



Ilmastonmuutoksen vaikutus Suomen pohjavedenhankintaan

JARI RINTALA

Talvikausien tulvien arvioidaan yleistyvän ilmastonmuutoksen seurauksena, ja niillä voi olla vaikutusta ranta-alueilla sijaitsevien pohjavedenottamoiden veden määrään ja laatuun. Kuva: Jari Rintala.

Winter floods are expected to become more frequent because of climate change, and they may have an impact on the quantity and quality of water at groundwater intakes located in coastal areas. Photo: Jari Rintala.

Ilmastonmuutoksen seurauksena äärimmäiset sääilmiöt yleistyvät eri puolilla maapalloa. Saman aikaisesti toiset alueet kärsivät kuivuudesta, kun toisilla alueilla rankkasateet aiheuttavat tulvia.

Äärimmäiset sääolot vaikuttavat merkittävästi myös vedenhankintaan. Veden saanti vaikeutuu erityisesti alueilla, jotka jo nykyisin kärsivät ajoittain vesipulasta, kuten Lähi-idässä ja Intiassa (Meriläinen ym. 2019). Myös useissa Euroopan maissa, kuten Espanjassa ja Britanniassa, on viime aikoina jouduttu rajoittamaan veden käyttöä kuivuuden vuoksi.

Ilmastonmuutos vaikuttaa vedenhankintaan myös Suomessa, vaikka vesivaramme ovat runsaat ja suurimmat ilmastonmuutosriskit eivät kohdistu tänne. Pohjavesi ja tekopohjavesi ovat keskeisessä roolissa Suomen vedenhankinnassa.

Suomessa runsaasti hyödynnettävissä olevaa pohjavettä

Suomen pohjavesivarat ovat asukaslukuun ja veden käyttöön nähden runsaat ja luontaisesti pääosin hyvälaatuiset. Valtion ympäristöhallinto on määritellyt ja luokitellut pohjavesialueet, ja niillä arvioidaan muodostuvan pohjavettä yhteensä yli 5 miljoonaa kuutiometriä vuorokaudessa. Vesihuoltolaitosten vuorokausittain jakaman pohjaveden ja tekopohjaveden määrä on noin 0,7 miljoonaa kuutiometriä.

Luokiteltuja pohjavesialueita on lähes 5 000, ja merkittävimmät pohjavesialueet sijaitsevat maaperän glasifluviaalisissa muodostumissa (Britschgi ym. 2018). Monien pohjavesialueidemme pohjavesi on altis ilmasto-olosuhteiden muutoksille, koska pohjavesialueet ovat usein pienialaisia: keskimääräisen pinta-alan ollessa 1–2 km². Lisäksi poh-

javesivarastot ovat usein lähellä maanpintaa ja pohjavesialueiden maaperän vedenjohtavuus on suuri.

Eriyisesti suurten kaupunkien läheisyydessä ei ole aina riittävästi luontaista pohjavettä tyydyttämään alueen vedenhankintaa. Tällöin pohjavesialueiden antoisuutta voidaan lisätä imeyttämällä pintavettä pohjavesimuodostumaan, jolloin puhutaan tekopohjavedestä. Lisäksi vesistöistä voi rantaimetyä pintavettä pohjavesimuodostumaan joko luonnollisesti tai vedenoton seurauksena.

Pohjavedellä suuri merkitys vedenhankinnalle

Pohjavesi on keskeinen talousvesilähde suurimmassa osassa Suomea: vesihuoltolaitosten pumppaamasta talousvedestä noin puolet on pohjavettä, 35 % pintavettä ja 15 % tekopohjavettä.

Pohjavedenottamoita on yli 90 % kaikista vedenottamoista. Vedenottamoiden määrä muuttuu jatkuvasti, sillä veden käyttötarpeen muuttuessa tai veden laadussa tai määrässä esiintyneiden ongelmien seurauksena uusia ottamoita otetaan käyttöön ja vanhoja poistetaan käytöstä tai siirretään varalle. Pohjavedenottamoita on vuosina 2010–2020 ollut käytössä noin 1700, joista runsaat 20 on tekopohjavedenottamoita ja lähes 60 kallioporakaivoja. Pääosasta pohjavedenottamoita vettä otetaan melko pieniä määriä. Lähes puolessa pohjavedenottamoissa vettä otetaan alle 100 kuutiometriä päivässä, mutta niiltä pumpatun veden osuus on alle 5 % kaikesta otetusta pohjavedestä. Noin 30 % kaikesta hyödynnettävästä pohjavedestä saadaan 20 suurimmasta ottamosta, joista 12 oli tekopohjavedenottamo, 6 pohjavedenottamo ja 2 rantaimetykseen perustuvaa ottamo. Tekopohjavedenottamoiden, mukaan lukien rantaimetyslaitokset, merkitys Suomen vesihuollossa on kasvanut viime vuosikymmeninä (Rintala & Britschgi 2023).

