maaperä muuttuu rinnettä alaspäin siirryttäessä saveksi. Kaivo on sijoitettu liian ylhäälle rinteeseen (piirros 6 ja kuva 35), minkä vuoksi kaivossa ei ole riittävästi vettä.

7.3

Vesistöjen vedenpinnan vaihtelu

Rengas- ja porakaivon virheellinen sijoittaminen liian lähelle vesistöä, kuten puroa, jokea, järveä tai merta, voi aiheuttaa kaivoveden pilaantumisen vesistön vedenpinnan noustessa tulvien ja voimakkaiden myrskyjen aikana. Rengaskaivon vesi voi saastua hygieenisesti, sameus kasvaa ja orgaanisen aineen määrä lisääntyä. Kaivoon voi kulkeutua muitakin terveydelle haitallisia aineita, jolloin kaivo on käyttökelvoton. Tulvatilanteen jälkeen kaivovesi puhdistuu hitaasti. Esimerkkinä piirros 13. Kaivon voi sijoittaa väärin myös meren rantaan.

Kuva 97. Rengaskaivo liian lähellä järven rantaa. Järven vedenpinnan noustessa keväällä ja syksyllä pintavesi pääsee kulkeutumaan kaivoon ja voi pilata kaivoveden laadun. Jos kaivon yläpuolelta ei ole voimakasta pohjaveden virtausta järveen, kaivoa ympäröivän maanpinnan tulisi olla ainakin pari metriä vesistön tulvarajan yläpuolella. Kaivon ulkopuolinen routaeristys on keskeneräinen.

Piirros 13. Rengaskaivo liian lähellä järven rantaa. Pintaveden korkeuden luonnollisen vaihtelun seurauksena vedenpinta on järvessä korkealla keväällä ja syksyllä aiheuttaen pintavesien imeytymistä kaivoon. Myös myrskyt ja tulvat voivat nostaa veden pintaa. Kesällä ja talvella kaivon yläpuolelta tuleva heikko pohjaveden virtaus ja rannan pohjan liettyminen estävät pintavesien pääsyn kaivoon. Jos pohjaveden virtaus on voimakasta eikä kaivosta oteta liian paljon vettä, pinta- tai merivettä ei pääse kaivoon (kuva 78).

Piirroksessa ympyröidyt numerot viittaavat valokuviin.

Piirros 14. Meren rannalle rakennettuun liian syvään (100 m) porakaivoon virtaa merivettä. Meriveden kulkeutumista kaivoon edistää se, että kaivo on porattu liian syvälle ja se, että merenpinnan suuren vaihtelun vuoksi suolaista merivettä kulkeutuu helposti kaivoon etenkin vedenpinnan ollessa korkealla. Meriveden ajautumista kaivoon voidaan vähentää täyttämällä kaivon alaosa esim. betonilla. Jotta vesi säilyisi laadultaan kohtuullisena, kaivosta on otettava vettä varovasti siten, ettei maankamaran pinnalle muodostunut makean pohjaveden linssi häiriinny tai veden virtausta mereltä kaivoon tapahdu. Jos kaivon kloridipitoisuus nousee liikaa, tilanteen palautuminen ennalleen voi kestää vuosikausia.

Piirroksessa ympyröity numero viittaa valokuvaan.

Kuva 98. Syvä porakaivo lähellä meren rantaa: etäisyys noin 40 metriä. Kaivo porattiin ensin noin 100 metriä syväksi ja kaivossa todettiin olevan merivettä. Kaivoa täytettiin, jolloin sen syvyydeksi saatiin noin 50 metriä. Kaivosta otetussa vesianalyysissä kloridipitoisuudeksi todettiin täytön jälkeen yli 100 mg/l. Muutaman vuoden käytön jälkeen kaivon kloridipitoisuus on noussut yli kaksinkertaiseksi vedenoton ja merenpinnan vaihtelun vuoksi.

7.4

Ihmisen toiminta

Pohjaveden pilaantumista ja siihen liittyviä hyvin monenlaisia ja -asteisia pysyviä tekijöitä ja toimintoja on tutkittu ja kuvattu maassamme viime vuosina verraten laajasti. Tutkimukset ovat käsitelleet kuitenkin pääasiassa yhdyskuntien vedenhankinnan tärkeillä pohjavesialueilla tapahtuneita pohjaveden likaantumistapauksia tai erilaisia riskitekijöitä [39, 52].

Ihmisen toiminta lisää pohjaveden pilaantumisriskiä ja aiheuttaa pohjaveden pilaantumista monin eri tavoin. Pilaantuminen voi olla niin voimakasta, ettei rengas- tai porakaivon vettä voida enää käyttää talousvetenä.

Likaantumisriskin aiheuttavia pysyviä tekijöitä ovat esim. erilaiset tehtaat ja laitokset, joissa käytetään vaarallisia kemikaaleja, huoltoasemat, öljysäiliöt, kaatopaikat, pesulat, sahat, puunkyllästämöt ja taimitarhat. Kaivojen likaantumista on tutkittu systemaattisesti lähinnä valtakunnallisten kaivovesiselvitysten yhteydessä [7,12]. Yksityiskohtaisia tutkimuksia on tehty suhteellisen vähän. Pohjaveden likaantumisesta johtuvia korkeita nitraattipitoisuuksia esiintyy rengaskaivoissa Sisä-Suomessa ja Pohjois-Karjalassa. Tämä johtuu mm. karjataloudesta, peltoviljelystä ja jätevesien puutteellisesta käsittelystä. Rannikkoseudulla vettä läpäisemättömät savikerrokset estävät vastaavanlaisen likaantumisen [7]. Kallioperän pohjavesissäkin voi paikasta johtuen esiintyä varsin suuria nitraattipitoisuuksia [30], jotka voivat johtua esim. jätevesien kulkeutumisesta kallioperään [53].

Pohjavedet ovat yleensä suojassa radioaktiiviselta laskeumalta. Laskeumasta peräisin olevaa radioaktiivista veden laatuhaittaa voi esiintyä kuitenkin olosuhteissa, joissa maaperän pohjavettä suojaava vaikutus on erittäin huono. Radioaktiivisten aineiden kulkeutumiseen pohjaveteen vaikuttaa mm. maakerrosten paksuus, maalaji, maaperän ja kallion rakenne, kasvillisuus ja vajovesivyöhykkeen paksuus sekä pohjavesiesiintymän suuruus [26, 27].

Radioaktiivinen laskeuma voi pilata veden varsinkin sellaisessa matalassa rengaskaivossa, jota ei ole suojattu pintavesien pääsyn estämiseksi kaivoon. Esimerkkejä huonokuntoisista rengaskaivoista on esitetty liitteessä 3. Laskeuman vaikutus riippuu myös radioaktiivisesta aineesta, joita ovat mm. cesium (137Cs)- ja strontium (90Sr)- radionuklidit.

Tshernobylin laskeumasta saatujen kokemusten mukaan radioaktiivinen cesium pidättyy hyvin maaperään, eikä pilaa pohjavettä, ellei se pääse kulkeutumaan pintaveden mukana kaivoihin [38, 39]. Strontium on sen sijaan liikkuvampi ja kiinnittyy maaperään hitaammin aiheuttaen siten suuremman pohjaveden pilaantumisvaaran. Strontium muistuttaa geokemialliselta luonteeltaan kalsiumia, joka liukenee veteen helposti happamissa olosuhteissa [39]. Myös tritium voi kulkeutua pohjaveteen, mutta sen pitoisuus on suurempi pintavesissä. Tritiumin merkitys sisäisen säteilyn lähteenä ei ole yleensä suuri laskeuman muihin radioaktiivisiin aineisiin verrattuna [54].

Suurin osa kaivoista sijaitsee pihapiirissä, missä kaivon likaantumisriski on suuri. Vettä läpäisevillä mailla, kuten siltti-, hiekka- ja soramailla, likaantuminen voi ulottua laajemmalle ja pilata esim. koko kylän pohjavedet. Moreenialueilla sijaitsevilla kiinteistöillä pohjaveden likaantuminen on pohjaveden virtausolosuhteista johtuen useimmiten paikallista.

Kaivoon liittyvä pohjaveden muodostumisalue sijaitsee tavallisesti kaivon yläpuolisessa maaston osassa tai tasaisella maalla kaivon ympärillä ja ulottuu maa- ja kallioperäolosuhteista riippuen jopa satojen metrien päähän.

Tällä alueella ei saa olla pohjavettä pilaavia toimintoja tai pysyviä tekijöitä, joita ovat esim. [55]:

- eläinsuojat sekä lannan ja tuorerehun säiliöt
- lietelannan, virtsan, kuivaamattoman puhdistamolietteen ja saostuskaivolietteen levitys
- väkilannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttö
- jätehuoltoon liittyvät haitalliset toiminnot, kuten väärin hoidettu kompostointi tai käymäläjätteen sijoitus
- väärin toteutettu jätevesien imeytys tai muu jätevesien maaperään pääsy
- turkistarhat ja muut teollista eläinten kasvatusta harjoittavat laitokset tai tarhat ja laitumet
- nestemäisten polttoaineiden ja voiteluaineiden varastointi ja käsittely
- teiden suolaus ja vaarallisten aineiden kuljetukset
- tiheä asutus.

Nitraattipitoisuus on keskimääräistä korkeampi navettojen, sikaloiden ja peltojen lähellä sijaitsevissa kaivoissa. Tehokkaasti viljelyillä peltoalueilla nitraattipitoisuus on keskimääräin 20 mg/l. Valtakunnallisen kaivovesitutkimuksen mukaan navettojen osuus eri nitraattilähteistä on 30 %, ulkokäymälöiden osuus 19 % ja peltojen 42 % [7]. Suurin havaittu nitraattipitoisuus peltoalueella on 84 mg/l [56].

Nitraattipitoisuutta lisää merkittävästi myös kiinteistöllä tapahtuva hallitsematon jätevesien maaperään imeyttäminen. Jos kaivo on likaantunut siinä määrin, että sitä ei voida käyttää talousvetenä, voidaan vettä silti käyttää esim. kasteluvetenä. Jäteveden pilaamassa kaivovedessä ammonium- ja nitraattipitoisuudet ovat korkeita. WC-jätevedet aiheuttavat bakteeri- ja hajuhaittoja. Jätevesien vaikutuksesta kaivovesi muuttuu yleensä talousvesikäyttöön kelpaamattomaksi vuosiksi [8].

Nitraattipitoisuuksia tarkasteltaessa on syytä ottaa huomioon, että puhtaan, luonnontilaisen pohjaveden nitraattipitoisuus on alle 3 mg/l [19]. Sosiaali- ja terveysministeriön asettama nitraatin enimmäispitoisuus 50 mg/l ylittää selvästi Suomen luonnontilaisten pohja- ja kalliovesien pitoisuudet. Jos nitraattipitoisuus ylittää rajan 25 mg/l, tulisi ryhtyä toimenpiteisiin likaantumisen syyn selvittämiseksi ja poistamiseksi [8]. Uusissa EU:n ohjeissa toimenpideraja on suunniteltu asetettavaksi Suomessa tasolle 15 mg/l [57].

Noin miljoona suomalaista asuu viemäriverkostojen ulkopuolella. Suomen ympäristökeskuksessa tehdyn selvityksen mukaan heistä vain noin 20 prosentilla oli asianmukainen, vaatimukset täyttävä jätevesien puhdistusjärjestelmä (kuvat 99 ja 100) vuonna 2007 [58]. Paras ratkaisu olisi jätevesien johtaminen yhteiseen viemäriverkostoon, mutta se ei ole haja-asutusalueilla useinkaan mahdollista. Puhdistusmenetelmän valintaan vaikuttavat nykyisin lainsäädäntö, kunnalliset rakennus- ja ympäristönsuojelumääräykset sekä tontin ominaisuudet, kuten maaperäolosuhteet ja syntyvän jäteveden määrä [8].

Piirros 15. Pora- tai rengaskaivo ja jätevesien maahan imeytys voivat muuttaa pohjaveden virtaussuunnan ja pilata oman tai naapurin kaivoveden laadun [59]. Pinta-alaltaan pienellä kiinteistöllä tulee kiinnittää erityistä huomiota maa- ja kallioperän laatuun ja pohjaveden virtaus- ja purkautumissuuntiin.

Piirros 16. Periaatepiirros öljyn kulkeutumisesta pohjavedessä [14]. Pohjaveteen joutuva öljy kulkeutuu yleensä ohuehkona kerroksena pohjavesikerroksen pinnalla. Öljy voi säilyä pohjavedessä vuosikymmeniä ja aiheuttaa hyvin pieninäkin pitoisuuksina haju- ja makuhaittoja. Kiinteistön öljysäiliöt sijoitetaan pohjaveden virtaussuunnassa kaivon alapuolelle ja kiinteälle alustalle kaukaloon, johon mahdollisesti vuotava öljy purkautuu ja jossa on sille riittävästi tilaa. Työkoneiden suojaamattomia farmarisäiliöitä ei tule sijoittaa kaivon valuma-alueelle, missä pohjaveden pilaantuminen on mahdollista.

Piirros 17. Periaatepiirros suolan kulkeutumisesta pohjavedessä. Väkevänä liuoksena suola painuu nopeasti pohjavesikerroksen pohjalle [14]. Pohjaveteen voi joutua suolaa esim. suolattavilta teiltä. Suolaa on todettu suolattavien teiden läheisyydessä vaihtelevia määriä pohjavesiolosuhteista ja käytetystä suolan määrästä riippuen. Pohjaveden suolapitoisuuden on todettu ylittävän sallitun enimmäismäärän 100 mg/l monilla suolattavilla teillä [60, 61]. Tavallisesti suolaa ajautuu pohjaveteen kuitenkin niin vähän, ettei pohjavesikerroksessa ole yleensä havaittavissa suolan kerrostumista.

Kuva 99. Maasuodattamo, johon voidaan johtaa kaikki kiinteistön jätevedet. Maasuodattamon pohja voidaan tehdä vettä läpäisemättömästä materiaalista, jolloin kaikki käsitellyt jätevedet saadaan kerättyä kokoomakaivoon ja johtaa edelleen sellaiseen purkupaikkaan, jossa se ei aiheuta haittaa pohjavesille. (Kuva: Erkki Santala)

Kuva 100. Kaivon kannalta turvallinen jäteveden käsittelyjärjestelmä on hyvin hoidettu tehdasvalmisteinen pienpuhdistamo, joka on vesitiivis ja josta käsitelty jätevesi johdetaan purkupaikkaan kauas kaivosta. (Kuva: Erkki Santala)

◄ Kuva 101. Maatilan rengaskaivo pellolla navetan alapuolella. Vanhan navetan vaikutus voi näkyä pohjaveden laadussa kauankin kohonneina nitraatin ja orgaanisen aineksen pitoisuuksina. Nitraattipitoisuutta lisää kaivon yläpuolella olevan pellon lannoitus. Kaivon suojelemiseksi sen yläpuolisella peltoalueella ei tulisi sallia lannoitteiden, lietelannan ja rikkaruohojen torjunta-aineiden käyttöä.

▲ Kuva 102. Kasvisuojeluruiskutusta pellolla. Pohjavedestä löytyneet torjunta-aineiden tai niiden hajoamistuotteiden jäämät ovat aiheuttaneet ikäviä yllätyksiä pohjavedessä [22]. Maatilojen asuinrakennusten ympärillä on usein tehokkaasti viljeltyjä peltoja, joilla tulisi välttää torjunta-aineiden käyttöä, jos pellot ovat pohjavesien muodostumisalueella. Torjunta-aineiden mahdollista esiintymistä kaivovedessä ei voi havaita ilman tarkkoja vesianalyysejä. (Kuva: Timo Kinnunen)

◄ Kuva 103. Rengaskaivo harjun reunamalla sijaitsevan kiinteistön puutarhassa. Kuvan esittämällä alueella on runsaasti vanhaa asutusta, jonka jätevesiä ei ole käsitelty Suomessa aikaisemmin vallinneen käytännön mukaan. Nykyään alueella on asianmukainen viemäröinti. Kaivovesi on nitraatin suhteen laadultaan kohtalaista. Veden laatuhaittojen välttämiseksi uudet talousvesikaivot tulisi sijoittaa mahdollisuuksien mukaan pihapiirin ja siihen liittyvään puutarhan ulkopuolelle.

◄ Kuva 104. Kesäasunnon puutarhajätteiden komposti ja kuivakäymälä on sijoitettu rantaan. Ne ovat porakaivoon ja pohjaveden virtaussuuntaan nähden siellä, minne pohjavedet purkautuvat, joten pohjaveden pilaantuminen ei ole todennäköistä. Kompostointi ei ole kuitenkaan suotavaa rannassa.

➤ Kuva 105. Jätteet ja kaatopaikoilla olevat lika-aineet, kuten erilaiset kemikaalit ja orgaaninen aines aiheuttavat pohjavesien likaantumista. Kaivon sijoitusta suunniteltaessa tulisi jo maastotarkasteluvaiheessa selvittää, että tutkimukset suunnataan alueille, minne jätemaita tai muita jätteitä ei ole ajettu. Tarkastelualueen tulee tällöin käsittää tutkimusalueeseen liittyvä pohjavesien muodostumisalue kokonaisuudessaan, koska lika-aineet voivat kulkeutua maaperässä ja kallioperän ruhjeissa jopa kilometrejä pitkiä matkoja.

➤ Kuva 106.1. Liukkauden estoon käytettävä tiesuola kulkeutuu helposti tiealueen ulkopuolelle ja imeytyy pohjavesiin. Kuvan rengaskaivo sijaitsee harjun reunamalla, noin 30 metrin etäisyydellä vilkkaasti liikennöidystä ja voimakkaasti suolattavasta tiestä. Korkein todettu kloridipitoisuus kaivossa on 500 mg/l. Alueella olevien lukuisten kaivojen on todettu suolaantuneen niin voimakkaasti, että ne on poistettava talousvesikäytöstä.

➤ Kuva 106.2. Kaivo sijaitsee suolaamattoman tien varrella. Kaivon yläosaa ei ole suojattu tiiviillä maalla, jolloin se likaantuu helposti tieltä valuvien pintavesien mukana kulkeutuvien lika-aineiden vaikutuksesta.

➤ Kuva 107. Maaseudulla on paljon karjatiloja, jotka tarvitsevat runsaasti vettä eläinten juottamiseen ja pesemiseen. Laitumella olevat rengaskaivot eivät kuitenkaan sovellu yleensä talousvesikäyttöön. Siihen tarkoitetut kaivot on syytä sijoittaa mahdollisimman kauas pellosta. Laidunalueet kannattaa siis jättää tutkimusten ulkopuolelle kaivon paikkaa etsittäessä. (Kuva: Toivo Lapinlampi)

7.5

Lainsäädäntö

Kaivon sijoittaminen lähteeseen on virheellistä luonnontilaisia lähteitä koskevan lainsäädännön sekä lähdekaivojen likaantumisherkkyyden vuoksi. Luonnontilaista lähdettä ei vesilain 1 luvun 17a §:n mukaan saa muuttaa niin, että lähteen säilyminen luonnontilaisena vaarantuu. Ympäristölupavirasto voi yksittäisessä tapauksessa hakemuksesta myöntää poikkeuksen kyseisestä kiellosta, jos lähteen suojelutavoitteet eivät huomattavasti vaarannu. Vaikka lähteessä olevan veden omistaa se, joka omistaa maapohjan, voi maanomistajakin joutua hakemaan poikkeuslupaa ympäristölupavirastolta [62].

Lähteiden ympäristöön rakennettavista rengaskaivoista on annettu ohjeet piirroksessa 8. Lähdekaivot ovat herkkiä likaantumaan pintavesien päästessä sateiden, tulvien ja lumien sulamisen aikana virtaamaan suoraan lähteeseen, jolloin lähdevesi voi samentua ja siihen voi kulkeutua orgaanista ainetta ja erilaisia lika-aineita. Kuvassa 108 on esitetty esimerkki lähdekaivon ongelmista.

Kuva 108. Lähteeseen virheellisesti rakennettu rengaskaivo. Lähteen ylivuodosta muodostuu lammikko, joka on suoraan yhteydessä lähteeseen ja sitä kautta epäpuhtaudet voivat päästä kaivoveteen. Kaivo tulisi rakentaa lähteen läheisyyteen piirroksessa 8 esitetyllä tavalla. (Kuva: Toivo Lapinlampi)

8 Yhteenveto

Kaivo palvelee käyttäjää vuosikymmeniä, joten kaivon paikka kannattaa määrittää huolella. Paikan määrittäminen kiinteistöllä vaatii paljon erilaisia selvityksiä, joista osa tehdään ennen varsinaisten kenttätutkimusten aloittamista. Osan selvityksistä kiinteistön omistaja voi tehdä itsekin. Erityisen tärkeää on selvittää alueen pohjaveden laatutiedot.

Pohjaveden laatua kiinteistöllä ja sen lähialueilla voidaan selvittää erilaisilta kartoilta sekä kysymällä neuvoa kunnan terveystarkastajalta ja alueellisten ympäristökeskuksien asiantuntijoilta. Asiaa voi myös selvittää ottamalla yhteyttä alan tutkimuslaitoksiin kuten Suomen ympäristökeskukseen, Geologian tutkimuskeskukseen ja Säteilyturvakeskukseen. Naapureita kannattaa haastatella ja koota lähiympäristöstä saatavissa olevat kokemukset kaivotyypeistä, vedenpinnan korkeudesta kaivoissa, kaivojen antoisuudesta ja veden laadusta alueella.

Tutkimusten suunnittelua ja toteutusta helpotetaan selvittämällä etukäteen myös kiinteistön ja sen lähiympäristön maa- ja kallioperäolosuhteet ja tiedot alueen pohja- ja kallioveden laadusta. On hyvä tuntea pääperiaatteet pohjaveden muodostumisesta eri maalajeissa ja kallioperässä sekä vaihtelut pohjaveden pinnoissa eri vuodenaikoina maamme eri osissa. Perustietoa on saatavissa tästä oppaasta sekä sen lähdeluettelossa esitetystä kirjallisuudesta ja Internet-osoitteista.

Pohjavesitutkimusten tekeminen maastossa vaatii monipuolista, kokemusperäistä tietoa tutkimuksen kulusta ja tekniikasta. Kaivon paikan etsiminen pelkästään traktorikaivurilla ei ole enää nykyaikana järkevää. Tutkimustekniikka on viime vuosina kehittynyt siten, että tutkimuksen tekeminen on nopeaa ja kustannuksiltaan kohtuullista. Porakaivojen teossa kannattaa käyttää hyväksi alueella toimivia kaivonporausliikkeitä, joilla on paras alueellinen tuntemus pohjaveden saatavuudesta.

Yhden talouden vedenhankintaa varten kiinteistöllä tehtävät pohjavesitutkimukset käsittävät kartta- ja maastotarkastelun, muutaman kairauksen, havaintoputken tai putkien asennuksen sekä huuhtelupumppauksen ja vesinäytteiden oton. Vesinäytteet tulee suodattaa kentällä mahdollisimman luotettavan tuloksen saamiseksi erityisesti raudan ja mangaanin suhteen. Tutkimukset voidaan tehdä 1–2 päivässä. Pohjaveden laatu pitää tutkia teettämällä vesianalyysi aina asiantuntevassa laboratoriossa. Kun pohjavesitutkimukset on suunniteltu hyvin jo etukäteen, tutkimuskustannukset eivät nouse liian korkeiksi. On hyvä muistaa, että myös porakaivon paikkaa kannattaa selvitellä etukäteen ennen porausten aloittamista.

