

SEMINAARITYÖ

POHJAVEDEN KÄYTTÖ HAJA-ASUTUSALUEELLA

Vesa Arvonen

POHJAVEDEN KÄYTTÖ HAJA-ASUTUSALUEELLA

1. Pohjavesi

Pohjavesi on maan huokosissa ja kallioraoissa olevaa vettä. Pohjavettä muodostuu sadevesien suotautuessa maan pinnalta eri maakerrosten läpi tai kalliorakoja pitkin veden täysin kyllästämään maakerrokseen tai kallioperään. /1/

Muodostuvan pohjaveden määrä riippuu useasta eri tekijästä, kuten maaperän laadusta, maanpinnan muodoista, alueen kasvillisuudesta, sateen laadusta ja alueen ilmastollisista tekijöistä. /1/

2. Veden hankintavaihtoehdot haja-asutusalueella

2.1 Kunnallinen vesijohto

Kuntakeskusten läheisyydessä haja-asutusalueen vesihuolto voidaan järjestää kunnallisen vesijohtoverkon varaan. Tämä vaatii suhteellisen tiheää rakennuskantaa, jotta vesijohtoverkon rakentaminen olisi taloudellisesti kannattavaa. Haja-asutusalueella vesihuolto voi olla myös osuuskuntien vastuulla, joko jakelun ja/tai veden hankinnan osalta.

2.2 Pintavesi

Pintavettä ei voida käyttää sellaisenaan, vaan se on aina puhdistettava. Rantaimetyksen avulla voidaan valmistaa hyvästä raakavedestä ns tekopohjavettä, jolloin vettä voidaan käyttää, esim loma-asutuksen tarpeisiin.

2.3 Pohjavesi

Yleisin haja-asutusalueen vesilähde on pohjavesi. Pohjavettä voidaan hyödyntää eri vaihtoehtojen avulla

2.3.1 Lähde

Lähde on pistemäinen kohde, missä pohjavesi purkautuu maan pinnalle. Lähteitä muodostuu paikkoihin, missä pohjaveden pinnan taso leikkaa maan pinnan tason. /2/. Luonnontilassa olevia lähteitä ei saa muuttaa esim rakentamalla lähteen ympärille rakennelmia.

2.3.2 Rengaskaivo eli kuilukaivo

Tämä perinteinen kaivotyyppi valmistetaan betonirenkaista tai valetaan paikan päällä. Vanhat kaivot voivat olla tehtyjä myös ympyrän muotoon ladotuista kivistä. Tarvittava kaivon syvyys riippuu alimman pohjaveden pinnan ja maan pinnan välisestä etäisyydestä. Se voi vaihdella muutamasta metristä jopa 20 metriin, halkaisijat vaihtelevat yhdestä viiteen metriin. Rengaskaivoon vesi tulee pohjan kautta, pintavesien pääsy kaivoon on estettävä rakentamalla kuiluosa mahdollisimman tiiviiksi. Pintavesien pääsyä kaivoon voidaan estää myös muotoilemalla kaivon ympäristö siten että sadevedet valuvat kaivosta pois päin.

2.3.3 Porakaivo

Porakaivo on kallioon porattu reikä, minkä avulla voidaan hyödyntää kallioperässä olevaa pohjavettä. Porakaivon syvyys on 20-150m ja halkaisija 140-150mm

2.3.4 Siiviläputkikaivo

Sora- ja hiekkamaaperässä voidaan käyttää siiviläputkikaivoja hyödynnettäessä laajoja ja syviä pohjavesivarastoja. Näitä käytetään harvemmin yksityisten talouksien vesilähteinä. Jos veden kulutus on poikkeuksellisen suurta tai kyseessä on useamman talouden yhteinen vesilähde, voi tämän tyyppinen kaivo tulla kyseeseen. Siiviläputkikaivo koostuu yleensä muovisesta nousuputkesta, minkä pituus voi olla jopa useita kymmeniä metrejä sekä muutaman metrin mittaisesta siiviläosasta. Putken halkaisija on 200-400mm.

