

[Alkaliteetti](#)  
[Alumiini, Al](#)  
[Ammonium](#)  
[Arseeni](#)  
[Elohopea](#)  
[Fluoridi](#)  
[Fosfaatti](#)  
[Haju ja maku](#)  
[Kloridi](#)  
[KMnO4-luku](#)  
[Kokonaiskovuus](#)  
[Kupari](#)  
[Lviij](#)  
[Magnesium](#)  
[Mangaani](#)  
[Natrium](#)  
[Nitraatti](#)  
[Nitriitti](#)  
[pH](#)  
[Rauta](#)  
[Sameus](#)  
[Sulfaatti](#)  
[Sähkönjohtavuus](#)  
[Väriluku](#)

## Kotitalousveden kemialliset ongelmat

### Alkaliteetti

Alkaliteetille ei ole annettu raja-arvoja. Mitä pienempi alkaliteetti on, sitä helpommin veden pH-arvo muuttuu, alhainen alkaliteetti lisää verkostokorroosiota ja mm. raudan liukenemista verkostomateriaaleista. Tätä kautta sillä on merkitystä laatuvaatimusten täyttymisen kannalta. Alkaliteetille ei voida kuitenkaan antaa ehdotonta suositusarvoa.

Korkea alkaliteetti yhdessä kalsiumin kanssa lisää kalkkisaostumien muodostumista lämminvesilaitteisiin. Haittaa voidaan vähentää alentamalla pH-arvoa.

### Alumiini, Al

*Raja-arvo 0,2 mg/l ja tavoitearvo <0,1 mg/l*

Alumiinia esiintyy pinta- ja pohjavesissä yleensä verraten pieniä määriä, alle 0,1 mg/l. Poikkeuksena ovat ns. alunasavimailta tulevat vedet, joissa pitoisuudet voivat olla milligrammoja litrassa. Vesistöjen ja maaperän happamoituminen lisää alumiinin liukenemista maaperästä, mikä voidaan jo havaita matalien kaivojen veden alumiinipitoisuuksien nousuna. Alumiini muodostaa fluorin kanssa vaikeasti erotettavissa olevan kompleksiyhdisteen. Tästä syystä fluoripitoisuuden ollessa korkea myös alumiinipitoisuus on usein korkea.

Pintaveden saostusprosessista veteen jäljelle jäävän alumiinin pitoisuus kuvaa veden käsittelyn onnistumista. Korkea alumiinin jäännöspitoisuus lisää kupariputkien pistekorroosiota sekä voi muodostaa saostumia putkistossa.

### Ammonium, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

*Raja-arvo 0,5 mg/l ja tavoitearvo <0,2 mg/l*

Ammoniumia joutuu vesiin typpipitoisten orgaanisten aineiden hajoamistuotteena, lannoitteista sekä teollisuuden ja asutuksen jätevesien mukana. Sitä esiintyy myös luontaisesti eräillä pohjavesialueilla. Klooriamiinidesifointia käytettäessä ammoniumia lisätään veteen kloorin sitomiseksi. Vesilaitoksen jakamassa vedessä ammoniumia esiintyy useimmiten alle määräysrajan.

Ammoniumsuolojen myrkyllisyys on erittäin vähäinen ja niitä saadaan ravinnosta jopa satakertaisia määriä veteen verrattuna. Ammonium aiheuttaa suurina pitoisuuksina veteen pistävää hajua ja makua.

### Arseeni, As

*Raja-arvo <0,01 mg/l*

Monet arseeniyhdisteet ovat vesiliukoisia. Arsenia voi myös joutua vesiin eräistä puunkyllästysaineista, jalostettaessa kuparia sulfidimalmeista sekä fossiilisten polttoaineiden käytön seurauksena.

Arseeni on karsinogeeninen aine. Pitkäaikainen arseenialistuminen lisää todennäköisyyttä sairastua ihosyöpään ja yhteyksiä myös muihin syöpämuotoihin on esitetty.