LÄHTEET

1. Uusinoka, R. (toim.). 2007. Maankamaramme ominaisuuksien geologinen alkuperä. Julk: Niini, H., Uusinoka, R. & Niinimäki, R. (toim.). Geologia ympäristötoiminnassa. Rakennusgeologinen yhdistys ry, Helsinki. s.10–27. ISBN 978-951-95436-1-1.
2. Salonen, V.-P., Eronen, M. & Saarnisto, M. 2002. Käytännön maaperägeologiaa. Kirja-Aurora, Turku. 237 s. ISBN 951-29-2247-9.
3. Koivisto, M. (toim.). 2004. Jääkaudet. GTK & WSOY, Porvoo. 233 s. ISBN 951-0-29101-3.
4. Kurkinen, I., Palmu, J-P. & Sahala, L. 2007. Maa-ainesten kartoitus ja inventointi. Julk: Niini, H., Uusinoka, R. & Niinimäki, R. (toim.). Geologia ympäristötoiminnassa. Rakennusgeologinen yhdistys ry. Helsinki. s.265-275. ISBN 978-951-95436-1-1.
5. Mälkki, E. 1999. Pohjavesi ja pohjaveden ympäristö. Tammer-Paino Oy, Tampere. 304 s. ISBN-951-26-4515-7.
6. Mäkelä, J. 1990. I-osa, Maapohjaveden hankinta, II-osa Kalliopohjaveden hankinta. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja, nro 252. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki. 93 s. ISBN 951-47-3035-6.
7. Korkka-Niemi, K., Sipilä, A., Hatva, T., Hiisvirta, L., Lahti, K . & Alfthan,G. 1999. Valtakunnallinen kaivovesitutkimus, talousveden laatu ja siihen vaikuttavat tekijät. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja -sarja A/146. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki. 228 s. ISBN 951-47-7567-8.
8. Lapinlampi, T., Sipilä, A., ym. 2001. Kysymyksiä kaivoista Frågor om brunnar. Ympäristöopas 86. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 154 s. ISBN 951-37-3485-4.
9. Lehtinen, M., Nurmi,P. & Rämö, T. (toim.). Suomen kallioperä, 3000 vuosimiljoonaa. Suomen geologinen seura, Jyväskylä. 375 s. ISBN 952-90-9260-1.
10. Schumann, W. 1973. Kivet ja mineraalit värikuvina. Otava, Helsinki. 222 s. ISBN 951-1-00445-X (sid.)
11. Korhonen, K-H., Gardemeister, R., Jääskeläinen,H., Niini, H. & Vähäsarja, P.1974. Rakennusalan kallioluokitus. Tiedonanto 12. VTT:n laboratorio, Otaniemi. 91 s.
12.Lahermo,P., Tarvainen, T., ym. 2002. Tuhat kaivoa - Suomen kaivovesien fysikaalis-kemiallinen laatu vuonna 1999. Tutkimusraportti 155. Geologian tutkimuskeskus, Espoo. 92 s. ISBN 951-690-842-X.
13. Bacman, B., Hiisvirta, L., Ilmasti, M. & Lahermo, P. 1994. Arseenin ja muiden raskasmetallien sekä näihin liittyvien anionien esiintyminen porakaivoissa. Vesitalous 35, 5/1994. s. 11–18.
14. Hatva, T., Hyyppä, J., Ikäheimo, J., Penttinen, H. & Sandborg, M. 1993. Soranoton vaikutus pohjaveteen, Raportti VI: Pohjavesi ja soranotto. Tutkimusraportti 1/1993. Ympäristöministeriö, Kaavoitus- ja rakennusosasto, Helsinki. 58 s.
15. Mäkinen, R. 2008. Ilmastonmuutos ja pohjavedet. Pohjavesipäivä 7.5.2008. Suomen ympäristökeskus. www.ymparisto.fi > Ajankohtaista> Koulutus ja seminaarit> Koulutus ja seminaarit 2008> Vesiensuojelu, vesihuolto ja pohjavedet> Pohjavesipäivä> Mäkinen Risto (pdf, 941 Kb). (Viitattu 8.5.2008).
16. Kielosto, S., Kukkonen, M., Ste`n,. C-G. & Backman, B. 1996. Hangon ja Perniön kartta-alueiden maaperä. Maaperäkarttojen selitykset, lehdet 2011 ja 2012. Geologian tutkimuskeskus, Espoo. 104 s. ISBN 951-690-672-9.
17.Rönkä, E., Särkioja, A. & Tikkanen, J. 1992. Porakaivon paikan määrittäminen ja koepumppaus. Vesitalous 3/1992. s.16–18.
18. Britschgi, R. & Gustafsson, J. 1996. Suomen luokitellut pohjavesialueet. Suomen ympäristö 55. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 387 s. ISBN 952-11-0081-8.
19. Hatva, T. 2004. Havaintoja pohjavesialueiden sekä tekopohjavesi- ja rantaimeytyslaitosten veden laadusta. Suomen ympäristökeskuksen moniste 255. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 135 s. ISBN 952-11-1186-0 (nid).
20. Piirainen, T. 2002. Metsien monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeät elinympäristöolot; lähteet. Ekologian seminaarityö 30.11.2002. Hämeen ammattikorkeakoulu, ympäristöteknologian koulutusohjelma, Hämeenlinna. 10 s.
21. Mäkinen, R. 2008. Kartassa 1 esitetyn lähteen virtaaman sovitus Lumiahon pohjavesiaseman pinnankorkeuskäyrään. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. (Sähköposti. 2/2008)
22. Kinnunen, T. (toim.). Pohjavesitutkimusopas. Suomen Vesiyhdistys ry, Helsinki. Vammalan Kirjapaino Oy. 194 s. ISBN 952-9606-73-7.
23. Katko, T. 1992. Vettä! Suomen vesihuollon kehitys kaupungeissa ja maaseudulla. Vesi- ja viemärilaitosyhdistys, Helsinki. 415 s. ISBN 952-5100-07-9.
24. Korkka-Niemi, K. 2001. Pienkaivojen vedenlaatu Suomessa. Julk: Salonen, V-P. & Korkka-Niemi, K. (toim). Kirjoituksia pohjavedestä. Turun Yliopisto, Turku. s.129–140. ISBN 951-29ö2170-7.
25. Backman, B., Lahermo, P., ym. 1999. Geologian ja ihmisen toiminnan vaikutus pohjaveteen. Seurantatutkimuksen tulokset vuosilta 1969-1996. Geologian tutkimuskeskus, Espoo. Tutkimusraportti 147. 261 s. ISBN 951-690-738-5.
26. Loukola- Ruskeeniemi, K., Ruskeeniemi, T., Parviainen, A. & Backman, B. 2007. (toim.). Arseeni Pirkanmaalla – esiintyminen, riskinarviointi ja riskinhallinta. RAMAS -hankkeen tärkeimmät tulokset. Teknillinen korkeakoulu, Espoo. 155 s. ISBN 978-951-22-9117-5.
27. Salonen, L., Huikuri, P. & Turtiainen, T. 1998. Luonnon radioaktiiviset aineet pohjavesissä – poistolaitteiden tarve ja kehittäminen Suomessa. Vesitalous 4/1998. s. 35–40.
28. Salonen, L. 1995. Luonnon radioaktiiviset aineet pohjavesiongelmana Suomessa. Vesitalous 4/1995. s. 13–18.
29. Voutilainen, A., Mäkeläinen, I., Huikuri, P. & Salonen, L. 2000. Porakaivoveden radonkartasto. STUK-A171. Säteilyturvakeskus, Helsinki. 102 s. ISBN 951-712-356-6.

30. Rönkä, E. 1983. Drilled wells and ground water in the precambrian crystalline bedrock in Finland. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 52. Vesihallitus, Helsinki. 57 s. ISBN 951-46-6725-5.
31. Rönkä, E. & Lipponen, A. 2001. Porakaivojen vedenlaatu ja hydrogeologinen ympäristö. Julk: Korkka-Niemi, K. & Salonen, V-P. (toim). Kirjoituksia pohjavedestä. Turun yliopisto, Geologian laitos, Turku. s.163–167. ISBN 951-29-2170-7.
32. Backman, B. & Väisänen, U. 2001. Pohjaveden laadun seuranta. Julk.: Salonen, V-P. & Korkka-Niemi, K. Kirjoituksia pohjavedestä. Turun yliopisto, Geologian laitos, Turku. s.129–139. ISBN 951-29-2170-7.
33. Lahermo, P. 1992. Suomen kartaston geologia-osa, tietoa myös vesitutkijoille. Vesitalous 6/1992. s.15–20.
34. Backman, B., Luoma, S., Ruskeeniemi, T., Karttunen, V., Talikka, M. & Kaija, J. 2006. Natural Occurence of Arsenic in the Pirkanmaa Region in Finland. Risk Assessment and Risk Management, RAMAS. Geologian tutkimuskeskus, Espoo. 82 s.
35. Lahermo, P. & Backman, B. 2000. The occurrence and geochemistry fluorides with special reference to natural waters in Finland. Report of Investigation 149. Geologian tutkimuskeskus, Espoo. 49 s.
36. Sorva, I. & Lakso, E. 1992. Vedenkulutus erityyppisissä kiinteistössä. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 401. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki. 55 s. 951-47-5605-3.
37. Ojanperä, A. & Lakso, E. 1995. Pienten vesilaitosten ja lomakeskusten vedenjakelujärjestelmien mitoittaminen. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 632. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki. 96 s. ISBN 951-53-0058-4.
38. Rantavaara, A., Saxen, R., Puhakainen, M., Hatva, T., Ahosilta, P. & Tenhunen, J. 1995. Radioaktiivisen laskeuman vaikutukset vesihuoltoon. STUK- A122. Säteilyturvakeskus, Helsinki. 41 s. + liitteet. ISBN 951-712-055-9.
39. Hatva, T. & Suomela, T. 1999. Pohjaveden suojelu erityisesti vedenhankintaa silmällä pitäen. Vesi- ja viemärilaitosyhdistys, Helsinki. 134 s. ISBN 952-5000-20-6.
40. Isomäki, E., Valve, M., Kivimäki, A-L. & Lahti, K. 2006. Pienten pohjavesilaitosten ylläpito ja valvonta. Ympäristöopas. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 133 s. ISBN 952-11-2530-6.
41. Mäkelä, A. ym. 1992. Vesitutkimusten näytteenottomenetelmät. Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisuja B 10. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki. 87 s. ISBN 951-47-4730-5.
42. Mäkelä, J. 1989. Sameuden vaikutuksesta pohjaveden rauta- ja mangaanipitoisuuteen. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki. 21 s. ISBN 951-47-1765-1.
43. Hatva, T. 1989. Iron and manganese in groundwater: occurrence in glacifluvial aquifers and removal by biofiltration. Publications of Water and Environment Research Institute 4. Vesihallitus, Helsinki. 99 s. ISBN 951-47-3097-6.
44. Hatva, T., Niemistö, L. & Seppänen, H. 1971. Näkökohtia pohjaveden raudan pidättymisestä maaperään. Vesitalous 5/1971. s. 1–8.
45. Myllymäki, P., Turtiainen, T., Salonen, L., Helanterä, A., Kärnä, J. &Turunen, H. 1999. Radonin poisto porakaivovedestä: uusia ilmastimia ja aktiivihiilisuodatuksen käyttöönotto. Suomen ympäristö 297. Suomen Ympäristökeskus, Helsinki. 84 s. ISBN 952-11-0475-9.
46. Valve, M. & Kahelin, H. 1998. Käänteisosmoosin käyttö arseenipitoisen kaivoveden käsittelyssä. Ympäristö ja Terveys 4/1999. s. 4–8.
47. Hatva, T. & Seppänen, H. 1983. Pohjaveden puhdistus hidassuodatusmenetelmällä. Sarja A, nro 75. SITRA, Helsinki. 109 s. ISBN 951-563-102-5.
48. Hatva, T. & Rontu, M. 1993. Pohjaveden alkalointi kalkkikivisuodatuksella. Kunnalliselämä 1/1993. s. 9–12.
49. Rakennustietosäätiö RST. 2006. RT-ohjekortti 66-10873, LVI-ohjekortti 23-10405. Talousjätevesien käsittely haja-asutusalueilla. 20 s.
50. Hatva, T. 2005. Tutkimusselostuksen laatiminen. Julk: Kinnunen, T. (toim.). Pohjavesitutkimusopas, käytännön ohjeita. Suomen vesiyhdistys, Helsinki. s. 141–152. ISBN 952-9606-73-7.
51. Breilin, O. & Tikkanen, J. 2005. Kalliopohjaveden tutkiminen. Julk: Kinnunen, T. (toim.). Pohjavesiopas, käytännön ohjeita. Suomen vesiyhdistys, Helsinki. s. 33–36. ISBN 952-9606-73-7.
52. Niini, S. & Lintinen, P. 2007. Päästöjen ja onnettomuuksien maaperä- ja pohjavesiriskit. Julk: Uusinoka, R. & Niinimäki, R. (toim). Geologia ympäristötoiminnassa. Rakennusgeologinen yhdistys ry., Helsinki. s. 218–231. ISBN 878-951-95436-1-1.
53. Olofsson, B. & Andersson, E. 2004. Groundwater quality problems in housing areas in hard rock – an example from eastern Sweden. In: Rönkä, E., Niini, H. & Suokko, T. Proceedings of the Fennoscandian 3rd Regional Workshop on Hardrock Hydogeology, 7.-9.6.2004, Helsinki. Suomen ympäristö 790. s. 55–59. ISBN 952-11-2036-3.
54. Saxen, R. 1994. Vesien radioaktiivisuusvalvonta. Vesihuollon valmiussuunnittelun seurantapäivä 20.1.1994, Helsinki. Julkaisematon esitys.
55. Rakennustietosäätiö RST. 2007. RT-ohjekortti 61-10897, LVI-ohjekortti 22-10418. Juomavesikaivot. 12 s.
56. Huttunen, L. & Rönkä, E. 1994. Peltolannoituksen vaikutus pohjaveden nitraattipitoisuuteen Rengon harjulla. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 611. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki. 46 s. + liitteet. ISBN 951-47-9778-7.
57. Gustafsson, J. 2008. Pohjaveden kemiallisen hyvän tilan raja-arvojen määrittämisestä. Pohjavesipäivä 7.5.2008. Suomen ympäristökeskus. www.ymparisto.fi> Ajankohtaista> Koulutus ja seminaarit> Koulutus ja seminaarit 2008> Vesiensuojelu, vesihuolto ja pohjavedet> Pohjavesipäivä> Gustafsson Juhani (pdf, 670 Kb). (Viitattu 8.5.2008).

58. Vienonen, S. 2007. Haja-asutuksen vedenhankinnan ja jätevedenkäsittelyn tilanne vuonna 2007. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 24/2007. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 56 s. ISBN 978-952-11-2809-7.
59. Santala, E. (toim.). 1990. Pienet jäteveden puhdistamot. Ohjeita 1-10 talouden jätevesien maaperäkäsittelystä. Vesi - ja ympäristöhallinnon julkaisuja, Sarja B 1. Valtion painatuskeskus, Helsinki. 117 s. ISBN 951-47-3064-X.
60. Nysten, T. & Hänninen, T. 1997.Tiesuolan pohjavesihaittojen vaikutuksista ja torjuntakeinoista. Suomen ympäristö 57. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 55 s. ISBN 952-11-0083-4.
61. Tidenberg, S., Kosonen, E. & Gustafsson, J. 2007. Teiden kunnossapidon vaikutukset pohjaveteen. Seurannan tuloksia. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 10/2007. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 131 s. ISBN 978-952-11-2664-2.
62. Koskinen, S. & Waris, R. 2000. Vedenhankintaa koskeva lupa ja sen määräykset. Ympäristöopas 80. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. s. 40–41. ISBN 952-11-0805-3
63. Geologian tutkimuskeskus. Maaperäkartoitus ja maaperäkartat. http://www.gtk.fi/kartoitus/maaperä/. (Viitattu 21.4.2008)
64. Hytönen, K. 1999. Suomen mineraalit. Geologian tutkimuskeskus, Espoo. 399 s. ISBN 951-690-745-8.
65. Tuomala, H. Kaivovesiopas. Bluehut, Tutkimuslaboratorio Lahden tiede- ja yrityspuisto Oy & Vesikaivohuolto VIPE Oy, Lahti. 11 s. (Julkaisuvuosi tuntematon).
66. Insinööritoimisto Maa ja Vesi Oy. 1966. Pohjavesikaivojen yleinen aine- ja työselitys. Maa ja Vesi Oy, Helsinki. 19 s. + piirustukset.

AIHEESEEN LIITTYVIÄ INTERNET-SIVUJA

ELINTARVIKETURVALLISUUSVIRASTO (EVIRA)
Hyväksytyt laboratoriot. www.evira.fi > Elintarvikkeet > Valvonta ja yrittäjät > Hyväksytyt laboratoriot > Laboratoriorekisteri (Viitattu 24.4.2008).

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS (GTK)
Aineistohaku – Maaperä 1:20 000. http://www.gtk.fi > Kartat > Aineistohakuun GTK:n ulkopuolelta (Viitattu 18.4.2008).
Kallioperäkartat. http://www.gtk.fi > Kartat > Kallioperä (Viitattu 18.4.2008).
Maaperägeologista sanastoa. http://www.gtk.fi/aineistot/sanasto/maaperasanasto.htm (Viitattu 18.4.2008).
Maaperäkartan käyttöopas. http://www.gtk.fi/aineistot/mp-opas/index.htm (Viitattu 18.4.2008).

MAANMITTAUSLAITOS
Kansalaisen karttapaikka. http://kansalaisen.karttapaikka.fi (Viitattu 18.4.2008).
Kiinteistörekisterikartta. http://www.maanmittauslaitos.fi > Tietoa maasta > Kiinteistöasiat > Kiinteistörekisterikartta (Viitattu 18.4.2008).

NORDKALK
Kalkkikivialkalointi. www.nordkalk.fi > Ympäristösovellukset > Vesi > Juomavesi > Kalkkivialkalointi (Viitattu 10.6.2008).

RAKENNUSTIETOSÄÄTIÖ
Juomavesikaivot (2007). RT 61-10897, LVI 22-10418. www.rakennustieto.fi > Tuotteet ja palvelut> Ammattilaiselle> Ylläpito > Juomavesikaivot (Viitattu 10.6.2008).
Kaivosopimus. RT 80323. www.rakennustieto.fi > Tuotteet ja palvelut > Ammattilaiselle > Urakointi > Kaivosopimus (Viitattu 10.6.2008).
Talousjätevesien käsittely haja-asutusalueilla (2006). RT 66-10873, LVI 23-10405. www.rakennustieto.fi > Tuotteet ja palvelut > Kodinrakentajalle > Kiinteistön ja asunnon ylläpito > Talousjätevesien käsittely haja-asutusalueilla (Viitattu 10.6.2008).

SUOMEN KANSALLINEN GEOLOGIAN KOMITEA (SKGK)
Geologia.fi –portaali. www.geologia.fi (Viitattu 18.4.2008).

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS (SYKE).
Kaivot. www.ymparisto.fi/kaivot (Viitattu 10.6.2008).
Kaivoveden analyysitulkki-esite. www.ymparisto.fi > Suomen ympäristökeskus > Julkaisut > SYKEn esitteet > Kaivoveden analyysitulkki-esite (Viitattu 10.6.2008).
Mallipiirustustiedostot. www.ymparisto.fi > Vesivarojen käyttö > Vesihuolto > Haja-asutuksen vesihuollon mallipiirustukset > Mallipiirustustiedostot. (Viitattu 10.6.2008)
Pohjaveden pinnankorkeus. www.ymparisto.fi > Ympäristön tila > Pintavedet > Ajankohtainen vesi- ja lumitilanne > Pohjavedenpinnan pinnankorkeus (Viitattu 18.4.2008).
Vesistömallijärjestelmä: Pohjavesiennusteet. http://wwwi2.ymparisto.fi/i2/pohjavesiasemat.html (Viitattu 18.4.2008).

Liite 1
Oppaassa käytetty hydrogeologinen sanasto sekä kaivotyyppi- ja maalajimerkinnät

1

Maaperä ja maalajit

Ablaatiomoreeni (pintamoreeni),
moreenikerrostuman ylin osa (pintamoreeni), joka on jäätikön sulaessa kerrostunut pohjamoreenin päälle jäätikön sisällä ja päällä kulkeutuneesta kiviaineksesta ja joka usein sisältää lajittuneita osia [63].

Delta,
joen tai jäätikön suisto, suistomaa, jäätikköjoen veteen kerrostama lajittuneen aineksen muodostuma [63].

De Geer -moreenit eli pienet reunamoreenit,
moreenit ovat jäätikön liikesuuntaan poikittain syntyneitä selänteitä. Selänteet ovat 1–5 metriä korkeita ja 10–15 metriä leveitä [3].

Drumliini,
jäätikön pohjalle kerrostuneesta pohjamoreenista muodostunut jäätikön virtauksen suuntainen selänne, jolla on usein kalliosydän. Moreeniaines on useimmiten heikosti vettä läpäisevää pohjamoreenia [3].

Harju,
hiekka- ja soramuodostuma, joka on syntynyt jäätikön sulamisvesitoiminnan tuloksena jäätikkötunneleihin, tunnelien suulle ja railoihin. Yleensä harjuilla tarkoitetaan pitkänomaisia hiekka- ja soraselänteitä [22].

Harjun karkea ydinosa,
jäätikön sulamisvesitunnelin pohjalle sulamisvesien huuhtelema, hyvin karkearakeista soraa ja pyöristyneitä kiviä sisältävä kerrostuma. Se johtaa vettä erittäin hyvin ja on usein kerrostunut harjun alla olevaan kalliopainanteeseen.

Hiekka,
lajittunut kivennäismaalaji, jonka päälajite on hiekka (0,2–2 mm) [63].

Hiekkamoreeni,
jäätikön kuljettamista, kasaamista ja kerrostamista aineksista syntynyt sekalajitteinen kivennäismaalaji. Hiekkamoreeni sisältää yli 50 % 0,2 mm:n läpimittaista ainesta ja enintään 5 % savea (raekoko alle 0,002 mm) [63].

Hienoaineksinen moreeni (Hienoainesmoreeni),
jäätikön kuljettamista, kasaamista ja kerrostamista aineksista syntynyt sekalajitteinen kivennäismaalaji, hienoainesmoreeni (HMr) sisältää yli 30 % hienoainesta (raekoko alle 0,06 mm) ja yli 5 % savea (raekoko alle 0,002 mm): GEO -luokituksessa silttimoreeni [63].

Kumpumoreeni,
pinta- tai pohjamoreenista koostuva kumpu tai selänne, joka on syntynyt kuolleen, paikalleen sulavan jäätikön pinnalle tai pohjalle [63].

Litorinameri,
jääkauden jälkeisen lämpökauden aikainen Itämeren vaihe [63].

Maankamara,
koostuu kallioperästä ja maaperästä [63].

Maannos,
biologisten, kemiallisten ja fysikaalisten tekijäin vaikutuksesta muuttunut luonnontilaisen maan pintakerros.
Maannosprofiilissa erotetaan eri kerroksia. Päällekkäisten maannoshorisonttien yhdessä muodostama maannosprofiili voidaan jakaa kolmen osaan: karikekerros (A_0-horisontti) , vaaleaksi uuttunut uutemaa (A_1-horisontti) ja sen alla rikastumiskerros (B-horisontti), joka on muuttumattoman pohjamaan (C-horisontti) päällä [1].

Maaperä,
kallioperää verhoava irtaimista maalajeista koostuva maankamaran osa. Maaperään luetaan kuuluvaksi kivennäismaalajien lisäksi mm. orgaaniset maalajit kuten turve ja lieju [22].

Moreeni,
mannerjäätikön irrottamasta ja kuljettamasta kiviaineksesta syntynyt sekalajitteinen maalaji, joka voi sisältää raekokoja savesta lohkareisiin [22]. Tunnusomaista moreeneille on rakeiden kulmikkuus. Moreenia esiintyy paljon kallioselänteiden reunamilla ja ohuina kerroksina niiden päällä sekä muiden maalajikerrostumien kuten savien ja soiden alla. Moreeni on Suomen yleisin maalaji.

Moreeniaineksen suuntaus,
moreeniaineksen kivien järjestäytyminen jäätikön liikkeen suuntaisiksi [63].

Moreenimuodostuma,
moreenista muodostunut omamuotoinen, paksuhko kasauma [63].

Pintamoreeni,
ks. ablaatiomoreeni.

Pohjamoreeni,
mannerjään alaosassa kulkeutunut, tiiviiksi pakkautunut, usein runsaasti hienoainesta sisältävä, sekalajitteinen maalaji [63].

Rantakerrostuma,
rantavoimien synnyttämä (muinaisen) rantaviivan suuntainen valli, jonka aines vaihtelee kivestä hiekkaan [22]. Maaperä on vaihtelevasti vaaka- ja vinokerroksellista hiekkaa, yläosassa huuhtoutunutta rantakivikkoa ja kivistä soraa. Rantakerrostuman alla esiintyy usein kiilamainen savikerros, joka ulottuu paikoitellen ylös harjun reunalle.

Reunamoreeni,
jäätikön reunaan syntynyt reunan suuntainen moreeniselänne (päätemoreeni, sivumoreeni, puskumoreeni) [63].

Reunamuodostuma,
jäätikön reunan eteen syntynyt, pääosin lajittuneesta aineksesta, mutta osin myös moreeniaineksesta koostuva reunan suuntainen selänne. Esim. Salpausselät ovat reunamuodostumia, jotka koostuvat lajittuneista maalajikerrostumista ja paikoin myös kapeasta reunamoreenista tai useammasta rinnakkaisesta moreeniselänteestä [22]. Myös lajittuneita rinnakkaisia selänteitä esiintyy.

Savi,
savimaa sisältää raekooltaan alle 0,002 mm savilajitetta vähintään 30 painoprosenttia. Savikerrostumat syntyivät eri järvi-/ merivaiheissa jääkauden sulamisvaiheessa ja muodostavat paksuudeltaan ja raekoostumukseltaan vaihtelevia kerroksia, joita ovat [3]:
Litorinamereen (viimeinen jääkauden jälkeinen merivaihe) kerrostunut liejusavikerrostuma, runsaasti orgaanista ainesta ja sulfaattia sisältävä lihava savi (8000– noin 3000 vuotta sitten).
Muihin jääkauden jälkeisiin meriin ja järvivaiheisiin kerrostunut savikerrostuma, joka voi olla paikasta riippuen:

a) homogeenista Ancylus -vaiheen aikaista lihavaa savea (10 800–9000 vuotta sitten)
b) heikosti kerrallista lihavaa Yoldia -vaiheen glasiaalisavea (11 950–10 800 vuotta sitten)
c) kerroksellista laihaa Baltian jääjärvivaiheen lustosavea (13 000–11 590 vuotta sitten).

Sora,
lajittunut kivennäismaalaji, jonka d50–menetelmällä määritetty päälajite on sora (2–60 mm) [63].

Siltti,
hienorakeinen maalaji, jonka raekoko on 0,002–0,06 mm [1]. Maahiukkasia on vaikea erottaa paljain silmin. Siltti on savea karkeampaa ja hiekkaa hienompaa; hienojakoisin siltti läpäisee huonosti vettä. Silttiä esiintyy esim. kallio- ja moreeniselänteiden sekä harjujen ja reunamuodostumien reunamilla.

Suojasivumuodostuma,
Jäätikön peräytymisvaiheessa kallioselänteen etelä- tai kaakkoisrinteille syntynyt kapea sora- tai hiekkareunus. Pinta-alaltaan suhteellisen pieni muodostuma, jonka paksuus voi olla kuitenkin yli 10 metriä. Hiekkakerrostumat rajoittuvat usein paksuihin savikerrostumiin, joiden alapuolelle hiekkakerrokset ulottuvat. Suojasivumuodostumia esiintyy lähinnä Etelä- ja Lounais-Suomessa.