2.3.5 Muita kaivotyyppejä

Harjualueilla voidaan hyödyntää ns Lirikaivoa. Tässä hyödynnetään paineellista pohjavettä työntämällä putki paineelliseen pohjaveteen, mistä se nousee putkea pitkin suoraan käyttökohteeseen. Tämä on yleensä edullinen ratkaisu, mutta se on herkkä pohjaveden pinnan vaihteluille. Paineellisen pohjaveden pinnan laskiessa, laskee myös purkautuvan veden paine. Yhdistetyssä kierukkaputkikaivo-kuilukaivossa hyödynnetään kuilukaivon ja putkikaivon ominaisuuksia. Yläosa on tavallinen kuilukaivo, minkä jatkeena on umpiputki. Umpiputkeen on yhdistetty salaojaputkea, mikä kerää ympäristöstä veden kaivoon.

3. Kaivojen rakentaminen

3.1 Kaivon paikan valinta

Paras kaivon rakennuspaikka on hyvin vettä läpäisevä sora- tai hiekkamuodostuma. Tiiviit ja kiviset moreenit ovat huonoja kaivon paikkoja, koska tiiviissä maakerroksessa veden virtaus on hitaampaa. Paras paikka on vettä keräävä ja varastoiva kerrostuma. Hiekkaisessa maaperässä pohjavesi on tehokkaimmin hyödynnettävissä alarinteessä, missä se on lähimpänä maan pintaa. Antoisuudeltaan parhaat kallioporakaivot sijaitsevat kallioperän ruhjevyöhykkeillä. Tavallisesti yhden talouden vedentarve pystytään tyydyttämään porakaivosta, vaikka kallioperässä olisi vain vähän ruhjeita.

Kaivon paikkaan vaikuttaa myös mahdollisen likaavan toiminnan sijainti alueella. Tällaisia ovat mm jätevedet, pellot, suolattavat tiet ja karjasuojat. Näiden tulisi sijaita kaivoon nähden veden virtaussuunnassa alapuolella.



KUVA 1 Ihmisen pohjavettä likaava toiminta (Hyvä kaivo –esite, Syke)

Rengaskaivo tehdään yleensä kaivinkoneella. Tällä saadaan kaivettua myös koekuoppa, jotta saadaan selville veden tulo kaivoon. Kaivaminen kannattaa ajoittaa aikaiseen keväällä tai loppu kesään, jolloin pohjaveden pinta on alhainen. Tällöin kaivosta tulee riittävän syvä, jotta siitä saadaan vettä myöskin silloin, kun pohjaveden pinta on alhaalla.

Kallioporakaivoa rakennettaessa ei ole merkitystä pohjaveden pinnan korkeudella.

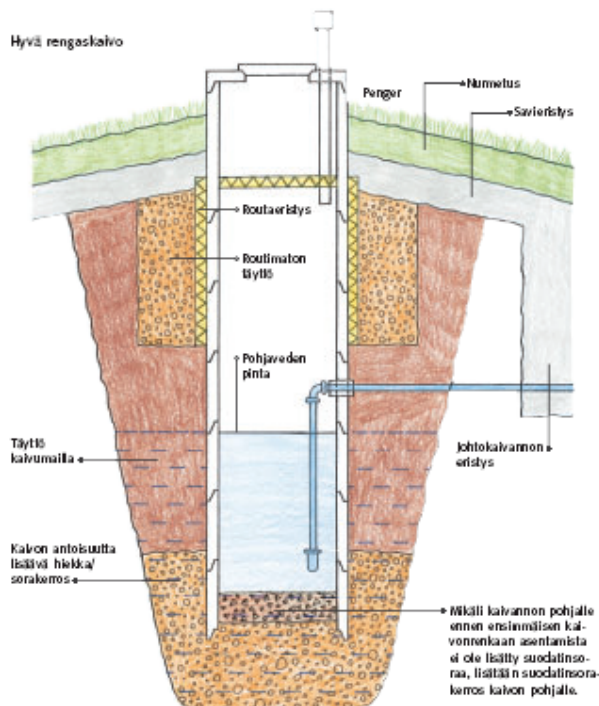
Kaivon paikan valinnassa on keskeisen tärkeää maastotarkastelu. Siinä tehdään havaintoja maakerrostumien paksuudesta, järjestyksestä ja niiden synnystä.