### Elohopea, Hg

*Raja-arvo on 0,001 mg/l*

Elohopea on myrkyllinen alkuaine. Vesiin elohopea voi joutua teollisuuden ilma- ja jätevesipäästöistä, torjunta-aineista, fossiilisten polttoaineiden käytöstä, kaivostoiminnasta ja kaatopaikoilta. Elohopeaa saattaa esiintyä saastumattomissa luonnonvesissä mm. ojituksen ja

säännöstelyn seurauksena tai esim. tulivuoritoiminnan vaikutuksesta ilman kautta tapahtuvan kaukolaskeuman seurauksena.

Veden epäorgaanisesta elohopeasta imeytyy elimistöön 15 % tai vähemmän, mutta rasvaliukoinen metyylielohopea sen sijaan imeytyy lähes täysin. Epäorgaanisen elohopean haittavaikutukset kohdistuvat munuaisiin ja metyylielohopean hermokudokseen, etenkin aivoihin.

#### **Fluoridi, F-**

*Raja-arvo on 1,5 mg/l*

Fluoridia pidetään ihmiselle välttämättömänä hivenaineena. Liiallinen fluorin saanti aiheuttaa hammaskiilteen muodostumishäiriön, hammasfluuroosin. Tämä on todettavissa pienellä osalla väestöstä, jonka juomaveden fluoridipitoisuus on hampaiden muodostumisaikana ollut yli 1,5 mg/l. Runsas fluorinsaanti aiheuttaa muutoksia myös hohkaluun rakenteessa lisäten luun murtumisherkkyyttä, jonka vuoksi katsotaan, ettei aikuisenkaan tulisi juoda vuosikautia vettä, jonka fluoridipitoisuus on yli 2 mg/l.

Alueilla joiden vesilaitosten jakaman veden fluoridipitoisuus ylittää 1,5 mg/l, tulisi imeväisikäisten lasten vedensaanti toteuttaa muilla tavoin.

#### **Fosfaatti, PO4-P**

*Raja-arvo on 0,1 mg/l*

Fosfaatteja esiintyy pinta- ja pohjavesissä maaperästä liuenneina erityisesti, jos maaperää on lannoitettu runsaasti. Yhdyskuntien ja teollisuuden jätevedet tuovat myös fosfaatteja purkuvesiin.

Fosfaattien haitallinen vaikutus vesijohtoveden laatuun on välillinen: se voi lisätä pieneliöiden jälkikasvua vesijohtoverkossa silloin, kun muita ravinteita on riittävästi vedessä.

#### **Haju ja maku**

Haju ja maku tulisi aina tehdä välittömästi laitoksella, koska ominaisuudet muuttuvat herkästi säilytyksen ja kuljetuksen aikana. Haju ja maku on tärkeä talousveden teknis-esteettistä laatua kuvaava tekijä.

#### **Kloridi, Cl-**

*Raja-arvo on 100 mg/l ja tavoitearvo on <25 mg/l*

Klorideja on makeissa pintavesissä yleensä alle 10 mg/l, ellei niissä ole kloridipitoisten jätevesien tai maantiesuolauksen vaikutusta. Pohjavesissä klorideja esiintyy vanhoilla merenpohja-alueilla taikka jätevesien ja tiesuolauksen vaikutuksen seurauksena ja pitoisuudet voivat olla kymmeniä tai satoja milligrammoja litrassa.

Kloridit lisäävät veden korroosiovaikutuksia jo kymmenien milligrammojen litrassa pitoisuuksina.

#### **KMnO4-luku**

*Raja-arvo on 12 mg/l ja tavoitearvo on <8 mg/l*

Veden humus sellaisenaan ei ole terveydelle haitallista, mutta se aiheuttaa veteen väriä ja makua sekä keitetessä saostumia. Välillisesti humus voi heikentää veden terveydellistä laatua kuluttamalla desinfiointikemikaalia hapettumiseensa ja siten heikentäen desinfiointitehoa. Pieneliöiden jälkikasvu vesijohtoverkossa on sitä tavallisempaa, mitä korkeampi verkostoon johdettavan veden KMnO4-luku on.