2

Kallioperä ja kivilajit

Amfiboliitti,
hyvin tumma kivilaji, joka on syntynyt emäksisistä kivilajeista. Amfiboliitti koostuu pääasiassa amfiboleista ja plagioklaasista [10]. Kivilaji esiintyy pitkänomaisina kapeina vyöhykkeinä, joissa on havaittavissa selvä, mutta tiivis kiven kulun mukainen rakoilu, jota leikkaa heikompi poikittaisrakoilu.

Dioriitti,
vaaleahko, mutta kuitenkin graniittia selvästi tummempi syväkivi, joka koostuu pääasiassa pyrokseenista, sarvivälkkeestä, biotiitista, kvartsista ja andesiinista. Granodioriitti on graniitin ja dioriitin välimuoto [9,10]. Kivilajissa esiintyy rakoilua, mutta ei yhtä säännöllistä kuin graniitissa.

Fylliitti,
hienorakeinen, heikosti metamorfoitunut, runsaskiilteinen savisedimenttikivilaji, jonka rakopinnat ovat usein silkinhohtoiset. Lohkeilee helposti levyiksi [9].

Gabro,
tumma syväkivi, joka koostuu miltei kokonaan plagioklaasista ja pyrokseeneista tai amfiboleista [9]. Gabrot ovat useimmiten kiinteitä ja yhtenäisiä kallioesiintymiä, joissa rakoilu on vähäistä. Gabrossa esiintyy kuitenkin hyvinkin rikkonaisia osia.

Gneissi,
Suomessa yleinen kivilaji, joka on kiteytynyt ja suuntautunut uudelleen maankuoren liikunnoissa. Gneissin pääminerraaleja ovat kvartsi, maasälpä ja kiilteet. Mineraalikoostumus riippuu lähtökiven laadusta, ja niitä voidaan sen mukaan erotella: esim. graniitti-, dioriitti- ja syeniittigneissit. Hyvin yleisessä migmatiittigneississä esiintyy graniittijuonia [10]. Gneississä voi esiintyä paikoitellen runsasrakoisia osia. Rakoilu voi olla kiven suuntauksen mukaista tai poikittaista.

Granodioriitti,
graniittia muistuttava syväkivilaji, jossa on plagioklaasia enemmän kuin kalimaasälpää. Lisäksi on kvartsia, sarvivälkettä ja biotiittia [9]. Kiven rakenne ja siihen liittyvä rakoilu muistuttaa graniitin rakennetta.

Graniitti,
yleisin syväkivi, jota esiintyy varsinkin Etelä- ja Keski-Suomessa sekä Keski-Lapissa. Graniitin pääminerraalit ovat kalimaasälpä, plagioklaasi, kvartsi ja kiille. Graniitit ovat väriltään vaaleita. Yleisimpiä värejä ovat punainen ja vaalean harmaa [9]. Graniittien rakoilu on kuutiollista ja säännöllistä.

Kallioperä,
kivilajeista muodostunut kiinteä, Suomessa useimmiten irtainten maalajien alla sijaitseva yhtenäinen maankamaran osa [1].

Kiille,
kiillemineraalit näyttävät suomumaisen lohkeavaisuutensa ansiosta kiiltävän tai välkehtivän. Yleisiä kiillemineraaleja ovat esim. tumma biotiitti ja kellertävä muskoviitti [10].

Kivilaji,
kivilajiksi sanotaan luonnossa syntyneiden mineraalien muodostamaa kiinteää kappaletta. Kivilajit voidaan luokitella niiden syntytavan perusteella kolmeen pääryhmään, jotka ovat magmakivet (syväkivet), sedimenttikivet (rapautumista kerrostuneet) ja metamorfiset kivet (toisten kivilajien muuttumistuloksia korkeassa lämpötilassa ja paineessa). Magmakivilajeja ovat mm. graniitti, dioriitti ja gabro. Hiekkakivi kuuluu sedimenttikiviin. Metamorfisia kiviä ovat esim. gneissit ja erilaiset liuskeet, kuten kvartsiitti, fylliitti, kiilleliuske ja amfiboliitti [10].

Kiilleliuske,
saven metamorfoosissa syntynyt liuskeinen kivilaji, missä erilliset kiillesuonet ovat hyvin erotettavissa. Kiilleliuskeet koostuvat pääasiassa biotiitista, muskoviitista, maasälvästä ja kvartsista [10]. Kiilleliuskeissa päärakosuunta on kivilajin kulun mukainen ja sitä leikkaa heikompi poikittainen rakoilu.

Kvartsi,
kivilajeissa yleisesti esiintyvä maapallon levinnein mineraali. Kvartsi on erittäin kestävää piioksidia [10].

Liuske,
yhteisnimitys voimakkaasti suuntautuneille ja usein helposti laatoiksi lohkeaville metamorfisille kiville [10].

Maasälpä,
maasälpäryhmään kuuluu lukuisia mineraaleja, joita esiintyy lähes kaikissa kivilajeissa. Maasälpiä on kahta päätyyppiä: kalimaasälvät ja plagioklaasit, eli kalkkinatriummaasälvät. Maasälvät ovat kalium- ja natriumsilikaatteja [9].

Magma,
maankuoressa tai vaipassa syntynyt kivisula, jonka kiteytyessä magmakivilajit muodostuvat [10].

Metamorfoosi,
Geologinen tapahtuma, jossa kiven rakenne tai mineraalikoostumus, tai molemmat, muuttuvat deformaation tai muuttuneiden lämpötila- ja paineolosuhteiden vuoksi [9].

Rakoluku,
kalliossa olevien rakojen määrä ilmoitetaan rakojen määränä metriä kohden eli rakolukuna, joka vaihtelee välillä <1–10 tai sitä suurempi [11]. Ruhjevyöhykkeiden keskiosissa kallioperä on pintaosissaan muutaman metrin tai kymmenen metrin matkalla erittäin rikkonaista, missä on yli 30 rakoa metrillä. Kallioruhjeessa rakoluku voi olla kymmenkertainen ruhjeen ulkopuoliseen kallioperään verrattuna. Normaalia runsaampi rakoilu näyttäisi ulottuvan 100–200 metrin etäisyydelle ruhjeesta sivusuuntiin [6].

Rapakivigraniitti,
paikoitellen helposti rapautuva graniittilaji, joka voi sisältää runsaasti fluoridia. Kivilajille ovat luonteenomaisia 2–5 cm:n läpimittaiset pyöreähköt alkalimaasälpärakeet [64]. Rapakivigraniitit murenevat helposti maastossa selvästi havaittavissa oleviksi kekomaisiksi muodostumiksi. Suomen suurimmat yhtenäiset rapakivialueet ovat ns. Viipurin rapakivialue Kaakkois-Suomessa, Laitila, Vehmaa ja Ahvenanmaa.

Rikkonaisuusvyöhyke,
liikuntojen aiheuttama, tietyn jatkuvuuden omaava runsaasti rakoileva tai halkeamia käsittävä kallioperän vyöhyke [22]. Tällaisten vyöhykkeiden sijaintia ei aina voida päätellä maaston pinnanmuotojen perusteella. Niitä voi esiintyä ehjältäkin näyttävillä kallioalueilla.

Ruhjevyöhyke,
kallioperän liikuntavyöhyke, jossa on runsas vyöhykkeen suuntainen rakoilu. Ruhjevyöhykkeen ydin on usein vettä läpäisemätöntä kalliosavea. Ruhjeeseen liittyvä kallion rikkonainen vyöhyke, voi ulottua jopa 100–200 metrin etäisyydelle ruhjeesta sivusuuntiin [5, 6]. Ruhjeet sijaitsevat yleensä maaston alavimmissa osissa noudatellen pitkien laaksojen kulkua.

Savimineraalit,
alle 0,05 mm:n läpimittaisia, suomuisesti rakentuneita mineraalirakeita, jotka ovat erittäin lohkeavia. Savimineraaleja ovat esim. montmorilloniitti ja kaoliniitti [10]. Geo- ja rakennusteknisessä luokituksessa savi on lajite, jonka raekoko on alle 0,002 mm.

Syväkivi,
plutoninen kivi, syvällä maankuoressa kiteytynyt (jähmettynyt) magmakivi [10].

3

Pohjavesi

Arteesinen pohjavesi,
paineellinen pohjavesi, jonka paine on suurempi kuin ilmakehän paine, ja pohjaveden pinnan painetaso on maanpintaa ylempänä. Vettä salpaavan kerroksen läpi tehdyssä kaivossa vedenpinta kohoaa maanpinnan yläpuolelle.

Hydraulinen murtuma,
kun vedenpintaa kaivossa lasketaan nopeasti liian alas, kaivoa ympäröivän maan vesipinnan ja kaivon vesipinnan välille syntyy suuri korkeusero. Tällöin ulkoinen paine työntää maa-ainesta pohjan kautta kaivoon ja syntyy hydraulinen murtuma. Kun kaivon pohja pääsee kerran murtumaan, syntynyt haitta voi olla pysyvä, vaikka ylimääräiset maat kaivosta poistettaisiinkin.

Hydrogeologia,
luonnontiede, joka tutkii pohjaveden ja geologisen ympäristön vuorovaikutussuhteita ja pohjavesi-ilmiötä, erityisesti geologisten tekijöiden vaikutusta pohjaveden fysikaaliseen käyttäytymiseen ja kemialliseen koostumukseen [22].

Lähde,
pohjaveden pinta yhtyy maanpintaan harjujen ja reunamuodostumien reunamilla tai maastopainanteissa moreeniselänteiden liepeillä. Lähteitä voi syntyä myös kallioalueilta purkautuvista pohjavesistä [22].

Orsivesi,
varsinaisen pohjavesiesiintymän yläpuolella, vettä huonosti johtavan kerrostuman päällä oleva vapaa pohjavesivyöhyke.

Pohjavesi,
vesi, joka täyttää maa- ja kallioperän huokostilan kokonaan. Sen päävirtaussuunta on lähes vaakasuora ja noudattaa maan pinnan topografiaa. Pohjavettä kutsutaan vapaaksi pohjavedeksi, jos sitä ei rajoita yläpuolelta vettä salpaava tai heikosti sitä johtava kerros. Vapaata vettä sisältävä maa- tai kalliomuodostuma on nimeltään vapaa akviferi [22].

Peitteiset pohjavesiesiintymät,
näillä esiintymillä tarkoitetaan tiiviiden, vettä läpäisemättömien maakerrosten, kuten savien peittämien harjujen ja hiekkakerrosten alla olevia pohjavesiesiintymiä [19].

Pohjaveden pinta,
pohjaveden pinta on maankamaran vedellä kyllästyneen osan yläpinta. Pohjaveden pinta on näkyvissä mm. kaivoissa ja lähteissä.

1. Vapaa pohjaveden pinta: vettä johtavassa huokostilassa oleva, kyllästetyn ja kyllästymättömän vyöhykkeen rajapinta. Veden paine on pohjaveden pinnassa yhtä suuri, kuin ilmakehän paine.
2. Salpavedenpinta, paineellinen vedenpinta: se taso, johon vedenpinta esim. putkessa tai kaivossa kohoaa, kun ne lävistävät salpaavan kerroksen ja ovat hydraulisessa yhteydessä esiintymään esim. läpäisevän putken välityksellä. Jos vedenpinta kohoaa maanpinnan yläpuolelle, puhutaan arteesisesta pohjaveden pinnasta, esiintymästä ja kaivosta.
   Sekä vapaan että salpaveden pintaa voidaan nimittää potentiometriseksi pohjaveden pinnaksi [22].

Pohjaveden muodostuminen,

1. sade- ja sulamisvesien maahan imeytyminen ja suotautuminen pohjavesivyöhykkeeseen.
2. luonnonolosuhteissa tapahtuva rantaimeytyminen tai muunlainen pintavesien maahan imeytyminen [22].

Pohjaveden muodostumisalue,
alue, jolla sade- ja sulamisvedet imeytyvät vähintään tyydyttävästi maanpinnan alle ja suotautuvat pohjavesivyöhykkeeseen. Pohjaveden muodostumisalueella maaperän pystysuora läpäisevyys maanpinnan ja pohjavedenpinnan välillä on vähintään hienohiekan vedenläpäisevyyttä vastaava. Lisäksi

muodostumisalueeseen lasketaan kuuluviksi sellaiset kyseiseen esiintymään välittömästi liittyvät kallio- ja moreenialueet, jotka olennaisesti lisäävät muodostuvan pohjaveden määrää [22].

Pohjavesialue,
alue, josta todennäköisesti on saatavissa pohjavettä vedenhankintaan. Se käsittää yleensä geologisin perustein määritetyn pohjaveden varsinaisen muodostumisalueen, johon voi liittyä erilaisia ja erikokoisia reuna-alueita, joita voi olla esim. kallioalueilla vaikea määritellä. Pohjavesialueet jaetaan vedenhankinnan kannalta tärkeisiin (luokka I), vedenhankintaan soveltuviin (luokka II) ja muihin pohjavesialueisiin (luokka III) [22].

Pohjaveden jakaja,
pohjaveden virtauksia eri suuntiin jakava vyöhyke. Se voi olla vettä läpäisemätön geologinen kerrostuma eli kova vedenjakaja, esim. kalliokynnys, tai pohjaveden itsensä muodostama selänne eli pehmeä, usein siirtyvä vedenjakaja [22].

Pohjavesiallas,
pohjavettä keräävä ja varastoiva maaston osa, jonka ulkopuolella voi olla muuta valumaaluetta. Altaan pohjavesikerrostuma voi olla pinnaltaan tasainen, kovera tai kupera hydrogeologisista olosuhteista riippuen [22].

Pohjavettä ympäristöönsä purkava (antikliininen) esiintymä,
pohjavesi virtaa muodostumisalueeltaan, kuten harjuilta, ympäristöönsä ja purkautuu alueen reunoilla maastoon lähteinä tai tihkumalla muodostaen kosteikkoja, soita, lähdepuroja ja -ojia. Antikliinisiä esiintymiä [22] ovat myös pienialaiset moreeni- ja kallioalueet, joilta pohjavesi purkautuu ympäristöönsä.

Pohjavettä ympäristöstään keräävä (synkliininen) esiintymä,
eroaa antikliinisestä esiintymästä pääasiassa siten, että se kerää vettä ympäristöstään [22]. Tällainen esiintymä syntyy, jos pohjaveden pintaa lasketaan liian alas, jolloin sen virtaussuunta muuttuu ympäristöstä esiintymään päin. Seurauksena on pohjaveden laadun huononeminen, mikä tulee esille yleensä rauta- ja mangaanipitoisuuksien nousuna [19]. Kallioruhjeiden pohjavesiesiintymät ovat luonteeltaan synkliinisiä [19].

Pohjavedenottamon suoja-alue,
pohjavedenottamon ympärille muodostettu, eri suojavyöhykkeisiin jaettu alue. Suojavyöhykkeet määritellään pohjaveden muodostumisalueiden perusteella. Niille voidaan hakea ympäristölupaviraston vahvistus [22]. Yksittäisten kiinteistöjen kaivoille virallisia suoja-alueita ei laadita, mutta epävirallisesti ne voidaan laatia ja merkitä kartalle.

Pohjaveden virtauskuva,
tarkoittaa sitä mallia, jonka mukaan pohjavedet virtaavat ja purkautuvat pohjaveden muodostumisalueelta ympäristöönsä. Virtauksen suunta voidaan määritellä maastossa vähintään kolmen pohjaveden pintahavainnon perusteella.

Pohjaveden hydrologinen virtauskuva,
Pohjavesimuodostuman yleispiirteisiä veden virtausolosuhteita osoittava esitys tai eri havaintoihin perustuva käsitys [22]. Pohjaveden virtauskuva voi olla ympäristöönsä purkava, eli antikliininen, tai ympäristöstään keräävä, eli synkliininen.

4

Kaivotyypit ja niiden todennäköinen veden laatu

TYYPPI	VEDEN LAATU
AK	**Arteesinen kaivo**, joka voi olla rengaskaivo, siiviläputkikaivo tai porakaivo. Arteesinen kaivo voi olla myös rengaskaivo, jonka pohjan läpi on asennettu siiviläosalla varustettu, vettä johtavaan maakerrokseen ulotettu, pitkä putki. Vesi nousee maan pinnan yläpuolelle, vaatii yleensä viemäröintiä.
RK	**Rengaskaivo** (kuilu- tai betonirengaskaivo)
RK1	Hyvälaatuisen pohjaveden saanti todennäköistä
RK2	Pohjaveden käyttö voi vaatia yksinkertaista käsittelyä, kuten pienten rauta- ja mangaanipitoisuuksien poistamista
RK3	Pohjaveden käyttö vaatii todennäköisesti käsittelyä, kuten korkeahkojen rauta- ja mangaanipitoisuuksien poistamista tai muuta vaativaa monivaiheista käsittelyä
RK4	Kaivo on pohjaveden pinnan suuresta vaihtelusta johtuen osan vuotta kuiva
RK5	Kaivo on jätevesien tms. syyn vuoksi likaantunut
LK	**Lähdekaivo** (lähteeseen tai välittömään läheisyyteen rakennettu kaivo)
LK1	Lähteen yläpuolelle rakennettu rengaskaivo
LK2	Lähteen alapuolelle rakennettu rengaskaivo
LK3	Lähteeseen rakennettu rengaskaivo
SP	**Siiviläputkikaivo**
SP1	Kiinteistön veden hankintaa varten porakaivojen porauskalustolla tehty läpimitaltaan pieni siiviläputkikaivo, todennäköisesti laadultaan hyvää vettä riittävästi
SP2	Kiinteistön vedenhankintaa varten porakaivojen porauskalustolla tehty siiviläputkikaivo, todennäköisesti laadultaan huonoa vettä, mikä edellyttää veden raudan ja mangaanin poistamista. Vettä saadaan riittävästi.
PK	**Porakaivo** (kallioporakaivo)
PK1	Hyvälaatuisen pohjaveden saanti todennäköistä, antoisuus usein pieni
PK2	Hyvälaatuisen pohjaveden saanti todennäköistä, antoisuus hyvä
PK3	Pohjaveden käyttö voi vaatia yksinkertaista käsittelyä, kuten raudan ja mangaanin poistoa, antoisuus hyvä
PK4	Pohjaveden käyttö vaatii todennäköisesti käsittelyä, kuten korkeahkojen rauta- ja mangaanipitoisuuksien poistoa tai muuta vaativaa monivaiheista käsittelyä
PK5	Kaivo on jätevesien tms. syyn takia likaantunut

Eri kaivotyypit on merkitty oppaan piirroksiin lyhenteillä AK, RK1-5, LK1-3, SP1-2, PK1-5.

5

Piirroksissa käytetyt värimerkinnät

Maalajimerkinnät on tehty piirroksiin väreillä Geologian tutkimuskeskuksen esitystavan mukaisesti:

Laji	Väri	RGB-arvot	CMYK-arvot
Kallio	Punainen	243–185–188	01–37–15–00
Moreeni	Vaalean ruskea	255–191–000	00–29–91–00
Hiekka	Vaalean vihreä	210–250–180	29–00–40–00
Sora	Tumman vihreä	063–127–079	92–22–84–10
Siltti	Keltainen	254–250–194	03–00–32–00
Savi	Siniharmaa	192–247–255	26–00–04–00
Pintavesi (avovesi)	Valkoinen	255–255–255	00–00–00–00
Pohjavesi	Tumman sininen	051–074–151	88–77–00–00

Liite 2
Kaivon paikan tutkimuslomake

I Lähtötiedot

A Kiinteistön tiedot:

1 Omistajan nimi

2 Kiinteistön osoite

3 Tilan nimi

	Kunta (3)	*Kylä/K.osa (3)*	*Talo/Kortteli (4)*	*Tila/Tontti (4)*
4 Kiinteistötunnus (3-3-4-4)	— — —	— — —	— — — —	— — — —

B Vesihuollon suunnittelijat ja kaivon lähtötiedot:

	Suunnitelman laatijan nimi	*Suunnitelman pvm*	*Ei suunnitelmaa*
1 Vedenhankinta			☐
2 Viemäröinti			☐

3 Kaivon käyttötarkoitus talousvesi ☐ muu, mikä

4 Veden käyttötarve (litraa vuorokaudessa)

II Kaivon paikkaan liittyvät tutkimuskartat ja alueelliset selvitykset

A Selostus tutkimuksissa käytetyistä kartoista:

	Karttalehtinumerot	*Mittakaava*	*Julkaisuajankohta*
1 Peruskartta (MML)			
2 Kiinteistörekisteriotekartta (MML)			
3 Maaperäkartta (GTK)			
4 Kallioperäkartta (GTK)			
5 Radioaktiivisuuskartta (STUK)			
6 Pohjavesialuekartta (SYKE)			

B Selvitys alueen vedenlaadusta, riittävyydestä ja pilaantuneista maa-alueista (PIMA) kunnan terveys- ja ympäristöviranomaisilta:

1 Alueen vedenlaadussa tai saatavuudessa esiintyneet ongelmat

ei ongelmia ☐ on ongelmia ☐ ei tiedossa ☐ ei selvitetty ☐

2 Alueen kartoitetut PIMA-kohteet

ei kohteita ☐ on kohteita ☐ ei tiedossa ☐ ei selvitetty ☐

C Vesihuoltolaitoksen vesijohtoverkoston toiminta-alue laajenee kiinteistölle: vuonna_____ /ei tietoa ☐

D Kiinteistön mahdollisuus hankkia vesi naapurista:

on mahdollista ☐ ei ole mahdollista ☐ ei selvitetty ☐

E Alueen sadantatiedot liitteessä nro:_____ ei selvitetty ☐

F Muut selvitykset:

	Liite nro:
	Liite nro:
	Liite nro:
	Liite nro:

Lomake nro: syke4260/08.2008

III Pohjavesitutkimus

		Tekijän / tutkijan nimi	Pvm	Ei tehty
A	Maastotarkastelu:			☐
B	Kaivoinventointi:			☐
C	Maaperätutkimus:			☐
D	Kallioperätutkimus:			☐
E	Pohjaveden pinta:			☐
F	Vesinäytteiden otto:			☐
G	Vesinäytteiden suodatus kentällä:			☐
H	Koepumppaus:			☐
I	Lähdevirtaamat:			☐
J	Jäteveden purkupaikkaselvitys:			☐
K	Muut tutkimukset:			☐

IV Tutkimustulokset

A Maakerroksen paksuus (m): ____ maaperän maalaji: ____

B Kallion etäisyys maanpinnasta (m): ____ kallion kivilaji: ____

kallion rakoluku (rakoa/m): ____ arvio porakaivon antoisuudesta: ____ litraa /vrk

C Pohjaveden pinnan korkeus (m): ____ mittauksen pvm: ____ ei mitattu ☐

käytetty korkeusjärjestelmä: ____ 0-korko merkitty maastoon ☐

D 1. vedenlaatuanalyysit tehty maastossa: kyllä ☐ liite nro: _____ ei ☐

2. vedenlaatuanalyysit tehty laboratoriossa: kyllä ☐ liite nro: _____ ei ☐

E Tutkimusten perusteella kaivosta saatava vesimäärä: ____ litraa /vrk

F Lähdevirtaamien keskiarvo: ____ litraa /vrk

G Kaivon rakentamista haittaavat maanalaiset esteet ja ilmakaapelit merkitty:
karttaan ☐ liite nro:_____ maastoon ☐ ei kartoitettu ☐

V Suositus kaivotyypiksi rengaskaivo ☐ porakaivo ☐

muu, mikä ____

VI Vedenkäsittely

tarvitaan ☐ liite nro:_____ ei tarvita ☐

VII Kaivon tarkka paikka on määritelty ja merkitty

karttaan ☐ liite nro:_____ maastoon ☐ liite nro:_____ ei merkitty ☐

Karttakoordinaatit ja koordinaattijärjestelmä: P __ __ __ __ __ __ __ I __ __ __ __ __ __ __

järjestelmä: ____ kaista:_____

VIII Lomakkeen laatijan allekirjoitus

Nimen selvennys	*Paikka*	*Pvm*

Lomake nro: syke4260/08.2008

Liite 3
Kaivon huolto ja kunnostus

1

Yleistä

Huolto- ja kunnostustoimenpiteiden määrä ja laatu riippuvat siitä, onko kysymyksessä käytössä oleva huollettu kaivo, vaiko käyttämätön tai puutteellisesti huollettu kaivo. Huolto- ja kunnostustoimenpiteet on hyvä kuvata digitaalisella kameralla ja tallettaa tiedostona huoltokirjan yhteyteen. Kaivolle tehtävät toimenpiteet kirjataan huoltokirjaan päivämäärän ja tekijän kera. Jos erillisistä toimenpiteistä saadaan raportteja, myös ne liitetään huoltokirjaan päivämäärin varustettuina.

Kaivon kuntokartoitus on oleellinen osa kaivon huoltoa ja kunnostusta ja se voidaan tehdä joko vuosihuollon yhteydessä tai ennen kaivon kunnostusta. Kartoituksen yhteydessä arvioidaan veden riittävyyttä esim. kaivon vedenpinnan vaihtelun perusteella, joten vedenpinnan korkeutta kaivossa on hyvä seurata kuukausittain ja merkitä lukemat huoltokirjaan.

Vuosihuollon lisäksi kaivolle tehtävät kunnostustoimenpiteet on jaettu tässä ohjeessa kahteen eri osaan:

1. kaivon omatoiminen kunnostus
2. kaivon vaativa kunnostus.