Koekairauksilla ja –kaivannoilla voidaan varmistua riittävästä veden saannista. Veden riittävyyden lisäksi on syytä selvittää myös veden laatu.

Jotta kaivosta saataisiin laadullisesti ja määrällisesti riittävästi vettä, on se rakennettava huolellisesti.

Kunnollisen kaivon tuntomerkkejä:

- kaivo on routasuojattu
- kaivosta ei saisi nousta pumpaamalla hiekkaa eikä muutakaan maa-ainesta
- kaivovesi on suojattu pintavesien vaikutukselta
- kaivo yltyä pysyvästi pohjavesipinnan alapuolelle
- kaivoon muodostuu jatkuvan käyttötarpeen tyydyttävä vesivarasto
- kaivossa on vaihdettavissa olevat suodatinkerrokset poistamassa sameutta
- kaivo on riittävästi ilmastoitu, kannessa on tuuletus ummehtumisen estämiseksi
- vahva ja tiivis kansi, joka estää pieneläinten ja roskien pääsyn kaivoon
- riittävästi maanpinnan yläpuolelle ulottuva kaivorakenne
- jos koirat tai muut eläimet käyvät merkitsemässä reviiriään kaivonrenkaita vasten, on kaivo hyvä ympäröidä aidalla
- hyvin rakennettu pengeri
- kaivonrenkaiden liitosten ja läpivientien tiiviys on riittävä, jotta sieltä ei pääsisi vuotamaan pintavesiä kaivoon.



KUVA 2 Hyvä rengaskaivo (Hyvä kaivo –esite, Syke)

3.2 Rengaskaivon rakentaminen

Kaivon paikan valinnan ja riittävän veden tulon varmistamisen jälkeen kaivetaan maahan kuoppa. Noin neljän metrin syvyyteen päästään tavallisella traktorikaivurilla. Tätä syvemmissä kaivauksissa kaivetaan kaivonrenkaan sisäpuolelta käyttäen kahmarikauhaa tai mammut-pumppua. Kaivannon pohjan halkaisijan tulee olla ainakin metrin suurempi kuin käytettävien kaivonrenkaiden.

Jos vedentulo kaivantoon ei ole runsasta eikä kaivannon sortumisen vaaraa ole, voidaan kaivanto kaivaa kerralla oikeaan syvyyteen. Jos kaivoa ei voida kaivaa kerralla tarvittavaan syvyyteen, kaivetaan kuoppa ensin pohjaveden pintaan saakka, minkä jälkeen renkaat upotetaan haluttuun syvyyteen kaivamalla maata kaivonrenkaiden sisäpuolelta. Tällöin on huomattava, että suuret kivet vaikeuttavat tai estävät kokonaan kaivamisen.

Puhtaan veden saamiseksi kaivon pohjalle laitetaan vähintään 30cm paksu suodatinkerros. Tämän kerroksen tarkoituksena on estää mahdollisen ympäröivän hienoaineksen pääsy kaivoon. Sora- ja hiekkamailla tätä kerrosta ei välttämättä tarvita. Jos veden happamuutta halutaan vähentää, voidaan suodatuskerroksen alapuolelle laittaa kerros kalkkikiveä (CaCO₃).

Kaivonrenkaat pinotaan suodatinkerroksen päälle. Betonirenkaita on käsiteltävä varovasti, etteivät ne lohkeaisi tai murtuisi. Renkaiden välissä on syytä käyttää elastisia tiivisteitä, sillä renkaat liikkuvat jonkin verran lämpötilan vaihteluiden ja roudan vaikutuksesta. Tiivistemateriaalin tulee soveltua juomavesikäyttöön. Esimerkiksi bitumi ei käy, jos on mahdollista että se joutuu kosketuksiin kaivoveden kanssa.