Käsitellyn pintaveden korkea KMnO<sub>4</sub>-luku ilmaisee myös puutteita vedenkäsittelymenetelmässä tai prosessin hoidossa, mistä voi seurata veden terveydellisen laadun vaarantuminen.

### **Kokonaiskovuus**

*Raja-arvon alaraja on 1,5 mmol/l Ca*

Veden kovuus aiheutuu pääasiassa liuenneesta kalsiumista ja magnesiumista. Liian alhainen veden kokonaiskovuus aiheuttaa korroosiota putkistoissa. Jos kloridin ja sulfaatin määrät ovat pienet, korroosio on pienimmillään kun veden kalsiumkovuus on n. 0,7 mmol/l. Korkea kovuus lisää kalkin saostumista putkistoon, mistä syystä pH:n on oltava sitä alempi mitä korkeampi talousveden kovuus on.

### **Kupari, Cu**

*Raja-arvo on 1,0 mg/l ja tavoitearvo on < 0,3 mg/l*

Talousveden kupari on pääosin peräisin kiinteistön vedenjakelulaitteiden ja -kalusteiden materiaaleista. Koska Suomessa vesi on yleensä kuparia syövyttävää, ellei vettä ole käsitelty, kohonneet kuparipitoisuudet ovat yleisiä etenkin lämpimässä vesijohtovedessä. Vesijohtossa seisoneessa vedessä voi esiintyä muutamien milligrammojen pitoisuuksia litrassa, pitoisuus alenee kuitenkin nopeasti vettä juokсутettaessa.

Kupari aiheuttaa veteen karvasta makua. Se muodostaa saniteettikalusteisiin vihertäviä tahroja ja kuparipitoisella vedellä pesu voi muuttaa hiukset vihertäviksi. Kupari lisää alumiinia ja sinkkiä sisältävien laitteiden ja kalusteiden korroosiota.

### **Lyijy, Pb**

*Raja-arvo on 0,01 mg/l*

Raakaveteen lyijyä saattaa joutua teollisuuden saastutuksen seurauksena. Talousveteen lyijyä liukenee jakelulaitteiden materiaaleista, jos lyijyä sisältäviä metalliseoksia on käytetty.

Lyijy on elimistöön kertyvä myrkyllinen raskasmetalli, joka voi aiheuttaa monenlaisia haittavaikutuksia mm. hermostoon ja luustoon.

### **Magnesium, Mg**

*Raja-arvo on 50 mg/l*

Talousveden magnesium on peräisin maaperän suoloista. Suomessa veden magnesiumipitoisuus on yleensä alhainen. Korkea magnesiumipitoisuus aiheuttaa epämiellyttävää makua veteen. Lisäksi se nostaa veden kovuutta ja voi aiheuttaa saostumia lämminvesijärjestelmissä.

### **Mangaani, Mn**

*Raja-arvo on 0,05 mg/l*

Mangaania on pohja- ja pintavesissä melko yleisesti. Pohjavesissä sitä esiintyy usein samanaikaisesti raudan kanssa. Mangaanin poisto vedenkäsittelyssä on vaikeampaa kuin raudan poisto, jonka vuoksi raudan- ja mangaaninpoiston käsittävien vesilaitosten jakamassa vedessä on usein mangaanin aiheuttamia laatuvirheitä.

Liiallinen mangaani aiheuttaa veteen ja siitä valmistettuihin juomiin epämiellyttävää makua. Se muodostaa mustia kerrostumia saniteetti- ja talouskalusteisiin sekä tahraa pyykkiä. Jo hyvin pienetkin veden mangaanipitoisuudet voivat synnyttää kerrostumia vedenjakelulaitteisiin ja ns.

mangaanibakteerit edesauttavat näiden saostumien synnyssä. ajoittain liikkeelle lähtevät saostumat voivat esiintyä nokimaisina hiutaleina tai rasvamaisina muodostumina, joiden tahraava vaikutus on hyvin voimakas.