Kaivon kunnostuksen tarve ilmenee ajan myötä joko näkyvänä kaivon teknisen kunnon heikkenemisenä tai vesinäytteiden perusteella veden laatuongelmina, mitkä voidaan havaita vuosihuollon yhteydessä tehtyjen kirjausten perusteella. Lisäksi välitön korjaustoimenpide joudutaan tekemään jonkun äkillisen kaivon vedenlaatua uhkaavan tapahtuman seurauksena.

Kaivon vuosihuollon kiinteistön omistaja voi tehdä itse. Vaativa kunnostus kannattaa teettää alan urakoitsijalla vaadittavan ammattitaidon ja työvälineiden vuoksi. Myös omatoimisen kunnostuksen voi teettää urakoitsijalla. Urakoitsijan kanssa tehdään aina kirjallinen sopimus esim. Kaivosopimuksen (liite 7) avulla.

Kaivoa kunnostettaessa on aina huolehdittava työturvallisuudesta eikä kunnostusta kannata suorittaa koskaan yksin. Mentäessä kaivoon sisään kaivon ulkopuolella tulisi olla vähintään yksi henkilö auttamassa mahdollisten onnettomuuksien välttämiseksi. Erityisesti tukehtumis-, putoamis- ja sortumisvaara on otettava huomioon. Kaivossa työskentelevällä tulee olla turvavaljaat ja turvaköysi on kiinnitettävä kaivon ulkopuolelle siten, että henkilö saadaan nopeasti nostettua kaivosta ylös. Työmaalla on käytettävä asianmukaisia henkilösuojaimia ja varusteita. Painepesuria ja sähkölaitteita käytetään laitetoimittajan ohjeen mukaan. Sähköasennuksia saa suorittaa vain asennusoikeudet omaava urakoitsija. Kunnostustyössä käytettävät materiaalit ja työmenetelmät eivät saa heikentää kaivoveden laatua.

2

Kaivon kuntokartoitus

Kaivon kuntokartoitus voidaan tehdä vuosihuollon yhteydessä tai ennen kaivon kunnostusta. Kunnostusta suunniteltaessa kuntokartoituksen tuloksena voi olla myös se, että vanhaa kaivoa ei kannata esim. pohjaveden likaantumisriskin vuoksi kunnostaa ollenkaan vaan kaivo poistetaan käytöstä. Kuntokartoituksessa

- tarkastetaan kaivon rakenteiden tekninen kunto
- tarkastetaan vesijohtojärjestelmän toimivuus
- selvitetään kaivon ympäristössä olevat veden laatuun vaikuttavat tekijät, kuten jätevedenkäsittelyn toimivuus ja asianmukaisuus
- tarkastetaan veden laatu ja riittävyys
- laaditaan raportti kaivon kunnosta ja tarvittavista kunnostustoimenpiteistä.

2.1
Kaivon rakenteiden tekninen tarkastus

Kaivon tekninen tarkastus suoritetaan mallipiirrosten (liite 6) avulla, ellei kaivosta ole olemassa omaa suunnitelmapiirrosta. Tarkastustoimenpiteet vaihtelevat kaivotyypin mukaan.

Kiinteistöllä voi olla monentyyppisiä kaivoja eri tarkoituksiin: rengas(kuilu)-, siiviläputki- tai porakaivoja. Jokainen kaivo on yksilö, joten se voi olla tyypiltään myös edellä lueteltujen sekamuoto. Ympäristöhallinnon ylläpitämät mallipiirrokset on nimetty seuraavasti:

Tyyppinumero	Piirroksen nimi
syke4301	Rengaskaivo imupumpulla
syke4302	Rengaskaivo uppopumpulla
syke4304	Porakaivo ejektoripumpulla
syke4305	Porakaivo uppopumpulla ja huoltokaivolla
syke4310	Porakaivo uppopumpulla ilman huoltokaivoa

Teknisen tarkastuksen yhteydessä tarkastetaan

- kaivon yläosan ja kaivon sisärakenteiden kunto
- vesijohdon läpiviennin tiiveys
- pumppausjärjestelmän toimivuus
- kaivon ja sen pohjan puhtaus.

Porakaivon osalta porareikä ja lietepesä puhdistetaan vasta kunnostuksen yhteydessä, ellei sitä ole syytä tehdä erikseen sen vuoksi, että porareiän kuntoa on muuten mahdoton tarkastaa.

Kuva 109. Porakaivon huoltokaivon tarkastamiseksi joudutaan usein poistamaan kaikki kansirakennelmat ja lämmöneristykset. Lämmöneristysten uudelleenasentamisessa on oltava huolellinen, jottei kaivo pääse talvella jäätymään. Jäätymisen estämiseksi voidaan huoltokaivoon asentaa myös pieni sähkölämmitteinen patteri (pakkasvahti). (Kuva: Toivo Lapinlampi)

Tekninen tarkastus voidaan tehdä joko kaivon rakenteita purkamatta tai purkamalla yläosan rakenteita tarvittavilta osin. Porakaivon porareiän tarkastaminen vaatii yleensä porareiässä olevan vesijohdon poistamisen.

Pumppausjärjestelmän osien (vesijohto, pumppu, painesäiliö, painesäädin tai -kytkin ja vedenkäsittelylaitteisto) tarkastaminen tehdään laitetoimittajan ohjeiden mukaisesti. Pumpun käynnistys- ja pysäytyspaineasetukset tarkastetaan ja tarvittaessa lisätään painesäiliön esipainetta. Putkiston tukkeutumisen ja pumpun kulumisen seurauksena pumpun painetuotto heikkenee, mikä voidaan todeta vuosittain vuosihuollon yhteydessä merkityistä pumpun tuoton kirjauksista.

Kuva 110. Hyvä kaivon kansi on tiivis, jolloin sadevedet eivät pääse kaivoon. Kaivon kansi voi olla yksilöllinen, kuten oheisessa kuvassa. Siinä kansilaattaan on valettu valmiiksi huullos, joka estää sadevesien pääsyn kaivoon. Kuvassa ei näy kaivon tuuletusputkea, jonka myös tulee olla tiivis sadevesien pääsyn estämiseksi kaivoon. (Kuva: Jouni Lehtonen)

2.2
Vesijohtojärjestelmän toimivuus

Vesijohtojärjestelmän toimivuus testataan ja kunto tarkastetaan silmämääräisesti. Mahdollinen vedenkäsittelyjärjestelmä tarkastetaan ja huolletaan laitetoimittajan käyttö- ja huolto-ohjeen mukaisesti.

Rakennuksen sisällä hanojen poresuuttimet ja lattiakaivot puhdistetaan. Värjäytymät vesikalusteissa ja pesukoneissa saattavat johtua puutteellisesta vedenkäsittelystä.

2.3
Kaivon ympäristön tarkastus

Kaivon lähellä ei saa olla eikä sinne saa sijoittaa kaivon vedenlaatua mahdollisesti heikentäviä tekijöitä. Siellä ei saa olla huonosti hoidettuja komposteja, lantakasoja, vuotavia öljysäiliöitä, torjunta-aineiden tai lannoitteiden käyttöä tai muuta sellaista toimintaa, mikä voi aiheuttaa pohjaveden likaantumisen. Puutteet korjataan tarvittaessa.

2.4
Veden laatu ja riittävyys

Kaivoveden laatu voidaan arvioida aistinvaraisesti hajun ja maun perusteella. Kuntokartoituksen yhteydessä otetaan vesinäyte, joka toimitetaan vesilaboratorioon tutkittavaksi näytteenottopäivänä. Kaivoveden analyysivalikoimaa on esitelty tarkemmin liitteessä 5. Valikoimaa voidaan täydentää, jos vedessä epäillään olevan jotain muuta terveydelle haitallista ainetta, joka analyysivalikoimasta puuttuu.

Veden riittävyys mitataan tarvittaessa (liite 4). Kuukausittain kirjattujen vedenpinnan korkeusmerkintöjen perusteella voidaan arvioida mahdollisten tulevien kuivien kesien vaikutus veden saantiin ja laatuun.

3
Kaivon vuosihuolto

Kaivon vuosihuolto jakaantuu tehtäväksi eri vuodenaikoina. Laajimmillaan vuosihuolto voi sisältää myös kaivon kuntokartoituksen (luku 2).

Huoltotoimenpiteet kirjataan ylös ja seurannan tuloksena saatua tietoa käytetään hyödyksi kun selvitetään, milloin kaivo kaipaa huoltotoimenpiteiden lisäksi kunnostamista. Vuosihuolto tarkoittaa käytännössä päivittäistä veden käytön tarkkailua, kaivon kunnon seurantaa ja kaivon ympäristön muutosten vaikutusten arviointia kaivoveden laatuun. Vaikutusten arviointiin liittyy vesinäytteiden otto. Vuosihuollon voi tehdä hyvin itse, mutta sen voi myös tilata kunnostuksia tekevältä yritykseltä.

Vuosihuollossa tehtävät toimenpiteet jakaantuvat eri vuodenaikoihin. Toimenpiteet kirjataan talon huoltokirjaan päivämäärän, tekijän ja huoltotoimenpiteen kera. Jos erillisistä toimenpiteistä saadaan raportteja, ne liitetään huoltokirjaan päivämäärin varustettuina. Huoltokirjaan kirjataan myös omalla tai naapurin kiinteistöllä tehtävien maa- ja rakennustöiden (tiet, ojitukset, kaapelit, rakennukset, kaivot ja jätevesijärjestelmät) ajankohdat. Näiden töiden vaikutus saattaa näkyä pohjaveden muutoksena vasta vuosien kuluttua. Mahdollisia muutoksia kaivon kunnossa, veden laadussa ja kaivon ympäristössä voidaan seurata huoltokirjan merkintöjen avulla.

3.1
Kaivon ympäristön tarkastus

Kaivon ympäristö tarkastetaan eri vuodenaikoina ja korjataan puutteet tarvittaessa.

Keväällä:

- Väliaikaisesti kasatut talven lumet siirretään sulamaan kaivon läheltä paikaan, jossa sulamisvedet eivät valu suoraan kaivon suuntaan.
- Kaivon lähelle muodostuvat lammikot tyhjennetään tai ojitetaan niin että sulamisvedet ohittavat kaivon.
- Sulamisvesistä muodostuvat ojat ohjataan kaivon ohi.
- Tulvivat pintavedet eivät saa ulottua kaivolle asti.
- Tarkastetaan ettei lumenaurauksessa ole vahingoitettu kaivoa.

- Poistetaan talveksi mahdollisesti asennettu aurausviittamerkintä.
- Syys- ja talvimyrskyjen katkomat oksat ja mahdollisesti kaatuneet puut raivataan pois kaivon läheltä.
- Poistetaan roskat, lehdet, risut ja oksat kaivon kannelta.
- Puhdistetaan tuuletusputki esimerkiksi pölyimurin avulla.
- Säädetään kaivon tuuletus (ilma-aukko) sopivaksi kesän ajaksi.
- Tarkastetaan, ettei kaivon yläosan routasuojaus ole irronnut kaivon seinämästä, ettei yläosa ole mahdollisesti painunut eikä pintavedet pääse kaivoon.

Kesällä:

- Tarkastetaan että kaivon yläosan kaltevuus on säilynyt riittävänä talven jäljiltä, eikä painumia ole nähtävissä.
- Raivataan puiden juurivesat pois, jos ne ulottuvat lähelle kaivoa.
- Leikataan pensasistutukset niin etteivät ne valloita kaivon ympäristöä.
- Tarvittaessa suojataan kaivo kotieläimiltä.

Syksyllä:

- Haravoidaan lehdet pois kaivon läheltä.
- Kaadetaan kaivon läheltä haitalliset puut, ellei kaatoa tehdä myöhemmin talvella.
- Merkitään kaivonpaikka aurausviitalla, jos se on lähellä tietä tai lumien kasauspaikkaa.
- Puhdistetaan kaivon lähellä olevat ojat, jotta sade ja valumavedet ohjautuvat kaivon ohi.
- Suojataan kaivo tulvia vastaan.
- Säädetään kaivon tuuletus (ilma-aukko) sopivaksi talven ajaksi.

Talvella:

- Huolehditaan, ettei tuuletusputki jää lumipeitteen alle.
- Huolehditaan, ettei lumityöt aiheuta kaivolle vaaraa.
- Huolehditaan, ettei lumia aurata pois vesijohdon päältä.
- Huolehditaan, ettei vesijohto pääse jäätymään.

3.2
Vesimäärä, veden laatu ja riittävyys

Veden laatu tarkastetaan sekä silmämääräisesti että hajuun ja makuun perustuen myös niinä vuosina, jolloin vedestä ei oteta laboratorioanalyysiä. Joka kolmas vuosi otetaan vesinäyte, joka analysoidaan laboratoriossa. Vesinäyte kannattaa ottaa eri vuodenaikoina, jolloin 12 vuoden välein saadaan tarkastetuksi mahdollinen vedenlaadun vuotuinen kausivaihtelu.

Veden laadun muutoksista voidaan tehdä lisäpäätelmiä veden riittävyyden avulla. Riittävyys arvioidaan kaivosta kuukausittain mitattujen vedenpinnan korkeuslukemien mukaan. Luvuista voidaan laskea vedenpinnan keskimääräinen vaihtelu vuosittain sekä alin ja ylin vedenpinta kaivossa. Riittävyys voidaan arvioida myös mittaamalla kaivon tuotto koepumppauksella (liite 4).

4
Kunnostuksen tarve

Kaivo kannattaa kunnostaa aina, kun kaivon paikka on veden saannin ja laadun kannalta hyvä eikä likaantumisriskejä ole. Vanhan kaivon kunnostaminen on tavallisesti halvempaa, kuin kokonaan uuden kaivon rakentaminen. Kun pohjavesi on likaantunut tai kaivon sijainti on likaantumisalttiilla paikalla, kaivoa ei kannata kunnostaa. Silloin selvitetään mahdollisuutta liittyä yhteiseen vesijohtoverkostoon tai etsitään uutta kaivon paikkaa puhtaalta pohjavesialueella. Käytännössä se saattaa olla kilometrien päässä, jolloin vaihtoehdoksi voi tulla yhteisen vesijohdon rakentaminen naapurin kanssa tai vedenkäsittelylaitteiston hankinta.

Kaivon heikko kunto huonontaa kaivoveden laatua. Heikkokuntoisissa kaivoissa on enemmän maaperässä eläviä bakteereja, kuin

hyväkuntoisissa kaivoissa. Väri, orgaanisen aineksen määrä ja sameus ovat sitä suuremmat, mitä heikkokuntoisemmaksi kaivo on todettu. Syynä näihin veden laatuominaisuuksiin on pintavesien vaikutus kaivoon. Jo uutta kaivoa rakennettaessa maaperä kaivon ympärillä painuu kaivutöiden seurauksena. Ellei painumaa korjata, voi kaivo ajan myötä sijaita kuopassa, joka kerää ympäriltä kaikki haitalliset valumavedet.

Tavallisin puute rengaskaivossa on huonossa kunnossa oleva kaivon yläosan rakenne. Kaivosta voi puuttua tuuletusputki, huoltoluukun (miesluukun) tiiviste, kansilaatan ja ylimmän renkaan välinen tiiviste tai renkaiden väliset tiivisteet, jolloin kaivoon pääsee suoraan sade- ja pintavesiä. Kaivon pohjalle kertyy ajan mittaan kaivoon virtaavan veden mukana hienoainesta, joka sakkautuu vettä raskaampana kaivon pohjalle lietteeksi ja voi siten heikentää veden saantia ja laatua.

Tyypillisiä porakaivon puutteita ovat kaivon yläosan huono eristäminen, huoltokaivon tiivistys suojaputkeen tai eristys- ja suojaputken vedenpitävä tiivistys kallioon, jolloin pintavedet pääsevät valumaan suoraan kaivoon. Lisäksi ongelmana on maakerrosten alla, kallion pinnassa kulkeva huonolaatuinen, usein rautapitoinen pohjavesi, joka voi yhdessä pintavesien kanssa pilata laadultaan muuten hyvän porakaivon veden laadun porareiän huonon eristyksen vuoksi.

Porakaivojen kunnostamista vaativia tekijöitä ovat kaivon suuri ikä ja siitä johtuva porareiän liettyminen, joista aiheutuu muun muassa veden samentumista. Porareiän pohjalle lietepesään voi kertyä vuosien mittaan porauslietettä ja porareiän reunasta lohjenneita pieniä kiviä. Veteen liuenneet rauta ja mangaani saostuvat joutuessaan kaivossa kosketuksiin hapen kanssa, jolloin ne tukkivat kallion rakoja, tuhrivat kaivon laitteita ja lähtevät liikkeelle verkostoon vettä otettaessa. Kaikki edellä mainitut tekijät voivat vaikuttaa heikentävästi kaivon antoisuuteen.

Jos kaivoa ei huolleta säännöllisesti vuosittain, kaivon kunto huononee, kuten seuraavista kuvista voidaan todeta. Heikkokuntoisimpia ovat esimerkkikuvien 111–114 kivikehäkaivo ja rengaskaivot, joissa erityisesti pintavedet vaikuttavat kaivoveden laatuun siinä määrin, että se ei sovellu juoma- ja talousvesikäyttöön.

Valtakunnallisen kaivotutkimuksen mukaan vain runsas puolet rengaskaivoista oli hyväkuntoisia, lopuissa rakenteet olivat tyydyttävässä tai heikossa kunnossa [7]. Keski-Suomessa tehdyn tutkimuksen mukaan vain 5–10 % kaivoista oli täysin moitteettomia. Kun otetaan huomioon täysin likaantuneet tai likaantumisen suhteen riskialttiilla paikalla olevat kaivot, joita ei kannata kunnostaa, kunnostukseen soveltuvia kaivoja oli 70 % kunnostuksen kohteena olleista 150 kaivosta. [6]

Kuva 111. Pieni kivikehäkaivo. Kaivossa ei ole kantta ja kaivon ympäriltä puuttuu tiivis maakerros. Pintavedet pääsevät valumaan suoraan kaivoon ja niiden mukana lika-aineet. Lähde kuitenkin osoittaa, että paikalla virtaa pohjavettä. Jos pohjavettä halutaan käyttää, voi kysymykseen tulla piirroksessa 8 esitetyt ratkaisut. (Kuva: Kirsti Korkka-Niemi)

Rakennettujen ja kunnostettujen porakaivojen määrästä ja kunnosta on maassamme hyvin vähän käytettävissä luotettavaa tietoa. Vanhimmat porakaivot rakennettiin köysiporakoneella jo sotien jälkeisenä aikana. Tätä vanhempiakin kaivoja voi löytyä. Toisin kuin Ruotsissa, Suomessa ei ole koottu porakaivorekisteriä, josta olisi paljon hyötyä kalliosta saatavan pohjaveden käyttöä suunniteltaessa ja toteutettaessa. Myöskään rengaskaivoista ei ole olemassa tällaista rekisteriä.

Porakaivot sijaitsevat usein laaksoissa ja maaston painanteissa, joissa kallioperän pohjavettä suojaavat usein savikerrokset. Porakaivonkin vesi on kuitenkin vaarassa likaantua. Lähellä kiinteistöjen rakennuksia olevat porakaivot on yleensä sijoitettu paikalle, missä maapeitteen paksuus on pieni, jolloin lähistöllä ei todennäköisesti ole esimerkiksi pohjavettä pilaavia puutarhoja ja peltoja, mutta kylläkin kovalle kalliolle rakennettuja navettoja ja sikaloita. Myös öljy- ja jätevesisäiliöt voivat vuotaa ja lika-aineet kulkeutua pohjaveteen. On todettu tapauksia, joissa lika-aineet ovat kulkeutunet kallioperän ruhjevyöhykkeissä useita kilometrejä.

Kuva 112. Huonokuntoinen rengaskaivon kansirakennelma, joka voi aiheuttaa vaaratilanteita esimerkiksi lapsille. Lähellä kasvan puun juuret ulottuvat kaivorenkaiden ympärille ja voivat aiheuttaa renkaiden liikkumista ja vuotokohtien syntymistä. Kaivon ympärille ei ole rakennettu pintavesien pääsyä estävää suojakerrosta. Toisaalta kaivon sijainti on hyvä harjun reunamalla ja pihapiirin ulkopuolella, jolloin pohjaveden likaantumisriski on pieni.

Kuva 113. Sammaleen peittämä rengaskaivo, jota ei ole huollettu vuosikausiin. Pintavesien kaivoon pääsyn estävää suojakerrosta tai tuuletusputkea ei ole rakennettu. Kaivon sijainti pihapiirin ulkopuolella on kuitenkin hyvä. Sammaleen alla voi olla puinen huoltoluukku, joka on todennäköisesti lahonnut ja kaivo on näinollen hengenvaarallinen.

Kuva 114. Rengaskaivon puinen kansirakennelma on lahonnut ja sortunut aiheuttaen vaaratekijän ihmisille ja eläimille. Pintavesien kaivoon pääsyn estävää suojakerrosta ei ole rakennettu tässäkään kaivossa. Pienien eläinten pääsy kaivoon on mahdollista, mikä aiheuttaa kaivoveden likaantumisvaaran. (Kuva: Petri Siiro)

5

Kaivon omatoiminen kunnostus

Kaivon omatoiminen kunnostus ei vaadi erikoiskalustoa. Käytettävät työkalut voidaan tarvittaessa vuokrata rakennusvälinevuokraamosta. Ammattitaidolla ja hyvillä työvälineillä työstä suoriudutaan nopeasti. Työn voi tilata myös alan urakoitsijalta. Omatoimisiin kunnostustoimenpiteisiin kuuluvat seuraavat toimenpiteet, ellei niitä ole tehty jo kaivon vuosihuollon (luku 3) yhteydessä:

a) sade- ja sulamisvesien ojitus ja poistaminen kaivon läheltä
b) porakaivon huoltokaivon tyhjennys ja puhdistus
c) kansiston tiivisteiden tarkastus ja vaihto
d) porakaivon huoltokaivon viemärin ja välpän tarkastus ja puhdistus
e) kaivon vesijohtoliitoksen tarkastus ja korjaaminen
f) kaivon tuuletuksen tarkastaminen, tuuletusputken puhdistaminen ja puutteellisen tiivisteen korjaaminen tai uusiminen
g) sähköjohtojen ja liitäntöjen tarkastaminen ja tarvittaessa sähköasentajan tilaaminen korjaamaan puutteet
h) porareiän suojahatun ja tuuletusputken tarkastaminen
i) rengaskaivon pohjan tarkastaminen ja mahdollisten roskien poistaminen kaivosta
j) kaivon puhdistus ja desinfiointi
k) rengassaumojen tiivistys.

6

Kaivon vaativa kunnostus

Rengaskaivon kunnostaminen on vaativaa esim. silloin, jos kaivonrenkaat ovat murtuneet, kansirakenteet vioittuneet tai pohja liettynyt. Myös vuosia käyttämättömänä olleen kaivon kunnostus on vaativaa. Porakaivon vaativan kunnostuksen tarve liittyy esim. pumpun käyttöikään, mikä vaihtelee noin viidestä vuodesta yli 20 vuoteen mm. käytön määrästä, pumpun tehosta ja veden laadusta riippuen. Vaativaan kunnostukseen liittyy kaivon rakenteiden purkamista ja niiden kunnostamista sekä rengaskaivon kohdalla kaivossa työskentelyä. Vaativassa kunnostuksessa tarvitaan tietoa ja kokemusta kunnostustyöstä, raskasta kalustoa, erilaisia tarvikkeita ja työvoimaa, joten se tehdään yleensä alan urakoitsijan toimesta. Tällöin kunnostuksesta sovitaan kirjallisesti esim. Kaivosopimuslomakkeen (liite 7) avulla.

Kunnostus tehdään kaivon kuntokartoituksen perusteella (luku 2). Kuntokartoituksessa otetaan luvussa 2 mainittujen tarkastusten lisäksi erityisesti huomioon luvun 6.1 seikat. Lisäksi tehdään kartta- ja maastotarkastelu ja haastatellaan kaivon käyttäjää (luku 6.2).

Kuntokartoituksen raportin perusteella tehdään kunnostussuunnitelma, jossa ilmoitetaan kunnostettavat kohteet, kunnostamisessa tarvittavat materiaalit, hankinnat ja kunnostamiseen liittyvät työmaajärjestelyt. Alustava selvitys ja ehdotus kulkureiteistä työmaalle tehdään, jos reitiltä joudutaan kaatamaan puita tai käyttämään naapurikiinteistöä. Karttaan merkitään mahdolliset ilmajohdot ja maanalaiset kaapelit, jotka haittaavat kulkua tai rakentamista. Maaperän kantavuus selvitetään, jos paikalle mennään raskaalla kalustolla. Kunnostaminen voi olla maaston kannalta helpoin tehdä kevättalvella, kun maa on vielä roudassa. Silloin haittana on kuitenkin veden jäätyminen.

Kunnostussuunnitelman perusteella päätetään kunnostuksessa tarvittavista toimenpiteistä, hankittavista tarvikkeista ja niistä aiheutuvista kustannuksista, joiden perusteella laaditaan kustannusarvio. Arvioon sisältyvät muun muassa tehty työ, tarvikkeet, kaivurin ja autojen käyttö ja tarvittavat maa-ainekset, kuten suodatinhiekka ja kalkkikivirouhe sekä putki- ja sähkötyöt laitteineen ja toimitusehtoineen. Porakaivon kunnostuksessa päätetään lisäksi, koskeeko kunnostus pelkästään huoltokaivoa vai sekä porareikää ja huoltokaivoa.

Kunnostussuunnitelman laatimisen ja kunnostuksen välille on syytä varata aikaa vähintään kuukausi, koska monien tarvikkeiden hankita saattaa kestää useita viikkoja varsinkin kesäloma-aikoina. Kunnostuksessa käy-

tetään yleensä raskasta kalustoa, jonka reitti kaivon paikalle joudutaan myös tavallisesti raivaamaan erikseen.