Renkaiden ulkopuolinen alue täytetään hiekalla tai soralla. Jos kaivuudessa on puhdasta, eikä rakeisuutensa puolesta aiheuta routimista, voidaan kaivannon ulkopuoli täyttää tällä maa-aineksella pohjaveden yläpinnasta ylöspäin.

Viimeiset n 0,4m täytetään huonosti vettä läpäisevällä maakerroksella, jotta pintavedet eivät pääsisi valumaan kaivoon.

Kaivosta poistetaan hienoaines ja lisätään pohjalle vielä lisää suodatinhiekkaa. Käytettäessä uppopumppua, on hiekkakerroksen päälle syytä laittaa kerros pieniä kiviä, ettei pumppu ime hiekkaa sisäänsä.

Kaivon kansi on syytä lukita sekä ilkvallan että turvallisuuden vuoksi. Ummehtumisen estämiseksi kaivon kansi varustetaan tuuletusputkella.

Vesijohdon läpivienti tiivistetään ja kaivon ja rakennuksen väliseen putkikaivantoon tehdään savisulku. Tämän tarkoituksena on estää kaivantoa pitkin tulevien kuivatus- ym pintavesien pääsy kaivoon.

3.3 Kallioporakaivon rakentaminen

Kallioporakaivon antoisuutta tai veden laatua on lähes mahdotonta tietää etukäteen. Antoisuuden määrittämisessä voidaan hyödyntää tietoja alueen kallioperän ruhjeisuudesta tai suorittaa seismisiä luotauksia. Kallioporakaivoja tekevät yritykset antavat yleensä vesitakuun, mikä tarkoittaa sitä että kaivon rakennuskustannuksia ei tarvitse maksaa, jos vettä ei saada riittävästi. Antoisuutta voidaan parantaa käyttämällä ns vesipaineaukaisua, missä vettä pumpataan kallion ruhjeisiin niin suurella paineella, että se laajentaa ruhjeet hyvin vettä johtaviksi.

4. Kaivojen kunnostaminen

Veden laadun ylläpitämiseksi kaivoista on syytä pitää huolta. Rengaskaivon voi helposti huoltaa esimerkiksi keväisin siivoamalla kaivon kannen ja ympäristän roskista, oksista ja mätänevästä lehdistä. Sisäpuolelta on syytä tarkistaa kaivon tekninen kunto (kaivon renkaat, läpiviennit ja tiivisteet). Tarkastuksen jälkeen kaivosta pumpataan vettä puolet sen vesitilavuudesta ja selvitetään

kuinka kauan kaivon uudelleen täyttyminen kestää. Jos kaivon vesi on likaantunutta, selvitetään likaantumisen aiheuttaja ja poistetaan se, minkä jälkeen puhdistetaan kaivo.

Jos kaivo on puhdistettava, on se yksinkertaisinta pestä harjalla ja vedellä. Pesun jälkeen suodatinsora vaihdetaan puhtaaseen. Lopuksi kaivosta pumpataan vettä 2-3 kertaa kaivon vesitilavuus. Pumppaus on syytä tehdä rauhallisesti, ettei kaivoa ympäröivä hienoaines nouse kaivoon kaivon pohjan ns hydraulisen murtuman vuoksi.

Jos kaivo on likaantunut haitallisten bakteerien vuoksi, joudutaan kaivo desinfiioimaan. Tämä toimenpide voidaan suorittaa natriumhypokloriitilla, kalsiumhypokloriitilla tai vetyperoksidilla. Näistä vetyperoksidi on suositeltavin, sillä se hajoaa muutaman vuorokauden sisällä vedeksi ja hapeksi.

Kallioporakaivon puhdistaminen ei onnistu kotikonstein, vaan työ on annettava työhön erikoistuneelle urakoitsijalle.