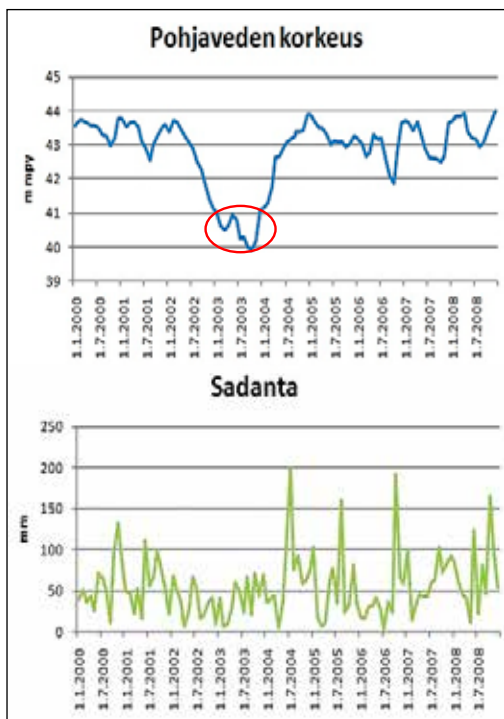
Pintavesilaitosten toimittamat vesimäärät ovat suuria, ja laitokset sijaitsevat pääosin suurissa kaupungeissa tai rannikolla. Pintavesilaitoksilla tarvitaan raakaveden laadun vuoksi laajamittaisempaa ja tehokkaampaa vedenkäsittelyä kuin pohjavesilaitoksilla.

Yhdyskuntien vedenhankinnan lisäksi haja- ja loma-asutuksen vesihuolto perustuu lähes kokonaan pohjaveteen. Oman kaivon vettä käyttävät sadattuhannet suomalaiset.

Ilmastonmuutoksen vaikutukset yhdyskuntien vedenhankintaan

Toimivan vesihuollon edellytyksenä on hyvälaatuinen raakavesi, joko pohja- tai pintavesi. Ilmastonmuutoksen arvioidaan vaikuttavan pohjavedenottoilta saatavan veden määrään, laatuun ja käsittelytarpeeseen sekä vesihuoltolaitosten toimintaedellytyksiin. Vaikutukset vesihuoltoon voivat olla joko haitallisia tai myönteisiä, suoria tai välillisiä, ja vaikutusten suuruuden arviointiin liittyy monia epävarmuustekijöitä. Vähitellen tapahtuva pitkäaikainen ilmastonmuutos ei ole Suomen vesihuollon turvaamisessa kriittinen tekijä. Huomattavasti suurempi vaikutus on sään ääri-ilmiöiden – kuten pitkien kuivuusjaksojen, rankkasateiden ja myrskyjen – yleistymisellä. Vaikutusten suuruuteen vaikuttavat muun muassa vedenottamon sijainti sekä hyödynnettävän raakavesilähteen koko ja antoisuus.

Pohjavesivesilaitoksilla korostuvat pitkien kuivuusjaksojen vaikutukset. Kuivuuden ei arvioida ilmastonmuutoksen seurauksenaan aiheuttavan Suomen vedenhankinnalle laajamittaisia ongelmia. Sen sijaan alueellisesti pohjaveden käyttöä voidaan joutua rajoittamaan. Esimerkiksi vuosina 2002–2003 Suomessa oli poikkeuksellisen kuivaa, mikä näkyi myös pohjavesivarojen hetkellisenä vähentymisenä (kuva 1). Tällöin arviolta 15 %:lla vesilaitoksista oli ongelmia veden riittävyydessä sekä osin myös pohjaveden laadussa, ja veden käyttöä suositeltiin rajoitettavaksi usealla alueella.



Kuva 1. Esimerkki kuivuuden vaikutuksesta pohjavedenpinnan korkeuteen (yläkuva) vuosina 2002–2003 Lounais-Suomessa pohjavesimuodostumassa, jossa oli vedenottamo. Sadantatiedot (alakuva) ovat Helsinki-Vantaan lentoasemalta.

Figure 1. An example of the impact of drought on groundwater levels (upper graph) in southwestern Finland in a groundwater body with a water intake. Precipitation data (lower graph) is from the Helsinki Airport.