Kaivon kunnostuksen eri vaiheista ja käytetyistä materiaaleista laaditaan raportti, joka toimitetaan kaivon omistajalle. Samalla annetaan ohjeet kiinteistön omistajalle kaivon ja sen laitteiston käytöstä ja huollosta sekä suositus veden laadun seurannasta.

6.1
Kuntokartoituksessa huomioitavaa

Ennen kaivon vaativaa kunnostusta on tehtävä huolella kaivon kuntokartoitus, jossa otetaan erityisesti huomioon seuraavat seikat.

Kaivon tarkastuksessa kartoitetaan ja mitataan kaikki kaivon rakenteisiin ja veden johtamiseen liittyvät asiat kuten renkaan koko ja korkeus, porareiän koko ja syvyys, suoja- ja eristysputkien mitat, vesitilavuus, lietepatjan korkeus, vaihtelut veden pinnassa, putkiston ja pumppausjärjestelmän tyyppi, putkiston pituus, koko ja pumppausjärjestelmän ikä sekä sen kunnostus- tai vaihtotarve. Lisäksi selvitetään kannen sopivuus, tuuletus, tiiveys ja kunto. Mahdolliset murtumat renkaissa tarkastetaan, samoin renkaiden tiiveys, kaivon ympärillä olevat puiden juuristot ja roudan vaikutukset.

Porakaivon porareiän tarkastusta varten joudutaan usein purkamaan kaikki kansirakennelmat ennen kuin porakaivon pumppu voidaan nostaa ylös ja tarkistaa sen kunto ja ikä. Porareiän kunto tarkastetaan kuvaamalla. Liettynyt porareikä joudutaan huuhtelemaan tarkastusta varten. Liettynyt porakaivo kuvataan ennen pesua ja sen jälkeen. Jos porausreikä on selvästi matalampi kuin alkuperäinen reikä, on kaivon pohjalle kertynyt kaivon seinämistä irronneita kiviä ja lietettä.

Kaivossa tehdään havainnot mahdollisista rauta- ja mangaanisaostumista sekä kaivon mahdollisesta liettymisestä. Tarkastetaan ja arvioidaan pintavesien pääsy kaivoon. Kaivon antoisuus selvitetään liitteessä 4 esitetyllä tavalla tekemällä koepumppaus.

Kuva 115. Vanhan kivikehäkaivon kuntoa arvioidaan voimakkaan lampun avulla.

Kuva 116. Kuvassa 115 esitetty kunnostettava kaivo on vanha, noin 4-5 metriä syvä kivikehäkaivo. Kaivo sijaitsee asuinrakennuksen pihassa. Pintavedet pääsevät kaivoon helposti maanpinnalle saakka ladottujen kivien välistä. Tutkimusten perusteella kaivo voitiin kunnostaa purkamatta kivikehää, joka on osa tulevan kaivon ympärille muodostuvasta nopeasti hyödynnettävästä pohjavesivarastosta.

6.2
Kartta- ja maastotarkastelu ja käyttäjän haastattelu

Kiinteistöllä ja sen lähiympäristössä tehdään kartta- ja maastotarkastelu, jonka avulla selvitetään kaikki kunnostukseen vaikuttavat tekijät kaivon ulkopuolella. Kaivon veden laadun kannalta tärkein tehtävä on kartoittaa ja arvioida kiinteistöllä ja sen lähiympäristössä mahdollisesti olevat pohjavettä likaavat tekijät ja toiminnot tai syyt, jotka voivat aiheuttaa pohjaveden likaantumisen myöhemmin esimerkiksi, kun pohjaveden pintaa lasketaan.

Kartoitettavia kohteita ovat kaivolle suoranaisen riskin aiheuttavat navetat, öljysäiliöt, puutteellinen viemäröinti tai jätevesien käsittely, sikala ja suolattava tie. Epäsuoran riskin kaivolle aiheuttaa pohjaveden likaantumista aiheuttavat toiminnat, kuten peltojen ja puutarhojen lannoitus, rikkaruohojen torjunta-aineiden käyttö tai karjan laiduntaminen lähellä kaivoa. Erityistä huomiota kannattaa kiinnittää viemäröintiin varsinkin, jos viemäreitä on louhittu kallioon. Tällöin tulee tarkistaa, että lika-aineet eivät missään olosuhteissa pääse kulkeutumaan kallion halkeamiin ja sitä kautta porakaivoon.

Kaivon ympäristöstä tarkastetaan lisäksi kunnostustyössä tarvittavien koneiden kulkureitit kaivon paikalle ja tarvikkeiden sijoitusalueet, ilmakaapelit ja maanalaiset esteet

Kuva 117. Pohjaveden pinnan mittaus kunnostettavaksi suunnitellun kaivon tarkastuksen yhteydessä. Kunnostusta suunniteltaessa on tällöin otettava huomioon mittausajankohta ja pohjavesitilanne paikkakunnalla. Lisätietoja pohjaveden pinnan yleisestä tasosta mittausaikana saa alueelliselta ympäristökeskukselta.

Kuva 118. Vesinäytteen ottaminen kaivon tarkastuksen yhteydessä. Huomaa, että sertifioitu näytteenottaja käyttää aina puhtaita käsineitä. Kentällä voidaan mitata suoraan kaivosta muun muassa seuraavia tärkeitä veden laatuominaisuuksia: veteen liuenneen hapen pitoisuus, lämpötila ja sähkönjohtavuus. Vesinäytteestä voidaan nopeasti analysoida paikan päällä esimerkiksi rautapitoisuus. Jos vesinäyte on sameaa, tulee näyte suodattaa heti kentällä kuvassa 58 esitetyllä tavalla. Jos vedessä todetaan sellaisia pohjaveden likaantumiseen viittaavia tekijöitä kuten bakteerit tai korkea suola- tai nitraattipitoisuus, likaantumislähteen poistamismahdollisuus tulee selvittää tai rakentaa kaivo uuteen paikkaan. (Kuva: Pertti Virtanen)

kuten viemärit, maakellarit, maakaapelit ja vesijohdot. Mahdolliset istutukset, kasvimaat ja pellot voivat haitata koneilla liikkumista.

Rakennusten katoilta valuvien sadevesien suunta ja määrä arvioidaan. Jos sadevesijärjestelmä on puutteellinen tai se ei toimi suunnitellusti, vesi lammikoituu pihamaalle tai kaivon läheisyyteen. Järjestelmä tulee tällöin korjata.

Kaivon käyttäjää haastattelemalla kerätään tarpeelliset taustatiedot kunnostuksen suunnittelua ja toteutusta varten. Tarvittavia tietoja ovat mm. kaivon rakennusajankohta, maapeitteen paksuus ja laatu, kallion laatu, kaivon käyttöhistoria, kaivon nykyinen ja tuleva käyttö, pumpun ikä ja käyttö, vedenpinnan korkeus kaivossa ja kaivon antoisuus. Lisäksi tarvitaan tieto siitä, kuivuuko kaivo vettä otettaessa, miten vedenpinta kaivossa vaihtelee eri vuodenaikoina ja vuosittain ja onko kaivosta otettu aiemmin vesinäytteitä. Samalla kysytään kiinteistön omistajalla olevia tietoja kiinteistöllä tai sen lähiympäristössä olevista kaivoista ja kaivotyypeistä sekä pohjaveden likaantumisriskiä aiheuttavista tekijöistä ja lähialueen mahdollisista louhintatöistä.

6.3 Varsinaiset kunnostustoimenpiteet

Kunnostukseen liittyvät toimenpiteet voidaan jakaa seuraaviin toimenpiteisiin: hankinnat ja työmaajärjestelyt, rengaskaivossa tehtävät huolto- ja kunnostustyöt tai porareiän kunnostuksen, koepumppauksen ja mahdollisen porakaivon vesipainehalkaisun, vesinäytteen ottamisen ja loppuraportin laatimisen.

Kunnostusjärjestys voi vaihdella työmäärän mukaan. Yleensä raivataan ensin puusto ja tehdään sen jälkeen kaivutyöt, poistetaan suojaukset ja yläosarakenteet, poistetaan putkisto, pumppu ja vaihdettavat osat, korjataan puutteet, puhdistetaan ja huuhdellaan vesijohto, puhdistetaan kaivo ja lisätään pohjalle suodatinkerrokset sekä tehdään huuhtelu- ja koepumppaus (ei vesijohtoverkoston pumpulla). Porareiälle voidaan tehdä tarvittaessa vesipainehalkaisu ennen koepumppausta.

Tämän jälkeen asennetaan pumppu ja putkisto takaisin kaivoon, asennetaan yläosarakenteet ja lisätään tarvittavat suojaukset, tehdään maankaivuun liittyvät täyttötyöt ja viimeistellään kaivualue nurmetuksella. Järjestelmän toimivuus testataan ja vesinäyte otetaan aikaisintaan 2 viikon kuluttua kaivon puhdistamisesta. Laadukas näyte porakaivosta saadaan aikaisintaan puolen vuoden kuluttua, jos kaivolle on tehty sen rakentamiseen verrattavia toimenpiteitä.

6.3.1 Hankinnat ja työmaajärjestelyt

Ennen kaivon kunnostamista putkistot tyhjennetään vedestä ja katkaistaan kaivolle tuleva sähkö. Kunnostustyön ajaksi varataan talouden käyttöön riittävästi juomakelpoista vettä.

Työmaalle hankitaan etukäteen tarvittavat materiaalit ja laitteet kaivoa ja vesijohtojärjestelmää varten kunnostussuunnitelman mukaisesti. Pienimmät osat urakoitsija kuljettaa yleensä mukanaan.

Työmaajärjestelyihin kuuluu kulkureitin valinta, mahdollinen puuston raivaus työkoneiden tieltä, materiaalien ja tarvikkeiden sijoituspaikkojen raivaaminen sekä mahdollinen lupa naapurikiinteistön käyttöön kulkureittinä. Etukäteen selvitetään ilmakaapelit ja maanalaiset esteet ja huolehditaan niiden suojaamisesta tai siirtämisestä, jotta ne eivät estä työskentelyä. Porakaivon putkiston poisto ja sijoitus vaatii tilaa, mikä tulee ottaa huomioon järjestelyissä. Työmaan turvallisuus varmistetaan esim. asettamalla tarvittavat liikennemerkit tien varteen ja huolehtimalla, etteivät lapset ja eläimet pääse työmaa-alueelle.

Kuva 119. Auton alustalla kuljetettavan porauskaluston pitää päästä porattavaan kohteeseen. (Kuva: Jouni Lehtonen)

Kuva 120.1. Pieni porauskalusto voidaan kuljettaa hankalaankin kohteeseen. Tällöin voimanlähteenä käytettävä generaattori voi jäädä kauas porauskohteesta. (Kuva: Toivo Lapinlampi)

Kuva 120.2. Pieni porauskalusto. (Kuva: Toivo Lapinlampi)

6.3.2
Rengaskaivon vaativa kunnostus

6.3.2.1
Yläosa ja pintaeristys

Kaivon ulkopuolelta poistetaan pintamaa rikkomatta mahdollisesti siinä olevaa vedeneristyskalvoa. Pintamaat, vedeneristyskalvo tai savi-siltti eristyskerros ja kaivon ulkopuolinen routimaton ympärystäyttö läjitetään omiin kasoihinsa. Mahdollinen kaivon lämmöneriste poistetaan rikkomatta sitä. Kaivua jatketaan suunniteltuun syvyyteen, yleensä rakennuksille menevään vesijohtoon saakka. Porakaivon huoltokaivo on usein salaojitettu, jolloin kaivu voi edetä salaojiin asti, jos ne aiotaan uusia. Hyväkuntoiset salaojaputket voidaan käyttää uudelleen. Myös pois kaivettu täyttömaa läjitetään omaan kasaansa.

Kaivon yläosan rakenteen kunnostamiseen liittyvät työt tehdään joko tässä vaiheessa tai vasta kaivon sisäpuolisten kunnostustöiden jälkeen. Rakenne kunnostetaan korjaamalla tai uusimalla rikkonaiset renkaat. Uusiin renkaisiin porataan tarvittavat läpiviennit, ellei niitä ole jo valmiiksi porattu. Saumojen tiivisteet korjataan, vesijohdon läpivienti tiivistetään ja maakaapelin suojakuori tarkastetaan.

Tarkastusten ja korjausten jälkeen asennetaan kaivon ulkopuolinen lämmöneriste. Kaivon vierusta täytetään routimattomalla täytöllä samaan aikaan, kun muu ympärystäyttö tehdään pois kaivetulla täyttömaalla. Kaivon ulkopuoli muotoillaan kaivolta poispäin viettäväksi ja asennetaan vaakasuora vedeneristyskerros. Lopuksi kaivon ympärys täytetään pintamaalla ja nurmetetaan. Mahdolliset ojat raivataan puhtaaksi.

Työn eri vaiheita on esitetty kuvissa 121–125:

Kuva 121. Tilannearvio työmaalla kaivotarkastuksen yhteydessä aikaisemmin tehdyn selvityksen pohjalta. Kaivon kunnostus tehdään yleensä yhden työpäivän aikana. Kunnostus valmistellaan etukäteen tuomalla paikalle tarvittavat materiaalit. Ennen työn aloittamista tarkastetaan tuotteet ja tarvittaessa hyväksytetään tilaajalla tuote, joka ei vastaa kunnostussuunnitelmaa.

Kuva 122. Pintamaat poistetaan kunnostettavan kaivon ympäriltä noin 5 metrin säteellä 0,5–3 metrin syvyydelle saakka. Huonokuntoiset renkaat vaihdetaan uusiin ja saumat tiivistetään.

Kuva 123. Kunnostettavan kaivon yläosan renkaiden uusien saumojen tiivistämisessä käytetään tiivistenauhaa tai elastisia tiivisterenkaita. Tiiviste valitaan rengastyypin perusteella.

Kuva 124. Kaivon yläosan ympäriltä poistetut maat läjitetään omaan kasaan. Routimisen estämiseksi renkaiden ulkopuolisessa täytössä käytetään routimatonta soraa. Kaivon renkaat suojataan ulkopuolelta ennen täyttöä roudaneristeellä, mikä kiinnitetään tiukasti kaivon yläosan ympärille.

Kuva 125. Kunnostuksen jälkeen kaivon yläosa muotoillaan kaltevaksi siten että sadevedet virtaavat kaivolta poispäin. Tiivistemaana käytetään yleensä vettä läpäisemätöntä savea tai muovikalvoa ja sullottua silttimoreenia. Saven halkeilemisen ja kuivumisen estämiseksi pintamaa nurmetetaan.

6.3.2.2

Sisäpuoliset rakenteet

Rengaskaivon sisäpuolisten rakenteiden kunnostaminen vaatii kaivon sisälle menoa. Ennen kaivoon menoa poistetaan kaivon ulkopuoliset katokset. Kaivon kansilaatasta poistetaan siirtoa haittaavat irtonaiset osat: huoltoluukku ja tuuletusputki sekä kansilaattaan kiinnitetyt osat: vaijerit ja sähkökaapelit. Kansilaatta siirretään syrjään pois kunnostamisen tieltä. Kaivon sisältä poistetaan ylimääräiset rakenteet, kuten välikannet.

Kaivoon asennetaan tikkaat ja muut tarvittavat apuvälineet sekä työmaapumppu, jolla vedenpinta alennetaan suunnitelman mukaiselle tasolle.

Kaivoon menevä henkilö pukee turvavaljaat ja henkilösuojaimet. Kaivon sisällä olevat putket ja pumput poistetaan ja käynnistetään purkutyössä mahdollisesti tarvittava virtalähde (generaattori). Renkaat kunnostetaan, saumat ja vesijohdot tiivistetään ja rakennukselle menevä vesijohto huuhdellaan. Kaivo huuhdellaan, sen pohja puhdistetaan ja pohjalle lisätään tarvittaessa suodatinhiekat. Pohjaventtiilin tai uppopumpun kunto tarkastetaan ja tarvittaessa uusitaan.

Asennetaan pumppu ja putkisto, jonka jälkeen kaivosta poistetaan työnaikaiset järjestelyt. Kansilaatta voidaan asentaa, jos koepumppausta ja vesijohtojärjestelmän testausta ei voi tehdä kunnostuksen yhteydessä veden vähäisyyden vuoksi. Tällöin ne voidaan tehdä kaivon täytyttyä vedellä suunnitellulle tasolle. Kun kaikki työt kaivossa on tehty, se desinfioidaan tarvittaessa. [8]

◄ Kuva 126. Kaivo pestään käsin harjaamalla tai painepesurilla. Pesuvesi valuu kaivoon. Puhdas pesuvesi otetaan esimerkiksi paikalle tätä varten tuodusta säiliöautosta.

◣ Kuva 127. Kaivoon mentäessä käytetään turvavaljaita, jotka ovat välttämättömät henkilön ylös saamisessa kaivosta onnettomuuden tapahduttua. Työryhmässä täytyy olla onnettomuustilanteiden välttämiseksi vähintään kaksi henkilöä.

▼ Kuva 128. Kaivoon tullut pesuvesi ja kaivon pohjalle kertynyt liete pumpataan pois. Hienoaineksiseen maaperään rakennetun kaivon vedenpintaa saa laskea vain metrin verran hydraulisen murtumisen estämiseksi. Vesi pumpataan riittävän kauas kaivosta.

▲ Kuva 129. Huoltamattoman kaivon pohjalle voi kertyä ajan mittaan erilaista rojua, joka poistetaan. Kaivoon kuulumattomasta tavarasta aiheutuu veden laatumuutoksia ja ne voivat tukkia kaivon pohjan.

▲ Kuva 130. Kaivon yläosan rakenteiden huonosta kunnosta johtuen kaivoon pääsee pieniä eläimiä kuten hiiriä, myyriä ja oravia, jotka poistetaan. Sammakotkaan eivät ole hyvän kaivoveden laadun tae.

◀ Kuva 131. Kunnostetun kaivon pohjalle kaadetaan tarvittaessa kalkkikivirouhetta, joka reagoi pohjaveden hiilidioksidin kanssa. Pohjaveden nousee pH:n tasolle yli 7,0, jolloin veden syövyttävyys vähenee. Kalkkikivi reagoi myös veteen liuenneen raudan ja mangaanin kanssa ja muodostaa biologisesti saostunutta sakkaa. Ajan mittaan kalkkikivi kuluu ja tukkeutuu ja se pitää vaihtaa määrävälein. Vaihtovälin pituus riippuu pohjaveden laadusta ja veteen liuenneen raudan määrästä, mutta on yleensä vuosia. Raudan poistoon kalkkikivi sopii parhaiten pohjaveden rautapitoisuuden ollessa alle 1 mg/l. Kalkkivimäärästä on lisätietoa Nordkalkin Internet-sivuilla (www.nordkalk.fi> Ympäristösovellukset> Vesi> Juomavesi> Kalkkivialkalointi).

▼ Kuva 132.1. Kaivon pohjalle kaadetaan noin 20–50 cm puhdasta suodatinhiekkaa. Suodatinkerros suodattaa vedestä epäpuhtauksia ja vähentää kiintoaineksen määrää. Suodatinhiekan rakeisuus määräytyy kaivoa ympäröivän maaperän laadusta. Suodattimen aikaan saamiseksi hiekan keskimääräisen raekoon (D50) tulee olla enintään yhden suhde neljään (1:4) verrattuna ympäröivään hienorakeisempaan maaperään. Suodatin voidaan joutua rakentamaan useammasta eri kerroksesta. Vesipesään tulevan soran on oltava puhdasta, joten sora on hyvä suojata pressuilla kunnes se laitetaan kaivon pohjalle.

▶ Kuva 132.2. Kaivon kunnostamisessa tarvittaville maa-aineksille tulee varata riittävästi tilaa kaivon läheltä. (Kuva: Toivo Lapinlampi)

6.3.3
Porakaivon vaativa kunnostus

6.3.3.1
Sisäpuoliset rakenteet

Kansilaatan poistamisen jälkeen porakaivon huoltokaivon sisäpuoli kunnostetaan samoin kuten rengaskaivo (luku 6.3.2.2) pohjaa lukuun ottamatta. Huoltokaivosta poistetaan porareiän kunnostamista haittaavat rakenteet. Huoltokaivossa mahdollisesti sijaitsevat painesäiliö ja lämpöpatteri poistetaan, samoin kuin lämmöneristyslevyt. Porareiän kunnostamista varten voidaan joutua poistamaan kaikki huoltokaivon renkaat.

Huoltokaivon pohjan tulee olla tiivis ja vedenpitävä. Porareiän suojaputken tulee ulottua riittävän korkealle huoltokaivon pohjasta mitattuna, jotta huoltokaivoon mahdollisesti tihkuvat vedet eivät pääse suoraan porareikään. Vesi poistetaan huoltokaivosta joko viemäröimällä se tai pienen uppopumpun avulla.

Porareiän suojahattu sekä pumppu putkineen ja kaapeleineen poistetaan. Putken sijoittamiselle varataan riittävästi tilaa kaivon läheltä. Yli 100 metriä syvässä ja vanhojen kaivojen porareiässä oleva putki on usein terästä. Putki voi hyvinkin painaa yli 100 kg, jolloin putken poistaminen vaatii kokemusta ja ammattitaitoa.

Mitataan vedenpinta porareiässä ennen kunnostuksen aloittamista ja reiän syvyys. Syvyyttä verrataan kaivon teon yhteydessä saatuun porausraporttiin, jolloin saadaan selville kaivon pohjalla olevan lietteen määrä.

Tämän jälkeen porareikä kuvataan. Ennen kuvausta voidaan joutua pumppaamaan vettä porareiästä. Porareikä voidaan tyhjentää ennen kuvausta kaivon omalla pumpulla tai pumpun poiston jälkeen erillisellä tyhjennyspumpulla kunnostussuunnitelman mukaisesti. Kuvaus ennen painepesua on tärkeä, sillä siitä nähdään tarvittaessa helposti porareiässä olevan hienojakoisen kiviaineksen lisäksi, raudan ja mangaanin saostumat. Porareikä huuhdellaan ja kuvataan uudelleen.

Suojaputken kunto sekä tiivistys huoltokaivoon ja kallion pintaosaan tarkastetaan. Kivilajin rikkonaisuudesta riippuen kallioon asennetun teräksisen suojaputken tulisi olla porattu 1–6 metrin syvyyteen kallioon. Putken tarkoituksena on estää kallion pintaosissa esiintyvän laadultaan huonon pohjaveden kulkeutuminen porareikään. Mikäli porakaivon vesi on laadultaan huonoa ja mainittu suojaputken tiivistys kallioon vuotaa, tiivistys uusitaan. Teräksisen suojaputken sisään kuuluu asentaa muovinen eristysputki, ellei sitä ole jo asennettu. Eristysputken tehtävä on estää pohjaveden haitallinen kontakti teräsputken kanssa.

Kuva 133. Huoltokaivosta joudutaan poistamaan ennen huoltoa kaikki pumppausjärjestelmän osat, jotka sinne on asennettu. Tämä vaatii putki- ja sähköasennustaitoja. (Kuva: Toivo Lapinlampi)

Kuva 134. Huoltokaivon tulee olla kuiva ja renkaiden tiivisteiden ehjät, jotta sade- ja sulamisvedet eivät pääse porareikään. Suojaputken korkeus kaivon pohjasta tulee olla 10–30 cm oheisen kuvan mukaan. (Kuva: Jouni Lehtonen)

Kuva 135. Porakaivon kunnostus. Toimenpiteessä pumppu nostetaan ylös, kaivo pestään painepesurilla ja pintavesien pääsy kaivoon estetään eristämällä kaivon yläosa. Porakaivosta nostettu putkisto sijoitetaan puhtaalle alustalle uudelleen asennusta varten. Putkisto pestään tarvittaessa. Näitä toimenpiteitä varten tulee varata riittävästi tilaa kaivon läheltä. Porakaivon pumpun kestoikä vaihtelee noin viidestä vuodesta yli 20 vuoteen muun muassa käytön määrästä, pumpun tehosta ja veden laadusta riippuen. (Kuva: Jouni Lehtonen)

6.3.4
Koepumppaus

Koepumppauksia ja niiden perusteella tehtäviä johtopäätöksiä on tarkasteltu yksityiskohtaisesti liitteessä 4.

Koepumppaus voidaan tehdä pikakokeena, jolloin se kestää vain muutaman tunnin. Yhden talouden vedentarvetta varten tehdyn uuden kaivon rakentamisen yhteydessä koepumppaus kestää 1–2 vuorokautta. Useamman talouden tai suuremman vesimäärän ottoa varten tehtävä koepumppaus kestää useita viikkoja, jopa kuukausia. Koepumppauksessa rengaskaivon vedenpintaa ei tule alentaa yli metriä.

Jatkuvan tuoton selvittämiseksi vettä pumpataan kaivosta niin, että vedenpinta pysyy koko ajan samalla tasolla kuukausien ajan. Tällöin kaivon antoisuus on kyseinen vedentuotto.

Jos halutaan selvittää porakaivon toimivuus vedenottotilanteessa ja antoisuus muun muassa kallioperän rakoilusta riippuen, suoritetaan lyhytaikainen yhden – kahden vuorokauden pumppaus. Pumppauksen aikana seurataan sen vaikutusta pohjaveden pintaan. Pumppausteho mitataan ja seurataan sen muutoksia. Pumppauksen päätyttyä seurataan pohjaveden pinnan nousunopeutta porareiässä. Näiden havaintojen perusteella tehdään johtopäätöksiä kaivosta saatavissa olevasta veden määrästä.