5.Haitat ja ongelmat

5.1 Riittävyys

Pohjaveden määrä vaihtelee ollen alimmillaan keväällä ennen roudan sulamista sekä syksyllä ennen syyssateita. Jos sateita saadaan normaalia vähemmän, voi pohjaveden pinta jäädä normaalia alemmas pidemmäksi aikaa. Tämä voi aiheuttaa ongelmia, jos kaivo ei ole riittävän syvä.

5.2 Veden laatu

Veden käyttökelpoisuuden selvittämiseksi vedestä olisi syytä tutkia seuraavat parametrit. Taulukossa on myös raja-arvot yksittäisessä taloudessa sekä vesilaitoksilla.

Aine	Yksityinen	Vesilaitos
Ammonium	*0,5 mg/l	*0,5 mg/l
Arseeni	0,01 mg/l	0,01 mg/l
E. coli	0 pmy/100 ml	*0 pmy/100 ml
Fluoridi	1,5 mg/l	1,5 mg/l
Haju ja maku	*ei selvää vierasta hajua ja makua	*käyttäjän hyväksyttävissä eikä epätavallisia muutoksia
Kaliumpermanganaatti	*20 mg/l	
Kloridi	*100 mg/l (syöpymisen ehkäisemiseksi < 25 mg/l)	*250 mg/l
Kokonais koliformit	< 100 pmy/100 ml	*0 pmy/100 ml
Kupari	2,0 mg/l	2,0 mg/l
Mangaani	*< 0,1 mg/l	*0,05 mg/l
Nitraatti	50 mg/l (vauvalle 25 mg/l)	50 mg/l
Nitriitti	< 1 mg/l (vauvalle 0,1 mg/l)	0,5 mg/l
PH	*6,5 - 9,5	*6,5 - 9,5
Radon	*< 1 000 Bq/l)	(300 Bq/l)
Rauta	*< 0,4 mg/l	*0,2 mg/l

Sameus	*1,0 NTU	*käyttäjän hyväksyttävissä eikä epätavallisia muutoksia
Sähkönjohtokyky	*< 2 500 S/cm	*< 2 500 S/cm
Uraani	(20 Bq/l)	
Väri	*5	*käyttäjän hyväksyttävissä eikä epätavallisia muutoksia

Radon- ja arseenipitoisuudet on syytä selvittää erityisesti kallioporakaivoista

Kaivon veden laatu olisi syytä selvittää ainakin seuraavissa tilanteissa:

- ennen kaivon käyttöönottoa
- värin, hajun ja maun muuttumisen yhteydessä
- vauvan syntyessä perheeseen
- myytäessä kiinteistöä
- hankittaessa vedenkäsittelylaitteita
- ennen lähellä tehtävien maanrakennustöiden aloittamista ja lopettamisen jälkeen
- jos edellisestä tutkimuskerrasta on kulunut yli kolme vuotta.

6. Kaivovedessä olevat aineet, niiden aiheuttamat haitat ja niiden poistaminen

6.1 Rauta

Rauta on yleistä suomalaisessa maaperässä, joten sitä esiintyy yleisesti myös kaivovedessä. Rautapitoisuuteen vaikuttaa kallioperän mineraalikoostumus, pohjaveden happipitoisuus ja mikrobiologinen toiminta. Rauta esiintyy kaivovedessä yleensä liuenneena kahden arvoisena ionina (Fe^{2+}), mutta se voi esiintyä myös kolmenarvoisena ionina (Fe^{3+}), jolloin se sakkautuu kaivon pohjalle tai on hiutaleina vedessä. Jos maalaji on karkearakeista ja hyvin vettä johtavaa, on veden rautapitoisuus yleensä pieni.

Raudan aiheuttamia ongelmia ovat sameus ja veden värjäytyminen ruosteen väriksi. Rauta voi kerrostua putkistoihin ja aiheuttaa tukoksia sekä värjätä vesikalusteita ja esimerkiksi pyykkiä. Rautapitoisuuden puolesta juomakelpoisen veden ei ole todettu aiheuttavan haittaa terveydelle. Rautaa voidaan poistaa joko hapettamalla tai suodatuksella.