Lisäksi pohjavedenpinnan aleneminen voi vaikuttaa pohjaveden virtausolosuhteisiin, jonka seurauksena pohjaveden laatu heikkenee ja veden käsittelytarve vesihuoltolaitoksilla lisääntyy. Myös pintavesien imeytyminen niiden lähistöllä sijaitseviin pohjavedenotto-kaivoihin voi tulla todennäköisemmäksi, mikä saattaa kohottaa esimerkiksi pohjaveden bakteerimääriä ja rautapitoisuuksia sekä laskea happipitoisuuksia. Kuivuuden haitallisten vaikutusten arvioidaan olevan lähitulevaisuudessa suurinta kesäisin ja etenkin Etelä-Suomen pienissä pohjavesimuodostumissa. Kuivuuden aiheuttamia ongelmia lisää se, että veden kulutus lisääntyy kuivina kesäkuukausina.

Vedenhankinnan lisäksi pohjavedenpinnan korkeuden aleneminen voi vaikuttaa myös pohjavesimuodostumasta riippuvaisiin maa- ja vesiekosysteemeihin. Vaikutukset voivat ilmetä esimerkiksi lähteiden virtaaman vähenemisenä tai luonnonsuojelualueiden luontoarvojen heikentymisenä.

Kuivuuden lisäksi voimakkaat yksittäiset rankkasateet tai sadejaksot voivat heikentää pohjaveden laatua ja aiheuttaa ongelmia vedenhankinnalle. Pinta- tai suovettä voi kulkeutua pohjavesimuodostumiin ja vedenottoille vesistöjen pinnannousun ja tulvien seurauksena, mikä voi lisätä esimerkiksi pohjaveden mikrobiologista likaantumista. Myös kaupunkien hulevesitulvat yleistyvät, minkä seurauksena pohjavesimuodostumiin voi kulkeutua haitallisia aineita.

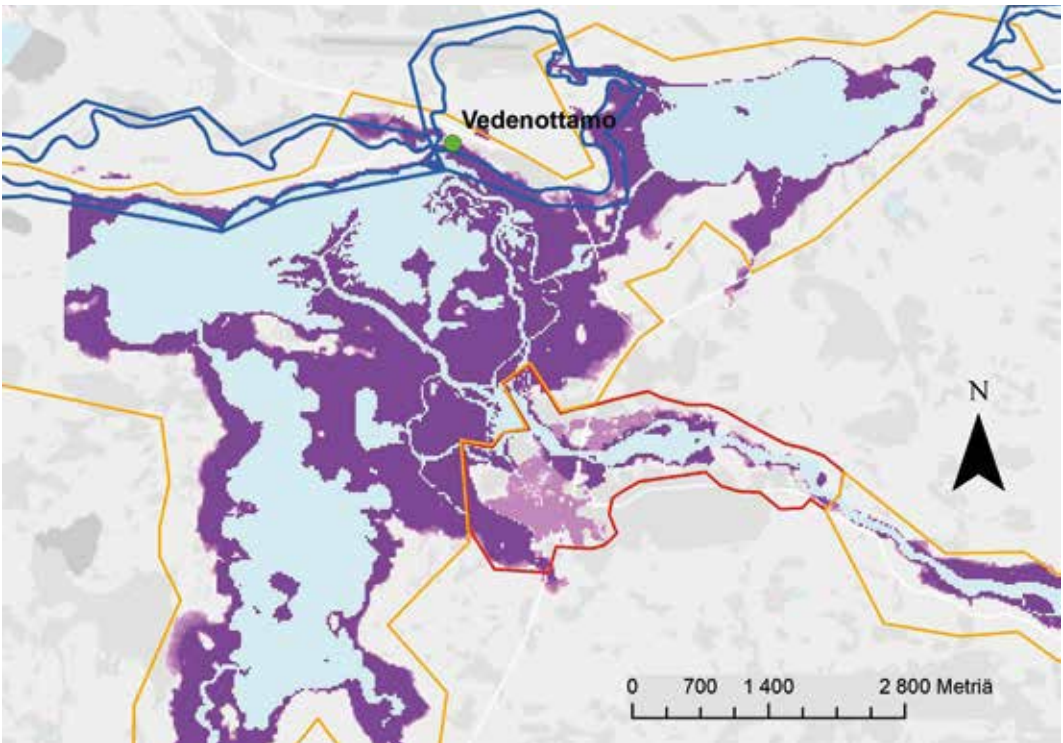
Lisääntyneet ja voimistuneet myrskyt sekä ilman lämpötilan kohoaminen vaikuttavat myös vedenhankintaan. Myrskyjen ja ukkosten yleistymisen seurauksena vesihuoltolaitosten sähkökatkosten määrän arvioidaan lisääntyvän, mikä voi vaikeuttaa veden käsittelyä ja jakelua. Lämpötilan kohoaminen vaikuttaa pohjaveden muodostumismääriin ja -ajankohtiin. Talvisin pohjavettä muodostuu yhä enemmän, koska maaperä on suuremman osan ajasta roudatonta. Maakerrosten mikrobiologinen puhdistus on kuitenkin hidasta talvella, mikä voi heikentää muodostuvan pohjaveden laatua etenkin alueilla, joilla pohjaveden pinta on lähellä maan pintaa.