### **Natrium, Na**

*Raja-arvo on 150 mg/l*

Talousveden natrium on peräisin joko raakavedestä tai vedenkäsittelykemikaaleista (sooda, lipeä, ioninvaihtimen elvytyssyöla). Vanhoilla merenpohja-alueilla kaivovesien natriumpitoisuus voi olla 50-100 mg/l, mutta tavallisesti pinta- ja pohjavesien natriumpitoisuus on alle 5 mg/l. Maanteiden suolaukseen käytetty suola voi olla syynä kohonneeseen natriumpitoisuuteen. Maantiesuolassa suhde natrium/kloridi on noin. 0,6. Pohjaveden natriumpitoisuuksiin saattavat vaikuttaa myös jätevedet, kaatopaikat tms.

### **Nitraatti, NO<sub>3</sub>**

*Raja-arvo on 25 mg/l*

Nitraattia voi joutua vesiin lannoitteista sekä tyypeä sisältävien aineiden hajoamisen ja hapettumisen seurauksena. Vesilaitoksen raakavetenä käytetyn pinta- ja pohjaveden nitraattipitoisuus Suomessa on yleensä alle 5 mg/l. Vain joillakin pienehköillä pohjavesilaitoksilla veden nitraattipitoisuus on 20-30 mg/l. Haja-asutusalueen yksittäisissä talusvesikaivoissa todetaan satunnaisesti 30-100 mg/l:n nitraattipitoisuuksia.

Nitraatin aiheuttamat terveysriskit kohdistuvat imeväisikäisiin lapsiin, joilla nitraatista muodostuva nitriitti voi aiheuttaa häiriötä veren punasolujen happiaineenvaihduntaan, ns. methemoglobinemiaan. On myös epäilty, että ruuansulatuselimistössä muodostuva nitriitti voisi muodostaa N-nitrosoyhdisteitä, joiden otaksutaan aiheuttavan mahalaukun ja virtsarakon syöpää.

### **Nitriitti**

*Raja-arvo on 0,1 mg/l*

Nitriittiä muodostuu typpiyhdisteiden (mm. ammoniumin) epätäydellisen hapettumisen seurauksena ja sen esiintyminen talousvedessä on aina merkinä bakteeritoiminnasta joko vedenottamossa tai vesijohdoissa. Vesilaitosten jakamassa vedessä nitriittiä todetaan harvoin. Desinfiointi klooriamiinilla lisää nitriitin esiintymisen mahdollisuutta. Nitriittiä voi muodostua myös nitraatin pelkistyessä verkoston biologisen toiminnan johdosta. Nitriittejä havaitaan usein rautabakteereiden esiintymisen kanssa.

Nitriitin saanti vesijohtovedestä on hyvin alhaista verrattuna saantiin elintarvikkeista. Nitriitin terveysvaikutukset on kuvattu nitraatin yhteydessä.

### **pH**

*Raja-arvo on 6,5 - 9,5 laatutavoite on 7,0 - 8,8*

Luonnontilaisten pohjavesien ja pintavesien pH-arvo on Suomessa yleensä lievästi hapan, alueella pH 6 - 7. Tästä johtuu, että vedenjakelulaitteissa käytetyt materiaalit, kuten valurauta, sinkitty teräs, kupari, betoni ja asbestisementti useimmiten syöpyvät, ellei vettä ole alkaloitu. Silloin kun veden pH-arvo on vedenjakelulaitteiden kannalta sopiva, ei myöskään putkistomateriaalin syöpmisestä johtuvaa vedenlaadun heikkenemistä tapahdu. Sopiva pH on alueella 7,0 - 8,8 (riippuu veden kalsiumpitoisuudesta ja alkaliteetista). Korroosion kannalta pH arvon tulisi olla mahdollisimman tasainen. pH-arvon ollessa alle 7,1 alkaa metallien liukeneminen putkista.