Jos halutaan selvittää porakaivon jatkuva antoisuus, koepumppausta tulee tehdä vähintään noin kahden viikon ajan [2, 17]. Pitkäkestoisen koepumppauksen tavoitteena on selvittää mahdollisuuksien mukaan myös kaivoon liittyvä pohjaveden muodostumisalue. Se ei ole kuitenkaan yleensä tarpeellinen yhden talouden tarpeisiin saatavissa olevan vesimäärän arvioimista varten.

6.3.4.1
Vesipainehalkaisu

Huonotuottoisille porakaivoille tehdään painehalkaisu kovan vesipaineen avulla. Sen tarkoituksena on avata kallion rakoja veden kaivoon virtauksen helpottamiseksi. Painehalkaisun avulla voidaan saatujen kokemusten mukaan useimmiten turvata veden saanti. Jos porakaivo porataan ehjään kallioon, muutama prosentti tehdyistä kaivoista voi jäädä kuiviksi tai niistä ei saada riittävästi pohjavettä.

Painehalkaisua varten porareikä suljetaan halkaistavan kaivonosan yläpuolella paisuvalla mansetilla. Painehalkaisu voidaan toistaa tarvittaessa useampia kertoja tarvittavan vesimäärän saamiseksi.

6.3.5

Vesinäyte

Rengaskaivosta vesinäyte otetaan aikaisintaan kahden viikon kuluttua kaivon kunnostuksen jälkeen. Vesinäyte otetaan kiinteistön vesihanasta, kun vettä on juoksutettu niin kauan, että vesi verkostossa vaihtuu ja näytepulloon otettava vesi on tuoretta kaivovettä. Suoraan kaivosta otettu vesinäyte kuvaa alueen pohjaveden laatua. Vesinäyte toimitetaan laboratorioon, jossa tehdään tarvittavat analyysit (liite 5).

Porakaivosta suositellaan otettavan vesinäyte vasta muutaman kuukauden kuluttua kunnostuksen jälkeen, koska porakaivon vesi kirkastuu täysin vasta pitkän käyttöajan jälkeen. Vesinäytettä otettaessa porakaivon vettä juoksutetaan niin kauan, että vesi vaihtuu putkistossa ja painesäiliössä, ja näytepulloon otettava vesi on tuoretta porakaivon vettä.

Porakaivovedestä on suositeltavaa tehdä samat analyysit kuin rengaskaivojen vedestä (liite 5). On suositeltavaa analysoida myös kallioperälle ominaiset selvän terveysriskin aiheuttavat aineet, kuten radon, uraani, arseeni, fluoridi ja nikkeli. Niiden analysointi on erityisen suositeltavaa, jos niitä esiintyy paikkakunnan muissa kaivoissa. Jos niitä esiintyy ensimmäistä kertaa otettavassa laajassa analyysissä, niitä kannattaa seurata kolmen vuoden välein.

Kuva 136. Kaivon kunnostuksen jälkeen kaivosta otetaan vielä toinen vesinäyte, josta voidaan tutkia samat veden laatuominaisuudet kuin ennen kaivon kunnostusta otetusta näytteestä. Kunnostetusta kaivosta pumpattava pohjavesi on yleensä raikasta ja kaikilta ominaisuuksiltaan parempaa kuin huoltamattoman kaivon vesi. Kaivovedessä voi kuitenkin olla esimerkiksi niin paljon rautaa ja mangaania, etteivät ne pidäty kaivon pohjalle asennettuun kalkkikivikerrokseen. Vedessä voi olla myös muita talousvedelle haitallisia aineita, jotka voidaan poistaa käsittelemällä vesi tarkoitusta varten tehdyllä laitteistolla.

6.3.6

Loppuraportti

Loppuraportti kaivon kunnostuksesta laaditaan sen jälkeen, kun vesianalyysien tulokset on saatu. Raportissa kerrotaan kunnostusprojektin eri vaiheissa tehdyt toimenpiteet ja niiden kustannukset sekä muut kunnostuksessa esille tulleet seikat. Loppuraportti sisältää kaivon tyyppikuvat mittoineen, kunnostustyössä otetut kuvat, kaivon käyttö- ja huolto-ohjeen ja suosituksen kaivosta otettavista vesimääristä. Mahdolliset asiakirjat täydennetään.

Rengaskaivon osalta loppuraportissa eritellään kaivon pohjan liettyneisyys ja pohjalla olevan alkuperäisen maan laatu, suodatinkerroksen paksuus ja suodatinmateriaalin raekoko. Raporttiin kirjataan lisäksi neuvot kaivon pohjan mahdollisen hydraulisen murtuman estämiseksi. Hydraulinen murtuma johtuu liian suuresta ja nopeasta vedenpinnan laskusta kaivossa, jos kaivon pohjalla oleva maaaines on liian hienojakoista moreenia.

Porakaivon osalta loppuraportissa eritellään pumpun ja putkistojen likaantuminen ja kunto sekä niissä tai kaivon seinämillä esiintyvät raudan ja mangaanin saostumat tai kovasta vedestä johtuvat kalkkikivettymät.

Liite 4
Kaivon antoisuuden mittaaminen

1

Yleistä

Kaivon antoisuus selvitetään koepumppauksella kaivon rakentamisen jälkeen tai vuosihuollon yhteydessä. Tavoitteena on selvittää kaivosta päivittäin saatava vesimäärä (m^3/vrk). Antoisuus arvioidaan ottamalla huomioon veden käyttötarve, kaivon käytön ajankohta vuosittain ja käytön jatkuvuus. Todellinen kaivon antoisuus voi olla selvästi suurempi kuin veden tarve.

Kaivon rakentamisen jälkeen kaivolle tehdään ensin huuhtelupumppaus (puhdistuspumppaus), jonka avulla kaivosta poistetaan rakentamisen aikana veteen jäänyt hienoaines. Kaivon huuhtelupumppausta jatketaan vähintään niin kauan, että pumppausvesi kirkastuu ja siitä saadaan otettua edustava, kirkas vesinäyte. Uuden porakaivon vesinäyte suositellaan otettavaksi vasta 6 kk kaivon rakentamisen jälkeen, koska veden sameus ei häivy hetkessä ja se vaikuttaa veden analysointituloksiin.

Huuhtelupumppauksen aikana tai sen jälkeen tehdään varsinainen koepumppaus kaivon antoisuuden määrittämiseksi. Koepumppaus suoritetaan vaiheittain, joten se on suunniteltava huolellisesti. Huonosti valmistellulla koepumppauksella kaivolle voidaan aiheuttaa vahinkoa. Vaarana on esim. rengaskaivon hydraulinen murtuma tai naapurin kaivon kuivuminen.

Koepumppauksen kestoaikaan vaikuttavat mm. kiinteistön vedentarve, kaivoon liittyvän pohjaveden muodostumisalueen laajuus sekä pumppauksen vaikutus vedenpintaan pumpattavassa kaivossa ja ympäristössä. Yhden talouden käyttöön tulevan kaivon antoisuuden määrittämiseksi tehdään joko muutaman tunnin pikakoepumppaus tai pitkäkestoinen koepumppaus. Vedenpintaa seurataan koko pumppauksen ajan mittaamalla vedenpinta ennen pumppausta, sen aikana päivittäin ja pumppauksen jälkeen.

Jos todetaan, että vedenpinta nousee nopeasti pumppauksen keskeytyessä tai pumpattavissa olevan veden määrä vaikuttaa olevan selvästi suurempi kuin veden tarve, pumppausta voidaan tarvittaessa jatkaa tekemällä pitkäkestoinen koepumppaus.

Yhden talouden käyttöön tulevan kaivon antoisuutta voidaan rengaskaivon osalta kohtuullisen luotettavasti arvioida 1–2 vuorokautta kestävän koepumppauksen avulla, mutta porakaivoa pumpataan vähintään 2 viikkoa. Jos rengaskaivon antoisuus halutaan määrittää mahdollisimman tarkasti, myös sen pumppausta on syytä jatkaa parin viikon ajan. Yhdyskuntien vedenhankinnassa käytetään pitkäkestoista koepumppausta, jonka pumppausaika on 2–8 kk.

Kaivon antoisuus voidaan määrittää joko vedenpinnan korkeuksien erotuksen ja pumpatun vesimäärän avulla tai jatkuvan tuoton perusteella. Kirjallisuudessa on esitetty moreeniin rakennetun rengaskaivon antoisuuden vaihtelevan 3–40 m^3/vrk [6]. On kuitenkin otettava huomioon, että hiekkaan tai soraan kaivetun rengaskaivon antoisuudet voivat olla tätäkin suurempia. Porakaivojen antoisuutta on vaikea arvioida [17].

2

Valmistelevat työt

2.1
Pohjaveden muodostumisalueen laajuus

Muodostumisalueen laajuus arvioidaan ennen koepumppausta havaintoputkista tai mahdollisten lähinaapurien kaivoista saatavien vedenpintojen korkeustietojen ja pinnan kaltevuuden, maaston muotojen, maalajien ja kallion paljastumien avulla. Tietojen perusteella arvioidaan koepumpattavan kaivon antoisuus ja tarvittava pumppausteho.

2.2
Koepumppausjärjestelyt

Koepumppausjärjestelyistä ja ajankohdasta sovitaan mahdollisten naapureiden kanssa.

2.3
Kaivokartoitus

Koepumppauskohteen ja sen lähiympäristössä olevien lähteiden ja alle 200 m läheisyydessä olevien kaivojen vedenpinnat mitataan ja kirjataan ylös sekä otetaan mahdollisesti vesinäytteet. Naapurit voivat muutoin esittää kaivojensa veden laadun huonontuneen tai kaivon kuivuneen koepumppauksen seurauksena. Vedenpinnan vaihtelua kaivoissa seurataan koko koepumppauksen ajan kirjaamalla ylös vedenpinnan korkeus ennen pumppauksen aloittamista, sen aikana ja sen jälkeen.

2.4
Pilaantuneet maa-alueet (PIMA)

Koepumppauskohteen lähiympäristössä olevat pohjaveden pilaantumisriskin aiheuttavat maa-alueet ja muut tekijät kartoitetaan. Erityistä huomiota on syytä kiinnittää jätevesien käsittelyyn, johtamiseen ja purkupaikkaan.

2.5
Pumppausveden poisjohtaminen

Varmistutaan siitä, että pumppausvesi johdetaan tarpeeksi kauas kaivosta eikä veden takaisinvalumisriskiä kaivoon ole. Varmistutaan siitä, että kiinteistöltä saadaan sähköä pumpun toimintaa varten ja hankitaan pumppauskalusto.

2.6
Kaivon kunnon määrittäminen

Kaivon rakenteet tarkastetaan ja kaivo korjataan tarvittaessa ennen koepumppausta. Näin varmistutaan siitä, että kaivo kestää pumppauksen rasituksen. Rengaskaivosta tarkastetaan, ettei kaivon pohja ole liettynyt hienojakoisen maa-aineksen aiheuttamana. Porakaivon porareiän tulee olla puhdas lietteestä ja irtokivistä.

2.7
Havaintoputkien asennus

Asennetaan tarvittaessa havaintoputket rengaskaivon pitkäkestoista koepumppauksen seurantaa varten, ellei mahdollisten lähinaapurien kaivoja voida käyttää vedenpinnan korkeuden mittaamiseksi. Havaintoputkina voidaan käyttää kuvissa 47 ja 50 esitettyjä ohuita, kairausreikään työnnettäviä muoviputkia.

2.8
Kaivojen suojaus

Kaivojen kannet pidetään paikoillaan tai kaivot suojataan muulla tavalla koepumppauksen aikana. Koepumppauksen aikana lähikaivoja ei saa käyttää, minkä vuoksi kaivojen käyttäjien tulee varata käyttöön riittävästi vettä koepumppauksen ajaksi.

3

Rengaskaivo

Ennen koepumppauksen aloittamista tehdään valmistelevat työt. Koepumppaus aloitetaan varovasti ja pumppaustehoa nostetaan vähitellen huomioiden vedenpinnan turvallinen lasku hydraulisen murtumisen estämiseksi. Hienoainespitoisessa maaperässä vedenpintaa kaivossa ei saa laskea enempää, kuin metrin verran alkuperäisestä vedenpinnan korkeudesta.

3.1

Pikakoepumppaus

”Kaivosta otetaan nopeasti ja yhtäjaksoisesti talouden päivittäistä vedenkulutusta vastaava vesimäärä (esim. 150 litraa/henkilö). Kaivon vedenpinnan korkeus mitataan ennen vedenottoa ja sen jälkeen. Vedenpinnan korkeudet ja niiden erotus merkitään muistiin.” [65]

”Vedenpinta mitataan kolmannen kerran kahden tunnin ja 43 minuutin (standardipalautumisaika) kuluttua vedenotosta. Jos vedenpinnan nousu tässä ajassa on pienempi kuin 39 % muistiin merkitystä pinnankorkeuden muutoksesta, ei kaivo ehdi vuorokaudessa palautua normaalipinnan tasoon. Vedensaantia ja -laatua voidaan tässä tapauksessa mahdollisesti parantaa kaivon pohjarakenteen uudistamisella.” [65]

3.2

Pitkäkestoinen koepumppaus

Rengaskaivolle tehdään pitkäkestoinen koepumppaus silloin, kun kaivo tulee useamman talouden tai vesiyhtymän käyttöön [66]. Pitkäkestoinen rengaskaivon koepumppaus kestää vähintään 2 viikkoa. Se aloitetaan varovasti pieniä vesimääriä pumppaamalla. Vedenpintaa seurataan päivittäin kaivossa, havaintoputkissa ja mahdollisissa naapureiden kaivoissa. Vedenpinnan vakiinnuttua saadaan arvioitua kaivon tuotto.

Kuva 137. Rengaskaivon koepumppaus. Pumppaus tehdään tasaisella tuotolla ja vedenpintaa kaivossa seurataan jatkuvasti. (Kuva: Olli Haataja)

4

Porakaivo

Ennen koepumppauksen aloittamista tehdään valmistelevat työt. Havaintoputkia ei kuitenkaan voida asentaa. Jos kysymyksessä on hyvin antoisa kaivo ja vedentarve on suuri, voidaan tarvita useampia porakaivoja havaintopisteiksi, jotta antoisuus voidaan arvioida luotettavammin. Kaivon tullessa useamman talouden käyttöön kannattaa tehdä pitkäkestoinen koepumppaus. Porakaivon koepumppausta varten kaivoon asennetaan koepumppaukseen tarkoitettu pumppu, jonka tehoa voidaan tarvittaessa säätää jopa suuremmaksi kuin kaivon tavallisen pumpun teho.

4.1

Pikakoepumppaus

Yhden talouden käyttöön tulevan porakaivon huuhtelu- ja koepumppaus tehdään useimmiten samanaikaisesti yhden vuorokauden aikana. Huuhtelupumppaus tehdään uudelle porakaivolle. Antoisuus arvioidaan pumppauksen keskituoton ja vedenpinnan palautumisnopeuden perusteella. Jos vedenpinta palautuu nopeasti, kaivon jatkuva antoisuus arvioidaan vähintään koepumppauksen keskituoton suuruiseksi.

Jos vedenpinta nousee kaivossa pumppauksen päätyttyä parissa tunnissa alkuperäiselle tasolleen, se on osoitus siitä, että pumppaus ei ole vaikuttanut ympäristön kallioperän pohjavesivarastoon. Suositeltavaa

Kuva 138. Porakaivon huuhtelu- ja koepumppausta varten puhtaan porausreiän pohjalle asennetaan uppopumppu.

on kuitenkin jatkaa pumppausta useamman vuorokauden ajan, jos halutaan tietää tarkemmin kaivon antoisuus.

4.2

Pitkäkestoinen koepumppaus

Jos porakaivon antoisuus halutaan selvittää tarkemmin, suoritetaan vähintään 2 viikon mittainen pitkäkestoinen koepumppaus. Vedenpintaa seurataan päivittäin ja mitataan pumpattu vesimäärä. Kirjattujen mittaustulosten perusteella arvioidaan kaivon antoisuus.

◀ Kuva 139.1. Porakaivon koepumppaus. Kaivon tuotto on aluksi suuri, mutta pienenee pumppauksen jatkuessa. Tämän vuoksi pumppausveden määrää pitää mitata noin tunnin välein, jotta huomataan, koska veden tulo tasaantuu. (Kuva: Sami Eskelin)

➤Kuva 139.2. Porakaivon huuhtelupumppaus. (Kuva: Jouni Lehtonen)

➤Kuva 140. Pumppausvesi on aluksi sameaa, mutta kirkastuu vähitellen. Porakaivon koepumppausta on suositeltavaa jatkaa parin vuorokauden ajan. Koska uudessa porakaivossa esiintyy sameutta usein pitkiäkin aikoja, ensimmäinen vesinäyte suositellaan otettavaksi vasta noin puolen vuoden kuluttua kaivon rakentamisesta. (Kuva: Jouni Lehtonen)

5

Lähdekaivo

Lähdekaivon antoisuus voidaan määritellä seuraamalla kaivon ala- tai yläpuolella olevan lähteen virtaamaa. Koska varsinkin moreenialueiden lähteiden virtaamat vaihtelevat paljon, on suositeltavaa mitata virtaama neljä kertaa vuodessa: lähteen kuivina kausina maalis- ja elokuussa sekä märkinä kausina huhti- toukokuussa ja loka-marraskuussa.

Kuva 141. Lähdekaivon antoisuus mitataan lähteen alapuoliseen purkuojaan asennettavan kolmiopadon (Thompsonin mittapato) avulla. Padon reunat tiivistetään maalla tai kankaalla siten, että ohivirtaamaa ei tapahdu. Veden pinnan tulee olla tasainen padon kummallakin puolella. Padon kautta kulkenut vesimäärä määritellään mittaamalla vedenpinnan korkeus kolmion kärjen kohdalta mittatikulla tai lukemalla korkeus padon reunassa olevasta asteikosta. Antoisuus saadaan sijoittamalla vedenpinnan korkeuden lukema laskukaavaan. (Kuva Olli Haataja)

Liite 5
Kaivoveden analyysitulkki

Analyysitulkin tarkoitus

Kaivoveden analyysitulkin tarkoitus on helpottaa sekä kaivonomistajaa että kaivoveden laatuasioissa työskenteleviä henkilöitä kaivoveden laadun arvioimisessa.

Analyysitulkki perustuu kaivoryhmän asiantuntijaarvioon ja arviota verrataan sosiaali- ja terveysministeriön (STM) asetukseen 401/2001 talousveden laatuvaatimuksista ja -suosituksista.

Analyysitulkin käyttö

- Omasta kaivosta teetettyjen laboratoriotutkimusten analyysitulokset merkitään kohtaan tulos/näyte (sarake B).
- Analyysituloksia verrataan STM:n asetuksen mukaisiin enimmäispitoisuuksiin (sarake C) sekä kaivoryhmän arviointeihin (sarake D).
- Analyysitulkissa on kerrottu, mitä haittaa kaivoveden ominaisuuden huono laatu voi aiheuttaa (sarake E), mitkä ovat todennäköisimmät huonon laadun aiheuttajat (sarake F) sekä mitä voidaan tehdä tilanteen korjaamiseksi/parantamiseksi (sarake G).
- Ehdotukset toimenpiteiksi ovat viitteellisiä ohjeita ja ryhdyttäessä toimenpiteisiin kaivoveden laadun parantamiseksi kannattaakin pyytää apua alan asiantuntijalta.
- Yksittäisiä analyysituloksia voi myös verrata kaivoveden yleiseen laatuun Suomessa (sarake H). Rengaskaivojen ja porakaivojen kaivoveden ominaisuuksista on analyysitulkissa esitetty mediaanit sekä arvoväli, joille keskimmäiset 50 % tutkimustuloksista ovat osuneet eli jonka alapuolelle jää 25% kaivovesien tutkimustuloksista ja jonka ylittää 25% tutkimustuloksista. Lähteinä näissä on käytetty Valtakunnallista kaivovesitutkimusta (Korkka-Niemi ym. 1993) sekä Tuhat kaivoa – tutkimusta (Lahermo ym. 2002).
- Alkuperäiset esitteet:
  www.ymparisto.fi > Suomen ympäristökeskus > Julkaisut > SYKEn esitteet > Kaivoveden analyysitulkki -esite
  www.miljo.fi > Finlands miljöcentral > Publikationer > Broschyrer > Tolka brunnsvatten - analyserna rätt -broschyr

A	B	C	D			E
Kaivoveden ominaisuus		**STM asetuksen 401/2001 mukainen**	**Millaista kaivovesi on? Tarvitseeko kaivo kunnostusta tai veden käsittelyä?**			**Miksi kaivovetesi laatua pitäisi parantaa?**
	Tulos / näyte	**Enimmäispitoisuus**	**Hyvää**	**Kohtalaista, mutta seuraa tilannetta**	**Huonoa / vaatii toimenpiteitä**	**Haitta**
			I	II	III	
Laatuvaatimukset						
Escherichia coli		0 pmy/100 ml	0	-	> 0	Terveydellinen
Enterokokit (suolisto-peräiset / fekaaliset)		0 pmy/100 ml	0	-	> 0	Terveydellinen
Arseeni, As		10 µg/l	<1	1 - 10	>10	Terveydellinen
Fluoridi, F		1,5 mg/l	<1	1 - 1,5	>1,5	Terveydellinen
Nitraatti, NO_3		50 mg/l	<5	5 - 25	>25	Terveydellinen
Nitraattityppi, NO_3-N		11 mg/l	<1	1 - 5,5	>5,5	Terveydellinen
Nitriitti, NO_2		0,5 mg/l	<0,01	0,01 - 0,3	>0,3	Terveydellinen
Nitriittityppi, NO_2-N		0,15 mg/l	<0,01	0,01 - 0,09	>0,09	Terveydellinen
Uraani, U		100 µg/l [a]	<15	15 - 100	>100	Terveydellinen
Laatusuositukset						
Koliformiset bakteerit		100 pmy/100 ml	0 - 10	10 - 100	>100	Terveydellinen
Alumiini, Al		200 µg/l	<100	100 - 200	>200	Sameus
Ammonium, NH_4		0,5 mg/l	<0,05	0,05 - 0,5	>0,5	Maku, haju
Ammoniumtyppi, NH_4-N		0,4 mg/l	<0,04	0,04 - 0,4	>0,4	Maku, haju
Kloridi, Cl		100 mg/l [b]	<10	10 - 25	>25	Korroosio
Mangaani, Mn		100 µg/l	<50	50 - 100	>100	Väri, saostumat
Rauta, Fe		400 µg/l	<100	100 - 400	>400	Väri, maku, saostumat
Sulfaatti, SO_4		250 mg/l [c]	<20	20 - 150	>150	Korroosio
$KMnO_4$-luku (permanga-naattiluku)		20 mg/l	<5	5 - 20	>20	Väri, haju, maku
COD_{Mn}, O_2 (kemiallinen hapenkulutus)		5 mg/l	1,3	1,3 - 5	>5	Väri, haju, maku
Radon, Rn		1000 Bq/l	0 - 150	150 - 1000	>1000	Terveydellinen
pH		6,5 - 9,5 [d]	7 - 9,5	6 - 7	<6 tai >9,5	Korroosio (matala pH) Kalkkisaostumat (korkea pH)
Sähkönjohtavuus, µS/cm		2500 µS/cm	<250	250 - 2500	>2500	Korroosio
Sähkönjohtavuus, mS/m		250 mS/m	<25	25 - 250	>250	Korroosio
Sameus		1 NTU (1 FTU)	<0,5	0,5 - 3	>3	Sameus
Väriluku		5	<5	5 - 20	>20	Väri
Muut						
Alkaliteetti		(mmol/l) [a]	>1,5	0,6 - 1,5	<0,6	Korroosio
Happi		(mg/l) [a]	>3	1 - 3	< 1	Väri, haju, maku saostumat
Kokonaiskovuus, mmol/l [a]		(mmol/l) [a]	>0,5	0,3 - 0,5	<0,3	Korroosio
Kokonaiskovuus, °dH [a]		(°dH) [a]	>3	1,8 - 3	<1,8	Korrosio
Korroosioindeksi		(>1,5 pohjoismainen suositus) [a]	>1,5	1,2 - 1,5	<1,2	Korroosio

a Raja-arvoa ei ole annettu sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista
b Vesijohtomateriaalien syöpymisen ehkäisemiseksi kloridipitoisuuden tulisi olla alle 25 mg/l
c Vesijohtomateriaalien syöpymisen ehkäisemiseksi sulfaattipitoisuuden tulisi olla alle 150 mg/l
d Tavoitetaso

F	G	H			
Mistä veden huono laatu aiheutuu?	**Miten voit parantaa kaivovetesi laatua?**	**Kaivoveden laatu Suomessa (Arvot: Valtakunnall. kaivovesitutkimus 1990, GTK:n 1000:n kaivon tutkimus)**			
Laatuhaitan syitä	**Selvitä syy ja sen vaatimat korjaustoimenpiteet**	**Rengaskaivot**		**Porakaivot**	
		mediaani	Keskimäärin *	mediaani	Keskimäärin *
Jätevesien vaikutus, käymälät, karjanlanta	(4, 1 ja 2) tai 5	0	0	0	0
Jätevesien vaikutus, karjanlanta	(4, 1 ja 2) tai 5	0	0 - 1	0	0
Kallioperä	3 tai 6	0,14	0,35	0,16	1,0
Maa- ja kallioperä (rapakivi)	3 tai 6	<0,1	<0,1 - 0,2	0,37	<0,1 - 1
Lannoitus, jätevesien tai jätteiden vaikutus, karjanlanta	(4 ja 1) tai 5	5,2	0,8 - 16	1,1	0,4 - 8
Lannoitus, jätevesien tai jätteiden vaikutus, karjanlanta	(4 ja 1) tai 5				
Lannoitus, jätevesien tai jätteiden vaikutus, hapenpuute, karjanlanta	(4 ja 1) tai 5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Lannoitus, jätevesien tai jätteiden vaikutus, hapenpuute, karjanlanta	(4 ja 1) tai 5				
Maa- ja kallioperä	3 tai 6	0,09	0,85	0,64	13
Pintavesien vaikutus (kaivon huono kunto), karjanlanta	1 ja 2	6	0 - 34	1	0 - 4
Maa- ja kallioperä, kaivon huono kunto	1 tai/ja 3	30	<10 - 100	10	<10 - 30
Jätevesien vaikutus, vanha meren pohja, hapenpuute	1 tai 5 tai 4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Jätevesien vaikutus, vanha meren pohja, hapenpuute	1 tai 5 tai 4				
Meren läheisyys, tiesuolaus, jätevesien vaikutus, vanha merenpohja	5 tai 6 tai 3	7	3 - 15	10	4 - 21
Maa- ja kallioperä	3	20	<20 - 60	20	<20 - 100
Maa- ja kallioperä	3	180	70 - 510	130	50 - 390
Maa- ja kallioperä, vanha merenpohja	3 tai 6	16	9 - 25	17	10 - 27
Kaivon huono kunto, maaperä	1 tai 5	5	3 - 10	4	2 - 9
Kaivon huono kunto, maaperä	1 tai 5				
Maa- ja kallioperä	3 tai 6	12	38	138	311
Maa- ja kallioperä	3	6,6	6,3 - 6,9	7,2	6,5 - 7,9
Maa- ja kallioperä	7	190	120 - 290	180	260 - 380
Maa- ja kallioperä	7	19	12 - 29	18	26 - 38
Kaivon huono kunto, savi, rauta, alumiini, sinkki	7	1,0	0,44 - 3,4	0,7	0,3 - 2,1
Pintavesien vaikutus (humus), maaperä (rauta, mangaani)	7	<5	<5 - 20	<5	<5 - 15
Maa- ja kallioperä	3	0,7	0,41 - 1,3	1,45	0,77 - 2,5
Tiivis maa- ja kallioperä, kaivon puutteellinen tuuletus	1 tai 3				
Maa- ja kallioperä	3	0,65	0,4 - 0,97	0,67	0,46 - 1
Maa- ja kallioperä	3				
Maa- ja kallioperä	3	1,32		3,35	

Korjaustoimenpiteet:
1 Kaivon kunnostus
2 Kaivon desinfiointi
3 Veden käsittely
4 Likaavan toiminnon siirtäminen
5 Uusi kaivon paikka
6 Vedenhankinta muualta
7 Etsi kohonneen arvon aiheuttaja muista ominaisuuksista

* Keskimääräiset pitoisuudet Suomessa (keskimmäiset 50 % kaivovesistä sijoittuu tälle välille)

Mitä kaivovedestä kannattaa tutkia

Kaivovedelle tehdään 3 vuoden välein suppeammat tutkimukset ja 6 vuoden välein laajemmat tutkimukset.