6.2 Mangaani

Mangaania esiintyy yleensä raudan ohella aiheuttaen jo pieninä pitoisuuksina hajuhaittaa veteen. Mangaanin haju muistuttaa pilaantuneen kananmunan hajua. Myös mangaanin tummat saostumat värjäävät pesutiloja sekä pyykkiä.

Mangaania voidaan poistaa samoilla keinoilla, kuin rautaakin, eli hapettamalla tai alkaloinnilla ja suodatuksella.

6.3 Typpiyhdisteet

Typpiyhdisteitä, kuten nitraattia (NO_3), nitriittiä (NO_2) ja ammoniumia NH_4^+ , esiintyy kallioperässä erittäin vähän. Nitraatti- ja nitriittipitoisuuksien nousu johtuu pääasiassa jätevesistä, nitraattipitoisista lannoitteista, sadevedestä sekä orgaanisen aineksen hajoamisesta maaperässä. Nitraattia ja nitriittiä ei voi havaita aistinvaraisesti, vaan niiden pitoisuus on selvitettävä laboratoriotesteillä. Nitraatti on haitallista imeväisikäisille sekä raskaana oleville naisille, sillä se heikentää lapsen tai sikiön hapen saantia.

Ammoniumia esiintyy pohjavedessä yleensä rannikolla vanhoilla merenpohja-alueilla. Se voi olla merkki myös toimimattomista jätevedenkäsittelylaitteista. Ammoniumin voi havaita siitä aiheutuvasta pahasta hajusta.

Jos kaivossa on tyyppiyhdisteitä, on se puhdistettava huolellisesti tai etsittävä kaivolle uusi paikka.

6.4 Kloridi

Kallioperässä kloridipitoisuus on yleensä erittäin pieni. Pohjavedessä sitä on useimmiten meriveden sisältämän natriumkloridin vuoksi. Tämän vuoksi klorideja on pohjavedessä yleensä rannikkoseudulla. Jos niitä löytyy sisämaasta, on syynä yleensä tiesuolaus, jätevedet tai teollisuus.

Kloridit aiheuttavat veteen makua sekä nopeuttavat rautaputkistojen syöpymistä.

Jos vedessä on klorideja, täytyy kaivon paikkaa vaihtaa.

6.5 Fluoridi

Suomessa esiintyy fluorideja luonnostaan rapakivialueilla. Muilla alueilla lähteenä voivat olla kasvinsuojelu- ja desinfiointiaineet sekä lasi- ja kemianteollisuus.

Fluoridi ei vaikuta hajuun, väriin tai makuun. Pieninä annoksina fluoridi on välttämätön ihmisille, mutta suurina pitoisuuksina se saattaa aiheuttaa hammaskiilteen muodostumishäiriöitä, lisätä luuston murtumisherkkyyttä tai aiheuttaa oireita munuaisvaivoista kärsiville.

Fluoridin poistaminen kaivovedestä on erittäin hankalaa, joten juomavesi on syytä hankkia muualta. Muuhun käyttöön, kuten pesuvedeksi, tällainen vesi kuitenkin sopii hyvin.

6.6 Koliformiset bakteerit

Koliformiset bakteerit kaivovedessä ovat merkki pinta- tai jätevesien pääsystä kaivoon. Ne voivat olla peräisin myös kasveista tai maaperästä. Jos kaivossa on lämpökestoisia koliformisia bakteereita, on kyseessä ulosteperäinen saastuminen.

Koliformiset bakteerit aiheuttavat ripulia ja oksentelua. Jos kaivossa on koliformisia bakteereita, täytyy kaivo kunnostaa. Jos kyseessä on ulosteperäiset bakteerit, on kaivo desinfioitava. Näiden toimenpiteiden jälkeen kaivo on syytä tiivistää ja selvittää sekä poistaa saastumisen syy.