Pienillä lapsilla, joilla mahahappojen määrä on vähäisempi ja nesteiden kulutus painoon nähden

suurempi, haittoja voi jo esiintyä alhaisemman pH:n yhteydessä kuin aikuisilla. Nämä haitat ovat yleensä mahavaivoja, oksentelua ja ripulia. Hyvin alkaalinen vesi, pH yli 10,5 voi lisäksi aiheuttaa suun ja nielun limakalvojen kirvelyä. Tällainen vesi voi myös peseydyttäessä ärsyttää silmiä ja ihoa. Silloin kun veden pH-arvo on näin korkea, veden laadun poikkeaminen normaalista havaitaan yleensä veden vaahtoamisena ja outona makuna.

### **Rauta, Fe**

*Raja-arvo on 0,2 mg/l*

Rautaa esiintyy yleisesti Suomen pohjavesissä ja humukseen sitoutuneena pintavesissä. Sitä voi myös liueta vesijohtoveteen jakeluverkon ja -laitteiden materiaaleista (valurauta, galvanoitu teräs). Joissakin olosuhteissa vesijohtolaitteisiin voi syntyä mikrobikasvusto, joka sitoo itseensä vedessä olevaa rautaa. Tällöin veden hyvin pienistäkin rautamääristä voi syntyä saostumia, jotka painevaihteluiden vaikutuksesta liikkeelle lähtiessään aiheuttavat veden laatuvirhettä.

Raudan aiheuttamat haitat talousvedessä ovat teknisiä ja esteettisiä: rauta synnyttää ruostekerrostumia saniteetti- ja talouskalusteisiin, ruostetahroja pesuvaatteisiin ja aiheuttaa veteen ruosteen maun. Keskimäärin jo 0,05 mg/l rautapitoisuus voi synnyttää rautasaostumia.

### **Sameus**

*Raja-arvo on 4 FTU*

Veden sameus johtuu usein savesta, raudasta tai kolloidisista yhdisteistä, eikä sameudella sinänsä ole mitään terveydellisiä haittavaikutuksia.

Veden sameus saattaa vaikuttaa veden desinfiointin onnistumiseen.

### **Sulfaatti, SO<sub>4</sub><sup>=</sup>**

*Raja-arvo on 150 mg/l*

Rannikkoseutuja lukuunottamatta Suomen vesien sulfaattipitoisuus on yleensä alhainen. Se on kuitenkin nousemassa happamien sateiden ja muun happamoitumisen takia.

Sulfaateilla on suurina annoksina ulostava vaikutus. Juomaveden sisältämä magnesiumsulfaatti voi jo 400 mg/l pitoisuuksina aiheuttaa ärsytysoireita herkille ihmisille, mutta jatkuva saanti nostaa ärsytyskynnystä.

### **Sähkönjohtavuus**

*Tavoitearvo on < 40 mS/m 25oC*

Veden sähkönjohtavuus kuvaa veteen liuenneiden mineraalisuolojen määrää. Koska sähkönjohtavuus kuvaa ainoastaan suolojen kokonaismäärää, ei sen perusteella voi tehdä johtopäätöksiä veden terveydellisistä vaikutuksista.

### **Väriluku**

*Raja-arvo on < 15 (tavoitearvo <5)*

Veden väri johtuu yleisesti värillisistä orgaanisista yhdisteistä kuten humushapoista. Myös metallit, kuten rauta ja mangaani, aiheuttavat veden väriluvun kasvua. Veden värillisuus on, paitsi esteettinen ongelma, myös tekninen häiritteijä. Veden käsittelyllä väriluvun pienentämiseksi voidaan vähentää kloorauksessa syntyvien haitallisten aineiden määrää. Monet haitalliset raskasmetallit ja orgaaniset yhdisteet esiintyvät humushappoihin sitoutuneena.