Ennen uuden kaivon käyttöönottoa tai jos veden epäillään aiheuttavan terveyshaittaa tai jos veden väri, maku tai haju on muuttunut, on syytä teetättää laajemmat tutkimukset. Myös kiinteistön osto- ja myyntitilanteessa, raskausaikana ja harkittaessa vedenkäsittelylaitteen hankintaa kannattaa teetättää laajemmat tutkimukset.

3 vuoden välein suppeammat tutkimukset	Bakteerien määrä (*E.coli*, suolistoperäiset enterokokit ja koliformiset bakteerit) pH sähkönjohtavuus sameus permanganaattiluku väri rauta ja typpiyhdisteet (nitraatti, nitriitti ja ammonium)
6 vuoden välein laajemmat tutkimukset	Edellisten lisäksi alkaliteetti kovuus happi sulfaatti mangaani kloridi ja fluoridi sekä kallioporakaivoista radon uraani ja arseeni

Mikäli alueella on veden laadun riskitekijöitä, kannattaa kysyä tarkempia ohjeita paikalliselta ympäristö- tai terveydensuojeluviranomaiselta.

Liite 6
Kaivojen tyyppipiirustukset

Ympäristöhallinnon lisäksi muun muassa Rakennustietosäätiö RTS, laitetoimittajat ja monet kunnat ovat julkaisseet omia ohjepiirustuksiaan. Ympäristöhallinnon ohjeet ovat muistilista hyvästä rakentamistavasta. Mallipiirrokset eivät ole yksinään riittävä vesihuollon suunnitelma, vaan kiinteistölle täytyy aina pätevän suunnittelijan laatia kiinteistöön sidottu yksityiskohtainen suunnitelma.

Ympäristöhallinnon kaivojen mallipiirustukset on piirretty AutoCAD -ohjelmalla. Tiedostot on tallennettu sekä dwg- että pdf -tiedostoiksi. Piirustukset ovat mustavalkeita. DWG -tiedostojen avaamiseen ja muokkaamiseen tarvitaan selaimen lisäksi joko CAD -ohjelma tai dwg -tiedostojen katseluohjelma. Pdf -tiedostot eivät ole muokattavia tiedostoja. Alkuperäiset pdf -tiedostot ovat joko A3- tai A4-sivun kokoisia. Tiedostot voidaan avata esimerkiksi internetistä ilmaiseksi saatavalla Adobe Acrobat Reader -ohjelmalla. Liitteessä esitetyt mallipiirrokset on pienennetty koosta A3 kokoon B5.

Seuraavassa on esitetty ympäristöhallinnon Internet-sivustolta löytyvät kaivojen tyyppipiirustustiedostot.

Lomakkeen nimi	Lomakkeen numero	Tiedostot	Päivämäärä
Rengaskaivo imupumpulla	syke4301	syke4301.dwg syke4301_a3.pdf syke4301_a4.pdf	21.5.2007
Rengaskaivo uppopumpulla	syke4302	syke4302.dwg syke4302_a3.pdf syke4302_a4.pdf	24.5.2007
Porakaivo ejektoripumpulla ja huoltokaivolla	syke4304	syke4304.dwg syke4304_a3.pdf syke4304_a4.pdf	21.7.2006
Porakaivo uppopumpulla ja huoltokaivolla	syke4305	syke4305.dwg syke4305_a3.pdf syke4305_a4.pdf	21.7.2006
Porakaivo uppopumpulla ilman huoltokaivoa	syke4310	syke4310.dwg syke4310_a3.pdf syke4310_a4.pdf	21.7.2006

Lähde:
Suomen ympäristökeskus (SYKE). Mallipiirustustiedostot. www.ymparisto.fi > Vesivarojen käyttö > Vesihuolto > Haja-asutuksen vesihuollon mallipiirustukset > Mallipiirustustiedostot. (Viitattu 28.7.2008)

Mallipiirros on pienennetty koosta A3 kokoon B5.

Det. A Kaivon yläosan rakenne (1:20)

Det. B Vesijohdon läpiviento (1:20)

	KAIVON VESITILAVUUS		
	KORKEUS		
SISÄHALKAISIJA	1 m	2 m	3 m
Ø 1,0 m	790 L	1580 L	2370 L
Ø 1,2 m	1130 L	2260 L	3390 L
Ø 1,5 m	1770 L	3540 L	5310 L

OSA	NIMITYS
1.	OJITUS YLÄRINTEEN PUOLELLA TARVITTAESSA
2.	JOHTOKAIVANNON ERISTYS (SAVISULKU) , VETTÄ PIDÄTTÄVÄ PATO
3.	TÄYTTÖ KAIVUMAILLA
4.	ROUTIMATON YMPÄRYSTÄYTTÖ
5.	VESIJOHTO RAKENNUKSELLE (NOUSEVA KOKO MATKALTA)
6.	ALIN/YLIN VEDENPINTA
7.	RUOKAMULTA JA NURMETUS
8.	SULLOTTU SAVI TAI SILTTIMOREEENI JA/TAI TIIVISTEKALVO
9.	LÄMMÖNERISTE TAI KAKSINKERTAINEN SUOJAMUOVI
10.	KAIVONRENKAAT
11.	POHJAVENTTIILI
12.	KAIVON ANTOISUUTTA LISÄÄVÄ HIEKKA /SORAKERROS (VESIPESÄ)
13.	KARKEAA SORAA TAI PIENIÄ KIVIÄ TARVITTAESSA
14.	SUODATTAVAT SORA- JA HIEKKAKERROKSET TARVITTAESSA
15.	KAIVON POHJAN ASENNUSSORA
16.	HÄIRIINTYMÄTÖN POHJAMAA
17.	AVATTAVA, TIIVIS, KESTÄVÄ, LAPSITURVALLINEN KANSI
18.	KAIVONRENKAAN JA KANNEN VESITIIVIIT LIITOKSET
19.	ERISTEEN/MUOVIN TEIPPAUS TIIVISTI KIINNI KAIVON RENKAASEEN
20.	HELPOSTI IRROTETTAVA LÄMMÖN ERISTE (EI VILLAA) TARVITTAESSA
21.	TUULETUSPUTKI IRROTETTAVALLA SUOJAHATULLA
22.	KANSILAATTA TIIVISTEILLÄ
23.	VESIJOHDON LÄPIVIENTITIIVISTE
24.	KULMAYHDE PUTKILIITOKSESSA
25.	VESIJOHDON TUENTA KAIVOSSA

D1	MIESLUUKUN VAPAA-AUKKO	(VÄH. 0,50 m)	m
D2	TUULETUSPUTKEN HALKAISIJA	(VÄH. 50 mm)	mm
D3	KAIVON SISÄHALKAISIJA	(VÄH. 1,0 m)	m
D4	VESIJOHDON HALKAISIJA	(VÄH. 40 mm)	mm

H1	ASENNUSSORA RENKAIDEN ALAPUOLELLA		m
H2	SUODATINKERROS KAIVOSSA		m
H3	KORKEUSERO POHJASTA POHJAVENTTIILIIN	(VÄH. 0,3 m)	m
H4	VESIJOHDON UPOTUSSYVYYS KAIVOSSA		m
H5	VESIJOHDON KAIVUSYVYYS MAAPERÄSSÄ		m
H6	RENGAS MAAPINNAN YLÄPUOLELLA	(VÄH. 0,3 m)	m
H7	TUULETUSPUTKEN KORKEUS		m
H8	POHJAVENTTIILIN UPOTUSSYVYYS		m

SYKE

Suomen ympäristökeskus

Rengaskaivo

Imupumpulla

SYKE 4301

21.5.2007

1:50

Mallipiirros on pienennetty koosta A3 kokoon B5.

Det. A Kaivon ylāosan rakenne (1:20)

Det. B Vesijohdon lāpivienti (1:20)

	KAIVON VESITILAVUUS		
	KORKEUS		
SISÄHALKAISIJA	1 m	2 m	3 m
Ø 1,0 m	790 L	1580 L	2370 L
Ø 1,2 m	1130 L	2260 L	3390 L
Ø 1,5 m	1770 L	3540 L	5310 L

OSA	NIMITYS
1.	OJITUS YLÄRINTEEN PUOLELLA TARVITTAESSA
2.	MERKKINAUHA SÄHKÖKAAPELILLE
3.	MAAKAAPELI / TAI KAAPELI SUOJAPUTKESSA
4.	JOHTOKAIVANNON ERISTYS (SAVISULKU) , VETTÄ PIDÄTTÄVÄ PATO
5.	TÄYTTÖ KAIVUMAILLA
6.	ASENNUSHIEKKA
7.	VESIJOHTO RAKENNUKSELLE (NOUSEVA KOKO MATKALTA)
8.	ALIN/YLIN VEDENPINTA
9.	RUOKAMULTA JA NURMETUS
10.	SULLOTTU SAVI TAI SILTTIMOREEENI JA / TAI TIIVISTEKALVO
11.	LÄMMÖNERISTE TAI KAKSINKERTAINEN SUOJAMUOVI
12.	ROUTIMATON YMPÄRYSTÄYTTÖ
13.	KAIVONRENKAAT
14.	UPPOPUMPPU
15.	KAIVON ANTOISUUTTA LISÄÄVÄ HIEKKA / SORAKERROS (VESIPESÄ)
16.	KARKEAA SORAA TAI PIENIÄ KIVIÄ TARVITTAESSA
17.	SUODATTAVAT SORA- JA HIEKKAKERROKSET TARVITTAESSA
18.	KAIVON POHJAN ASENNUSSORA
19.	HÄIRIINTYMÄTÖN POHJAMAA
20.	AVATTAVA, TIIVIS, KESTÄVÄ, LAPSITURVALLINEN KANSI
21.	KAIVONRENKAAN JA KANNEN VESITIIVIIT LIITOKSET
22.	SÄHKÖKAAPELIN KYTKENTÄRASIA
23.	KAAPELIN LÄPIVIENTITIIVISTE
24.	ERISTEEN / MUOVIN TEIPPAUS TIIVIISTI KIINNI KAIVON RENKAASEEN
25.	TUULETUSPUTKI IRROTETTAVALLA SUOJAHATULLA
26.	KANSILAATTA TIIVISTEILLÄ
27.	TURVAVAIJERI / - LANKA
28.	KAIVOSSA TALOUSVESIKELPOINEN SÄHKÖKAAPELI
29.	HELPOSTI IRROTETTAVA LÄMMÖN ERISTE (EI VILLAA) TARVITTAESSA
30.	VESIJOHDON LÄPIVIENTITIIVISTE
31.	KULMAYHDE PUTKILIITOKSESSA
32.	VESIJOHDON TUENTA KAIVOSSA

D1	MIESLUUKUN VAPAA-AUKKO	(VÄH. 0,50 m)	m
D2	TUULETUSPUTKEN HALKAISIJA	(VÄH. 50 mm)	mm
D3	KAIVON SISÄHALKAISIJA	(VÄH. 1,0 m)	m
D4	VESIJOHDON HALKAISIJA	(VÄH. 40 mm)	mm

H1	ASENNUSSORA RENKAIDEN ALAPUOLELLA		m
H2	SUODATINKERROS KAIVOSSA		m
H3	KORKEUSERO POHJASTA IMUAUKKOON	(VÄH. 0,5 m)	m
H4	VESIJOHDON UPOTUSSYVYYS KAIVOSSA		m
H5	VESIJOHDON KAIVUSYVYYS MAAPERÄSSÄ		m
H6	RENGAS MAAPINNAN YLÄPUOLELLA	(VÄH. 0,3 m)	m
H7	TUULETUSPUTKEN KORKEUS		m
H8	UPPOPUMPUN UPOTUSSYVYYS		m

SYKE

Suomen ympäristökeskus

Rengaskaivo

uppopumpulla

SYKE 4302

24.5.2007

1:50

Mallipiirros on pienennetty koosta A3 kokoon B5.

Mallipiirros on pienennetty koosta A3 kokoon B5.

Mallipiirros on pienennetty koosta A3 kokoon B5.

Liite 7
Kaivosopimuksen asiakirjamalli (Lähde: www.rakennustieto.fi)

RT®

RT 80323

elokuu 2007
1 (9)

KAIVOSOPIMUS

RT kuluttaja asiakirja

Tämä sopimuslomake on tarkoitettu käytettäväksi sovittaessa rengas− tai porakaivon rakentamisesta tai kunnostamisesta. Sovittava toimenpide valitaan rastittamalla oikea vaihtoehto. Lomake täytetään tarpeellisilta osin.

1 KAIVON KÄYTTÖTARKOITUS

☐ Talousvesikaivo
☐ muu, mikä

2 TOIMENPIDE

☐ Porakaivon rakentaminen ☐ Rengaskaivon rakentaminen
☐ Porakaivon kunnostaminen ☐ Rengaskaivon kunnostaminen

3 KOHDE

Kiinteistön tiedot Kunta Kylä/Kaup. osa Talo/Kortteli Tila/Tontti

Kaivon osoite

Karttakoordinaatit ja koordinaattijärjestelmä P I Järjestelmä

4 SOPIJAPUOLET

Tilaaja

Nimi

Osoite

Henkilötunnus/Y−tunnus

Puhelin

Sähköposti

Tilaajan edustaja

Tilaaja ☐ on kiinteistönomistaja. ☐ toimii omistajan valtuuttamana (valtakirja liitteenä).

Urakoitsija

Nimi

Osoite

Y−tunnus

Urakoitsijan yhteyshenkilö

Puhelin

Sähköposti

ASIAKIRJAMALLI

5 LÄHTÖTIEDOT

Urakkaan kuulumattomista lähtötietojen selvittämisestä sovitaan tilaajan ja urakoitsijan kesken erikseen.

Kaivon paikalla tehdyt selvitykset (5.1) ja suunnitelmat (5.2) liitetään sopimukseen.

5.1 Kaivon paikka

Selvitysten (T = tehty, U = sisältyy urakkaan, E = ei tehty) osalta rastitetaan (X) oikea vaihtoehto, täytetään tekijän ja selvitysajankohdan tiedot.

5.1.1 Kaivon tiedot	T	U	E	Tekijä	Pvm	Huom.
A Kaivon sijainti on merkitty maastoon	☐	☐	☐			
B Vesijohtojärjestelmän kuntotutkimus kaivolta rakennuksiin	☐	☐	☐			
C Kaivon rakenteiden kuntotutkimus	☐	☐	☐			
D Muut tiedot kaivosta	☐	☐	☐			

Kaivon paikasta ja pohjaveden esiintymisestä, laadusta ja riskitekijöistä seuraavat selvitykset

5.1.2 Yleiset ja alueelliset selvitykset	T	U	E	Tekijä	Pvm	Huom.
E Karttatarkastelu	☐	☐	☐			
F Alueellinen vedenlaatu	☐	☐	☐			
G Vedenkäyttötarve	☐	☐	☐			
H Kiinteistön kuntoarvio	☐	☐	☐			
I Terveystarkastajan lausunto	☐	☐	☐			
J Ympäristönsuojeluviranomaisen lausunto	☐	☐	☐			
K Muut selvitykset	☐	☐	☐			
5.1.3 Pohjavesitutkimus						
L Maastotarkastelu	☐	☐	☐			
M Maaperätutkimus	☐	☐	☐			
N Pohjaveden pinnan korkeus	☐	☐	☐			
O Veden tuotto koepumppauksessa	☐	☐	☐			
P Lähdevirtaama	☐	☐	☐			
Q Vesinäytteet tutkimuspisteistä	☐	☐	☐			
R Vesinäyte tutkitulta kaivon paikalta (analysoidaan laboratoriossa)	☐	☐	☐			
S Veden käsittelytarve ja −tapa	☐	☐	☐			
T Jätevesijärjestelmä ja purkupaikkaselvitys	☐	☐	☐			
U Muut tutkimukset kaivon paikalta	☐	☐	☐			

5.2 Suunnitelmat

5.2.1 Kiinteistön vesi− ja viemäröintisuunnitelmat

Vesihuoltolaitoksen vesijohtoverkoston toiminta−alue laajenee kiinteistölle vuonna ☐ Ei tiedossa

Kiinteistön vesi− ja viemäröintisuunnitelmat (pvm, laatija)

Maanalaiset esteet ja ilmakaapelit on merkitty ☐ maastoon ☐ suunnitelmaan, liite nro

5.2.2 Kaivon rakennesuunnitelmat

Kaivosta on laadittu rakennesuunnitelmat	☐	Kyllä	liite nro		☐	Ei
Rakennesuunnitelmat on laatinut	☐	tilaaja	☐	urakoitsija	☐	muu
Kaivon rakennesyvyydeksi on	☐	arvioitu	☐	tutkittu		m.
Pumpun/pohjaventtiilin/ejektorin upotussyvyydeksi on	☐	arvioitu	☐	tutkittu		m.

ASIAKIRJAMALLI

5.2.3 Pumpun ja painesäiliön tiedot

Pumppu (merkki, tyyppi, teho, nostokorkeus, kytkentätiedot)

Painesäiliö (merkki, tyyppi, tilavuus, painesäädin/painekatkaisin)

6 URAKAN SISÄLTÖ

6.1 Rakennus− ja kunnostustyö

Taulukkoon rastitetaan (X) urakkahintaan sisältyvät työt. Urakkahintaan sisältyvistä töistä ei merkitä yksikköhintaa.
Hinnat sisältävät arvonlisäveron 22 %.

Työlaji	Sisältyy urakkaan	Urakkahinta euroa	Yksikköhinta euroa/yks.	Määräarvio	Muu hinnoitteluperuste
A MAANRAKENNUSTYÖT					
1 Raivaustyöt	☐				
2 Kaivon paikan maankaivu	☐				
3 Louhinta (kohta 8.3)	☐				
4 Maankaivu kaivolta rakennuksille	☐				
5 Kaivannon tuenta	☐				
6 Massojen siirto ja sijoittaminen	☐				
7 Täyttötyöt kaivon paikalla	☐				
8 Johtokaivannon savisulku	☐				
9 Täyttötyöt kaivolta rakennuksille	☐				
10 Kaivannon viimeistelytyöt	☐				
11 Nurmetus ja istutukset	☐				
12 Vanhan kaivon käytöstä poistaminen	☐				
13 Muut maanrakennustyöt	☐				
A YHTEENSÄ					

B PORAUS, RENKAIDEN ASENTAMINEN JA KAIVON PUHDISTUS	Sisältyy urakkaan	Urakkahinta euroa	Yksikköhinta euroa/yks.	Määräarvio	Muu hinnoitteluperuste
1 Suojaputkiporaus	☐				
2 Kallioporaus	☐				
3 Suojaputken tiivistys kallioon	☐				
4 Vesipainehalkaisu	☐				
5 Eristysputkitus	☐				
6 Rengaskaivon vesipesän rakentaminen	☐				
7 Rengaskaivon renkaiden asentaminen	☐				
8 Renkaiden tiivistäminen	☐				
9 Huoltokaivon renkaiden asennus	☐				
10 Huoltokaivon salaojitus ja viemäröinti	☐				
11 Koe− ja puhdistuspumppaus	☐				
12 Lisäpuhdistuspumppaus	☐				
13 Kaivon roudaneristys	☐				
14 Kaivon tuuletus	☐				
15 Kaivon puhdistus	☐				
16 Muut työt	☐				
B YHTEENSÄ					

ASIAKIRJAMALLI

C PUTKIASENNUKSET	Sisältyy urakkaan	Urakkahinta euroa	Yksikköhinta euroa/yks.	Määräarvio	Muu hinnoitteluperuste
1 Pumpun, ejektorin tai pohjaventtiilin asennus	☐				
2 Vesijohto kaivon sisällä kaivon läpivientiin	☐				
3 Kaivon läpivienti tiivistyksineen	☐				
4 Vesijohto kaivolta rakennukseen	☐				
5 Painesäiliön asentaminen ja esipaineen pumppaus	☐				
6 Kuivakäyntisuojan asentaminen	☐				
7 Vedenkäsittelylaitteet	☐				
8 Putkiston huuhtelu ja koeponnistus	☐				
9 Lämminvesivaraajan asennus	☐				
10 Muut putkiasennukset	☐				
C YHTEENSÄ					

D SÄHKÖASENNUKSET (kohta 8.3)	Sisältyy urakkaan	Urakkahinta euroa	Yksikköhinta euroa/yks.	Määräarvio	Muu hinnoitteluperuste
1 Pumpun kaapelointi kaivossa	☐				
2 Kaapelointi vesijohtokaivannossa	☐				
3 Kaapelointi rakennuksessa	☐				
4 Painesäätimen asennus ja kytkeminen	☐				
5 Kuivakäyntisuojan kytkeminen	☐				
6 Muut sähköasennukset	☐				
D YHTEENSÄ					

E KAIVON DESINFIOINTI	☐				
F MUUT TYÖT					

RAKENNUS- JA KUNNOSTUSTYÖ

A–F YHTEENSÄ

ASIAKIRJAMALLI

6.2 Tarvikkeet

Taulukkoon merkitään tarvikkeiden hankintavastuu (X) ja määrä. Tarvittaessa käytetään erillistä liitettä.
Hinnat sisältävät arvonlisäveron 22 %.

Nimike	Tilaaja	Urakoitsija	Määrä	Erittely liitteellä nro
1 Pumppu varusteineen (kohta 5.2.3)	☐	☐		
2 Vesijohdot varusteineen	☐	☐		
3 Painesäiliö varusteineen (kohta 5.2.3)	☐	☐		
4 Vedenkäsittelylaitteisto varusteineen	☐	☐		
5 Betoniosat	☐	☐		
5.1 Pohjarengas	☐	☐		
5.2 Kaivon renkaat	☐	☐		
5.3 Kansisto	☐	☐		
6 Täyttömaa−ainekset (kaivon ulkopuoli)	☐	☐		
6.1 Hiekat	☐	☐		
6.2 Sorat	☐	☐		
6.3 Savi	☐	☐		
6.4 Multa	☐	☐		
7 Vedenkäsittelymassat (kaivon sisäpuoli)	☐	☐		
7.1 Kalkkikivi	☐	☐		
7.2 Suodatinsora	☐	☐		
7.3 Suodatinhiekka	☐	☐		
8 Routasuojaus	☐	☐		
8.1 Lämmityskaapeli	☐	☐		
8.2 Routasuojauslevy	☐	☐		
8.3 Routasuojausmatto	☐	☐		
9 Porareiän suojaputki	☐	☐		
10 Porareiän eristysputki	☐	☐		
11 Suojaputken tiivistys kallioon	☐	☐		
12 Kaivon syvennys−/siiviläputki	☐	☐		
13 Desinfiointiaineet	☐	☐		
14 Muut tarvikkeet	☐	☐		

Urakoitsijan hankkimien tarvikkeiden hinta yhteensä **euroa (sis. alv 22 %)**

6.3 Muut kulut	Peruste	euroa (sis. alv 22 %)
1 Koneiden siirtokulut		
2 Muut matkakorvaukset		
3 Rahdit		
4 Urakoitsijan odotusaika		
5 Suunnittelukulut		
6 Konsulttikulut		
7 Hallinnolliset tehtävät ja työnjohtokulut		
8 Vesinäytteiden ottaminen		
9 Vesinäyteanalyysi		
10 Muut, eriteltynä liite nro		

Muut kulut yhteensä **euroa (sis. alv 22 %)**

ASIAKIRJAMALLI

6.4 Työsuoritusta palvelevat järjestelyt

Taulukkoon merkitään (X) toimenpiteen suorittaja. Urakoitsijalla ei ole oikeutta periä erillistä korvausta sen vastuulle tässä merkittyjen toimenpiteiden suorittamisesta, ellei asiasta ole sovittu kohdassa 6.1 F Muut työt.