6.7 Radioaktiiviset aineet

Pohjavesissä saattaa esiintyä uraania ja sen hajoamisesta syntyvä radonia, jotka molemmat ovat radioaktiivisia aineita. Näiden esiintyminen voidaan todeta vain mittauksilla.

Nämä ovat yleensä kallioporakaivojen ongelmia. Jos radonpitoisuus nousee korkeaksi, voi seurauksena olla erilaisia syöpäsairauksia.

Radonia voidaan poistaa kaivovedestä erilaisilla ilmastimilla tai säteilysuojalla varustetulla aktiivihiihliisuodattimella. Uraania voidaan poistaa vedestä suodattimella, missä on vahva anioninvaihtomassa

6.8 Arseeni

Myös arseeni on enimmäkseen kallioporakaivojen ongelma. Erityisen paljon arseenia esiintyy Pirkanmaalla. Arseeni ei haittaa muuta veden käyttöä, kuin juomista ja ruoan valmistusta.

7 Veden seurattavat ominaisuudet

7.1 pH

Veden pH kuvaa veden happamuutta/emäksisyyttä. Talousvedessä veden pH:n arvoon vaikuttavat mm hiilidioksidi, karbonaatit, bikarbonaatit ja lämpötila. pH:lla on merkitystä putkistojen kestävyuden kannalta. Sopiva veden pH on 6,6-9,5. Veden happamuutta voidaan vähentää alkaloinnilla tai lisäämällä kaivon pohjalle kerros kalkkikiveä. Jos vesi on emäksistä, täytyy kaivo kunnostaa tai tehdä kaivo toiseen paikkaan.

7.2 Väri

Hyvä vesi on väritöntä ja kirkasta. Väriä voivat aiheuttaa rauta, mangaani, kupari ja humus. Väriin posistamiseksi voidaan kunnostuskeinona käyttää alkalointia tai suodatusta.

7.3 Haju

Hyvä vesi ei haise tai tuoksu. Hajut voivat olla peräisin erilaisten orgaanisten aineiden, kuten levien, sienien, homeiden bakteereista tai muusta mätänemisestä. Myös esim jätevedet voivat aiheuttaa epämiellyttävää hajua.

7.4 Sameus

Jos kaivovesi on sameaa, on se yleensä merkki pintavesien pääsystä kaivoon. Sameutta voivat aiheuttaa myös korkeat alumiini-, rauta-, sinkki-, mangaanipitoisuudet, savipartikkelit, orgaaninen aines tai ilmakuplat.

Sameaa vettä voidaan puhdistaa alkaloinnilla tai suodatuksella.

7.5 Kovuus

Veden kokonaiskovuudella tarkoitetaan sen sisältämän magnesiumin ja kalsiumin määrää. Kovuus voi vaihdella Suomessa erittäin pehmeästä melko kovaan.

Käytön kannalta pehmeä vesi on parempi vaihtoehto. Kova vesi lisää pesuaineiden kulutusta ja saattaa aiheuttaa ns kattilakiveä lämmitysjärjestelmiin.

Vettä voidaan koventaa alkaloinnilla ja pehmentää neutraloinnilla.

7.6 Sähkönjohtokyky

Veden sähkönjohtokyky kuvaa veteen liuenneiden suolojen määrää.

7.7 Kaliumpermanganaattikulutus

KMnO₄-kulutus kuvaa veden sisältämien kemiallisesti hapettuvien yhdisteiden määrää. Kaivoissa kohonnut KMnO₄-luku merkitsee yleensä pintavesien pääsyä kaivoon, varsinkin jos läheisissä kaivoissa KMnO₄-luku on alhainen.

Jos KMnO₄-luku on koholla, on syytä kunnostaa kaivo tai tehdä uusi toiseen paikkaan.

LÄHTEET

Varsinais Suomen Agenda Toimisto, Kaivo-opas

/1/ Pohjavedet Kurssimoniste

/2/ Sovellettu hydrologia. Vesiyhdistys ry 1986