Järjestelyt	Tilaaja	Urakoitsija	Huom!
1 Esteetön kulkuyhteys ja työskentelyalue kaivon rakennuspaikalle	☐	☐	
2 Lumityöt	☐	☐	
3 Maanalaisten esteiden (kaapelit, johdot, salaojat jne.) merkitseminen	☐	☐	
4 Työmaasähkö	☐	☐	
5 Massojen siirto ja sijoittaminen tilaajan osoittamaan paikkaan	☐	☐	
6 Jätteiden käsittely ja poiskuljetus	☐	☐	
7 Ympäristön suojaaminen ja −hoito	☐	☐	
8 Vartiointi	☐	☐	
9 Työturvallisuus	☐	☐	
10 Muut järjestelyt, joista on sovittu			

6.5 Koe− ja puhdistuspumppaus porakaivolle

Kun tarvittava vedentuotto on löydetty, urakoitsija tekee vähintään 24 tunnin koe− ja puhdistuspumppauksen, jonka yhteydessä myös vedentuotto mitataan. Jos tilaaja haluaa pumppausta jatkettavan pidempään, ylimenevältä ajalta veloitetaan kohdan 6.1 B 12 Lisäpuhdistuspumppaus mukaisesti. Puhdistuspumppauksella tarkoitetaan rakentamisesta aiheutuneen hienoaineksen poistamista kaivovedestä.

6.6 Koe− ja puhdistuspumppaus rengaskaivolle

Kaivon rakenteiden valmistuttua ja pohjaveden pinnan vakiinnuttua kaivossa, hienoaines poistetaan pumppaamalla vettä pois kaivosta viisi kertaa kaivon vesitilavuuden verran plenitehoisella pumpulla. Pumppauksen aikana vedenpinta saa alentua korkeintaan 1/3 vesikorkeudesta, kuitenkin enintään 1 metrin. Jos kaivon tuotto on suuri, 10 m3 vesimäärän poisto riittää. Pumppauksen aikana tarkastetaan, etteivät rengassaumat vuoda. Jos tilaaja haluaa pumppausta jatkettavan pidempään, veloitetaan ylimenevältä ajalta kohdan 6.1 B 12 Lisäpuhdistuspumppaus mukaisesti. Puhdistuspumppauksella tarkoitetaan rakentamisesta aiheutuneen hienoaineksen poistamista kaivovedestä.

6.7 Vesinäytteet

Ennen kaivon talousvesikäyttöönottoa tilaajan tulee selvittää kaivoveden mikrobiologinen laatu. Suppea tutkimus voidaan tehdä aikaisintaan kahden viikon kuluttua (2 vko) kaivon rakentamisesta. Laaja tutkimus otetaan aikaisintaan puolen vuoden käytön jälkeen. Talousveden laatuvaatimukset koskevat talousvettä siinä kohdassa, jossa vesi otetaan käyttöön (8.4 Veden laatu).

Vesinäytteiden ottamisesta ja toimittamisesta laboratoriotutkimuksiin vastaa

☐ tilaaja ☐ urakoitsija ☐ muu

Jos vesinäytteen ottamisesta vastaa joku muu kuin tilaaja, sovitaan seuraavaa:

Vesinäyte otetaan ☐ kaivosta ☐ putkistosta ☐ hanasta

Vesinäytteenottaja on sertifioitu ☐ Kyllä ☐ Ei

Laboratorion nimi ja toimipaikka

Luettelo analysoitavista muuttujista on liitteessä nro

Muut toimenpiteet veden laadun arvioimiseksi

6.8 Lisä− ja muutostyöt

Lisä− ja muutostöistä sovitaan kirjallisesti erikseen. Hinnat sisältävät arvonlisäveron 22 %.

Konetuntihinta

Miestyöhinta

Muut työt

ASIAKIRJAMALLI

6.9 Urakan suoritusaika

Urakoitsijalla on oikeus aloittaa rakennustyöt rakennuskohteessa (päivämäärä)

Töiden on oltava hyväksytysti valmiina viimeistään (päivämäärä)

Urakan suorittamisesta on sovittu lisäksi seuraavaa

7 HINTA JA SEN MAKSAMINEN

7.1 Hinta

Hinnat sisältävät arvonlisäveron 22 %.

Rakennus− ja kunnostustyö	*(kohdasta 6.1)*	euroa
Tarvikkeet	*(kohdasta 6.2)*	euroa
Muut kulut	*(kohdasta 6.3)*	euroa
Hinta yhteensä		**euroa**

7.2 Veloitusperusteet

☐ **A Kokonaishinta**

Kokonaishintaan sisältyvät urakoitsijan tehtäväksi sovitut rakennus− ja kunnostustyöt, kaikki urakoitsijan hankittavaksi sovitut aineet, tarvikkeet ja vesinäyte. Kohdat 5...6.7

☐ **B Laskutyöhinta**

Laskutyöhinta määräytyy sopimuksen mukaan tehdyn työn, mitattujen määrien ja kohdassa 6 mainittujen yksikköhintojen perusteella.

Urakoitsijan antama hinta−arvio on (täytetään kohta 7.1)

☐ sitova hinta−arvio. Urakoitsija saa ylittää hinta−arvion enintään %.

☐ suuntaa−antava hinta−arvio; ei sido urakoitsijaa.

☐ enimmäishinta.

☐ urakoitsija ei anna hinta−arviota.

☐ **C Muu hinnoitteluperuste**

7.3 Maksuehdot

Tilaaja suorittaa urakoitsijalle korvauksen työn suorittamisesta

☐ yhdessä erässä, kun työ on kokonaisuudessaan loppuun suoritettu ja työn tulos on luovutettu tilaajalle.

☐ useammassa erässä seuraavan maksuerätaulukon mukaisesti.

Maksuerätaulukon maksuerät sisältävät arvonlisäveron 22 %.

Maksuerän numero	**Maksuerä euroa**	**Työvaihe/materiaalitoimitus, jonka jälkeen maksuerä voidaan laskuttaa.**

ASIAKIRJAMALLI

Yllä olevaan taulukkoon tehdyistä merkinnöistä huolimatta maksuerätaulukon tulee vastata enintään urakoitsijan suorituksen kulloistakin arvoa. Urakkahinnan viimeiseksi maksueräksi tulee jättää vähintään 10 % urakkahinnasta ja se saa erääntyä maksettavaksi vasta, kun kaikki sopimuksen mukaiset työt on tehty ja tilaajalla on ollut kohtuullinen mahdollisuus työn tuloksen tarkastamiseen, normaalisti 14 vuorokauden kuluttua siitä, kun valmis työn tulos on luovutettu tilaajalle. Jos työn suorittaminen estyy muusta kuin urakoitsijasta johtuvasta syystä muutoin kuin tilapäisesti, urakoitsijalla on oikeus maksuerätaulukosta poiketen laskuttaa tilaajaa täytetyn urakkasuorituksen arvoa vastaavasti.

Urakoitsijalla on oikeus laskuttaa maksuerä, kun maksuerätaulukossa määritelty työvaihe on asianmukaisesti suoritettu tai materiaalierä on asennettu.

Maksuerät erääntyvät maksettavaksi (ei alle seitsemän päivää) kuluessa siitä, kun maksuerän laskutusedellytykset ovat

täyttyneet ja urakoitsija on lähettänyt sitä koskevan laskun. Edellä mainittu aika lasketaan laskun lähettämispäivää seuraavasta päivästä. Eräpäivä tulee merkitä erikseen kuhunkin laskuun. Viivästyneestä maksusta urakoitsijalla on oikeus periä korkolain 4 §:n (633/1982) mukainen viivästyskorko. Laskuissa on esitettävä tehtyjen työtuntien määrä, käytetyt tarvikkeet ja hinnat sisältäen voimassaolevan arvonlisäveron.

8 MUUT SOPIMUSASIAT

8.1 Tilaajan velvollisuudet

Tilaajan on huolehdittava niiden urakkasuoritusta palvelevien järjestelyjen toteuttamisesta, jotka on sovittu hänen velvollisuudekseen (Kohta 6.4 Työsuoritusta palvelevat järjestelyt). Tilaajan tulee varmistaa, että urakoitsija pääsee aloittamaan työnsä sovittuna aikana ja urakoitsijalla on esteetön pääsy työmaalle. Urakoitsijalla on oikeus laskuttaa yli 1 tunnin ylittävältä odotusajalta (Muut kulut 6.3.4 Urakoitsijan odotusaika).

8.2 Urakoitsijan suoritusvelvollisuus

Urakoitsija sitoutuu urakkahintaa vastaan tekemään kaikki urakkasopimuksen ja muiden sopimuksessa mainittujen asiakirjojen työt ja toimenpiteet, tekemään tarvittavat aine− ja tarvikehankinnat ja luovuttamaan työn tuloksen sopimusasiakirjojen mukaisesti tehtynä valmiina tilaajalle. Urakoitsijan on suoritettava työnsä ammattitaidolla ja huolellisesti. Käytettävät laitteet ja materiaalit eivät saa aiheuttaa veden laadun muuttumista kohdan 1 (Kaivon käyttötarkoitus) soveltumattomaksi.

Urakoitsijan tulee vastata hankkimiensa aliurakoitsijoiden työstä ja aikataulujen yhteensovittamisesta.

Urakoitsija toimittaa tilaajalle valmiin kaivon rakennetiedot (esim. poraustodistus, mallipiirustus) ja kaivon käyttö− ja huolto−ohjeen ennen viimeisen laskutuserän toimittamista.

8.3 Työmaan turvallisuus ja luvat

VNp 629/1994 3§ 1 mom. Rakennushankkeessa on rakennuttajan, suunnittelijan, työnantajan ja itsenäisen työnsuorittajan yhdessä ja kukin osaltaan huolehdittava siitä, ettei työstä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville eikä muillekaan työn vaikutuspiirissä oleville henkilöille.

Kaivoa rakennettaessa ja huollettaessa on erityisesti otettava huomioon tukehtumis−, putoamis− ja sortumavaarat. Henkilön työskennellessä kaivossa on maan pinnalla oltava valvova apuhenkilö ja työskentelijällä turvavaljaat, turvaköysi ja −kypärä. Riittävän hengitysilman saanti kaivossa varmistetaan esim. siirtämällä ilmaa kaivoon puhaltimen avulla koko kaivossa työskentelyn ajan.

Luvanvaraisten töiden osalta tulee tilaajan varmistua siitä, että töiden suorittajalla voimassaolevat luvat ja pätevyydet. Luvanvaraisia töitä ovat mm. louhinta−, sähkö− ja tulityöt.

8.4 Veden laatu

Urakoitsija ei anna vedenlaadulle takuuta. Vedenkäsittelyn tarve arvioidaan erikseen laajan tutkimuksen perusteella aikaisintaan puolen vuoden kuluttua kaivon rakentamisesta. Vedenkäsittelylaitteisto valitaan laajan tutkimuksen tulosten perusteella. Ennen veden käyttöönottoa on tilaajan varmistuttava siitä että vesi on laadultaan talousvedeksi soveltuvaa. Vesinäytteiden ottamisesta sovitaan kohdassa 6.7 Vesinäytteet.

Suppea tutkimus sisältää ainakin seuraavat vedenlaatu parametrit: Bakteerien määrä (E.coli, suolistoperäiset enterokokit ja koliformiset bakteerit), pH, sähkönjohtavuus, sameus, permanganaattiluku, väri, rauta ja typpiyhdisteet (nitraatti, nitriitti ja ammonium).

Laaja tutkimus sisältää ainakin seuraavat vedenlaatu parametrit: Bakteerien määrä (E.coli, suolistoperäiset enterokokit ja koliformiset bakteerit), pH, sähkönjohtavuus, sameus, permanganaattiluku, väri, rauta, typpiyhdisteet (nitraatti, nitriitti ja ammonium), alkaliteetti, kovuus, happi, sulfaatti, mangaani, kloridi ja fluoridi.

Lisäksi porakaivosta analysoidaan tutkimuksen yhteydessä arseeni−, fluoridi−, radon− ja uraanipitoisuus.

Talousvedenlaadun tulee täyttää sosiaali− ja terveysministeriön asetuksen 401/2001 vaatimukset.

ASIAKIRJAMALLI

8.5 Takuuaika

Urakoitsija antaa tekemälleen kaivolle vedentuottotakuun. Vedentuottotakuu perustuu pohjanvedenpinnan korkeuden keskimääräiseen vaihteluun. Takuu ei koske vedenlaatua. Yksittäinen kotitalous tarvitsee vettä noin 1 000 litraa/vuorokausi tai 150 litraa/henkilö/vuorokausi.
Urakoitsija vastaa kuitenkin siitä, etteivät sen omat toimenpiteet ja käyttämät materiaalit aiheuta veden laadun muuttumista käyttötarkoitukseen sopimattomaksi.

Urakoitsijan antama vedentuottotakuu on kuukautta litraa/vuorokausi.

Urakoitsijalla on oikeus porata metrin syvyyteen ja tehdä kaivoon vesipainehalkaisu, jos taattua vesimäärää ei löydy.

8.6 Vakuudet

Sopijapuolet eivät aseta vakuuksia, ellei seuraavassa ole muuta todettu.

8.7 Omistuksenpidätys

Urakoitsijan työmaalle toimittamat urakkahintaan sisältyvät materiaalit, joita ei ole asennettu, ovat urakoitsijan omaisuutta, kunnes urakkahinta on kokonaisuudessaan maksettu. Materiaalit, jotka ovat sopimuksessa eritelty, asennettu ja joista tilaaja on suorittanut maksun, ovat kuitenkin aina tilaajan omaisuutta.

8.8 Riitaisuuksien ratkaiseminen

Jos sopimusta koskevaa erimielisyyttä ei saada ratkaistua osapuolten välisillä neuvotteluilla tai esim. kunnallisen kuluttajaneuvojen välityksellä, sopijapuoli voi saattaa asian kuluttajariitalautakunnan tai tuomioistuimen ratkaistavaksi.

8.9 Kuluttajansuojalaki

Jos tilaaja on kuluttaja sovelletaan tämän sopimuksen osana kuluttajansuojalakia.

9 SOPIMUKSEN ALLEKIRJOITTAMINEN

Tätä sopimusta on tehty kaksi samansanaista kappaletta, yksi kummallekin sopijapuolelle.

Paikka ja päivämäärä

Allekirjoitukset

Tilaaja	Urakoitsija
Nimenselvennys	Nimenselvennys

10 LIITTEET

A Liite nro	Kaivon sijaintikartta
B Liite nro	Aiemmin tehtyjen vesianalyysien tulokset (5.1.3 R)
C Liite nro	Kaivon kunnostussuunnitelma
D Liite nro	Kaivon paikan selvitysraportti
E Liite nro	Kuntotarkastukset
F Liite nro	Kaivon rakennesuunnitelma (5.2.2)
G Liite nro	Luettelo sopimukseen kuuluvista vesianalyyseistä (6.7)
H Liite nro	Valtakirja kiinteistönomistajalta

ASIAKIRJAMALLI

KUVAILULEHTI

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus (SYKE)			*Julkaisuaika* Lokakuu 2008
Tekijä(t)	Tuomo Hatva, Toivo Lapinlampi ja Sanna Vienonen			
Julkaisun nimi	**Kaivon paikka** Selvitykset ja tutkimukset kiinteistön kaivon paikan määrittämiseksi			
Julkaisusarjan nimi ja numero	Ympäristöopas			
Julkaisun teema				
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavana myös Internetistä www.ymparisto.fi/julkaisut			
Tiivistelmä	Hyvää talousvettä tuottava kaivo on välttämätön kiinteistöille, joita ei ole liitetty vesijohtoverkostoon. Oppaassa annetaan ohjeet niistä selvityksistä ja maastotutkimuksista, joita tarvitaan yhden talouden vedenhankintaa varten rakennettavan rengas- tai porakaivon paikan määrittämisessä. Oppaan päätavoite on, että ohjeet ovat käytännönläheiset ja selvät. Aluksi kuvataan pohjaveden muodostumisen periaatteita erilaisissa maa- ja kallioperäolosuhteissa sekä niiden vaikutusta kaivon sijoittamiseen ja veden laatuun. Ennen maastotutkimuksia on hyvä koota hankkeen toteuttamisessa tarvittava aineisto, kuten kartat ja tiedot kiinteistön sijaintipaikan pohjaveden laadusta. Oppaassa on lukuisia esimerkkejä erilaisiin maa- ja kallioperäolosuhteisiin oikein rakennetuista rengas- ja porakaivoista, sekä virheellisesti sijoitetuista kaivoista. Erityistä huomiota on kiinnitetty pohjaveden likaantumisriskiin tai jo tapahtuneeseen likaantumiseen. Opas on tarkoitettu kiinteistönomistajille, kuntien viranomaisille, konsulteille ja muille asiasta kiinnostuneille. Opas täydentää Suomen ympäristökeskuksen aikaisemmin julkaisemia kaivoja koskevia oppaita, ohjeita, sopimusmalleja ja mallipiirustuksia. Se ei sisällä ohjeita kaivojen rakentamisesta. Oppaassa on lukuisia piirroksia, kaavioita ja valokuvia, kun taas tekstiosuus on suhteellisen lyhyt. Kirjassa on runsaasti viitteitä kaivoveden parantamisesta sekä pohjaveden laadusta ja tutkimuksista.			
Asiasanat	kaivot, maaperä, kallioperä, pohjavesi, tutkimukset, vedenlaatu, likaantuminen, vesihuolto, talousvesi			
Rahoittaja/ toimeksiantaja	Maa- ja metsätalousministeriö			
	ISBN 978-951-37-5417-4 (nid.)		ISBN 978-952-11-3199-8 (PDF)	
	ISSN 1238-8602 (pain.)		ISSN 1796-167X (verkkoj.)	
	Sivuja 150	*Kieli* Suomi	*Luottamuksellisuus* Julkinen	*Hinta (sis.alv 8 %)* 29 €
Julkaisun myynti/ jakaja	Edita Publishing Oy, PL 780, 00043 EDITA Asiakaspalvelu: puh. 020 450 05, faksi 020 450 2380 Sähköposti: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi www.edita.fi/netmarket			
Julkaisun kustantaja	Edita Publishing Oy			
Painopaikka ja -aika	Edita Prima Oy, 2008			

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Finlands miljöcentral (SYKE)			*Datum* Oktober 2008
Författare	Tuomo Hatva, Toivo Lapinlampi och Sanna Vienonen			
Publikationens titel	**Kaivon paikka** Selvitykset ja tutkimukset kiinteistön kaivon paikan määrittämiseksi (**Brunnens placering** Utredningar och undersökningar för att bestämma var en brunn skall grävas)			
Publikationsserie och nummer	Miljöhandledning			
Publikationens tema				
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig också på Internet www.ymparisto.fi/julkaisut (på finska).			
Sammandrag	En brunn med gott hushållsvatten är nödvändig för fastigheter som inte har anslutits till vattenledningsnätet. Handledningen ger anvisningar om de utredningar och fältundersökningar som behövs för att bestämma platsen för en brunn för ett enfamiljshus. Handledningens huvudmål är att instruktionerna är praktiska och tydliga. Först beskrivs hur grundvatten bildas i olika jordmåns- och bergsförhållanden och deras inverkan på placeringen av brunnen och vattenkvaliteten. Före fältundersökningen är det bra att samla allt behövligt material för projektet, till exempel kartor och uppgifter om grundvattnets kvalitet där fastigheten ligger. Handledningen ger exempel på brunnar som grävts eller borrats på rätt sätt och på brunnar som placerats fel. Särskild uppmärksamhet fästs vid risken för att grundvattnet förorenas eller på redan skedd förorening. Handledningen är riktad till fastighetsägare, kommunala myndigheter, konsulter och andra intresserade. Den kompletterar tidigare guider, anvisningar, kontraktsmodeller och modellritningar för brunnar som Finlands miljöcentral publicerat. Den innehåller inte instruktioner om hur man bygger brunnar. Handledningen har talrika figurer, diagram och fotografier, däremot är texten relativt kort. Boken har rikligt med referenser om remediering av brunnsvatten och undersökningar av grundvattnets kvalitet.			
Nyckelord	brunnar, jord, bergrund, grundvatten, undersökningar, vattenkvalitet, nedsmutsning, vatten och avlopp, hushållsvatten			
Finansiär/ uppdragsgivare	Jord- och skogsbruksministeriet			
	ISBN 978-951-37-5417-4 (hft.)		ISBN 978-952-11-3199-8 (PDF)	
	ISSN (1238-8602 print)		ISSN 1796-167X (online)	
	Sidantal 150	*Språk* Finska	*Offentlighet* Offentlig	*Pris (inneh. moms 8 %)* 29 €
Beställningar/ distribution	Edita Publishing Ab, PB 780, 00043 EDITA Kundtjänst: tfn. +358 20 450 05, fax +358 20 450 2380 Epost: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi www.edita.fi/netmarket			
Förläggare	Edita Publishing Ab			
Tryckeri/tryckningsort och -år	Edita Prima Ab, 2008			

DOCUMENTATION PAGE

Publisher	Finnish Environment Institute (SYKE)			*Date* October 2008
Author(s)	Tuomo Hatva, Toivo Lapinlampi and Sanna Vienonen			
Title of publication	**Kaivon paikka** Selvitykset ja tutkimukset kiinteistön kaivon paikan määrittämiseksi (**Where to locate a well** Surveys and research for defining the location of a well)			
Publication series and number	Environment guide			
Theme of publication				
Parts of publication/ other project publications	The publication is available on the internet: www.ymparisto.fi /julkaisut			
Abstract	A well with good drinking water is essential for properties which are not connected to the water distribution network. The guide gives instructions about the necessary measures for defining a place for digging or drilling a well at a single family house. The principal objective of the guide is that the instructions are practical and clear. It begins with the basics of groundwater formation in different soil and rock conditions, and how these affect the location of the well and the water quality. Before field work it is helpful to collect all the material needed, such as maps and information about the quality of the groundwater in the area. The guide presents several examples of correctly dug and drilled wells in various soil and rock conditions, as well as of wrongly positioned wells. The pollution risk or actual pollution of the groundwater gets special attention. The guide is made for property owners, municipal authorities, consultants, and others interested in well construction. It completes earlier guides, contract models, and model drawings by the Finnish Environment Institute. It does not include digging or drilling instructions. The guide has many figures and photos, whereas the text is relatively short. It includes a comprehensive reference list about remediation of well water and about studies of groundwater quality.			
Keywords	wells, soil, bedrock, groundwater, research, water quality, water pollution, water supply, drinking water			
Financier/ commissionere	Ministry of Agriculture and Forestry			
	ISBN 978-952-11-3198-1 (pbk.)		ISBN 978-952-11-3188-8 (PDF)	
	ISSN 978-951-37-5417-4 (print)		ISSN 1796-167X (online)	
	No. of pages 150	*Language* Finnish	*Restrictions* Public	*Price (incl. tax 8 %)* 29 €
For sale at/ distributor	Edita Publishing Ltd, P.O.Box 780, FI-00043 Edita, Finland Customer service: tel. +358 20 450 05, fax +358 20 450 2380 Mail orders: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi www.edita.fi/netmarket			
Financier of publication	Edita Publishing Ltd			
Printing place and year	Edita Prima Ltd, 2008.			

Hyvää talousvettä tuottava kaivo on välttämätön sellaisille asuinkiinteistöille, joita ei ole liitetty vesijohtoverkostoon. Uusi opaskirja "Kaivon paikka" antaa seikkaperäisiä ohjeita niistä selvityksistä ja maastotutkimuksista, joilla määritetään rengas- tai porakaivolle hyvä sijoituspaikka. Oppaassa kuvataan havainnollisia piirroksia ja valokuvia käyttäen pohjaveden muodostumisen periaatteita erilaisissa maa- ja kallioperäolosuhteissa sekä niiden vaikutusta kaivon sijoittamiseen ja veden laatuun. Oppaassa on lukuisia kuvaesimerkkejä sekä oikein että väärin sijoitetuista kaivoista erityisesti likaantumisriskin kannalta. Opas on tarkoitettu kiinteistönomistajille, viranomaislle, konsulteille sekä alan urakoitsijoille. Se täydentää aiempia Suomen ympäristökeskuksen julkaisemia kaivoja koskevia ohjeita ja oppaita.

SYKE

EDITA

Edita Publishing Oy
Asiakaspalvelu:
PL 780, 00043 EDITA
puhelin 020 450 05, faksi 020 450 2380
asiakaspalvelu.publishing@edita.fi
Edita-kirjakauppa Helsingissä:
Antinkatu 1, puhelin 020 450 2566
www.edita.fi/netmarket

ISBN 978-951-37-5417-4 (nid.)
ISBN 978-952-11-3199-8 (PDF)
ISSN 1238-8602 (pain.)
ISSN 1796-167X (verkkoj.)

9 789513 754174