Kiinteistökohtaiseen vedenhankintaan ilmastonmuutos vaikuttaa saman tyyppisesti kuin vesihuoltolaitoksillakin, mutta vaikutukset ovat usein suuremmat ja niihin on varauduttu huonommin. Pitkät kuivuuskaudet voivat johtaa veden säännöstelytarpeeseen tai veden hankkimiseen muualta. Rankkasateet ja tulvat voivat heikentää huonokuntoisten kaivojen vedenlaatua. Myrskyjen ja ukkosten myötä yleistyvät sähkökatkot voivat keskeyttää veden hankinnan (Vienonen ym. 2012).

Ilmastonmuutokseen sopeutuminen

Suomessa on ollut 2000-luvulla useita myrskyistä, rankkasateista ja kuivuudesta johtuvia häiriötilanteita vesihuollossa. Toisaalta tietoisuus ja tutkimustieto ilmastonmuutoksesta on lisääntynyt. Näiden syiden seurauksena vesihuoltolaitokset ovat varautuneet häiriötilanteisiin aiempaa paremmin erilaisilla suunnitelmissa, erityisilanteissa toimimista harjoittelemalla ja vesilaitosten teknistä varus-

telutasoa nostamalla. Myös toimiva varavesijärjestelmä vähentää ilmastonmuutoksen tai muun häiriötilanteen aiheuttamia ongelmia vedenottamolla. Sähkökatkojen aikaansaamia häiriöitä voidaan ehkäistä varavoimajärjestelmillä. Myös sähköverkkojen uusiminen vähentää sähkökatkosten määrää. Ilmastonmuutos voi lisätä vedenkäsittelytarvetta vesihuoltolaitoksilla, mihin voidaan varautua laitoksilla nostamalla desinfiointivalmiutta esimerkiksi UV-käsittelyn avulla.



Kuva 2. Suomessa useat sadat vedenottokaivot sijaitsevat vesistön välittömässä läheisyydessä. Esimerkki vedenottamosta, joka sijaitsee ympäristöhallinnon määrittelemällä tulvavaara-alueella. Kartassa on esitetty vesistö vaaleansinisenä ja pohjavesialue sinisellä viivalla. Violetit alueet kuvaavat tulva-alueita: mitä tummempi sävy, sen toistuvampi ja todennäköisempi tulva on. Punainen rajaa merkittävää tulvariskialuetta ja oranssi muuta tulvariskialuetta. Pohjakartat: peruskartta © Maanmittauslaitos (7/2023), tulvariski- ja pohjavesialueet © SYKE, ELY-keskukset.

Figure 2. In Finland, several hundred water intake wells are located in the immediate vicinity of water bodies. An example of a water intake plant (green dot) located in a flood hazard area as defined by the Environmental Administration. The map shows the water body in light blue and the aquifer with a blue line. Violet areas depict flood areas: the darker the shade, the more frequent and more likely the flood will be. Red borders the significant flood risk areas and orange borders the other flood risk areas. Background maps: basic map © the National Land Survey of Finland (7/2023), flood risk and groundwater areas © SYKE, ELY-centres.

Pohjaveden laadussa ja määrässä tapahtuvat muutokset on mahdollista havaita ennen kuin ne vaikuttavat merkittävästi vedenhankintaan, mikäli pohjaveden laatua sekä pohja- ja pintaveden pinnankorkeutta seurataan eri vuodenaikoina. Vesihuoltolaitokset seuraavatkin usein pohjaveden laatua ja määrää vedenottamokaivojensa lähistöllä tarkkailuohjelman mukaan. Näin vedenottaja pystyy varautumaan mahdollisiin ongelmatilanteisiin ja tarvittaessa esimerkiksi vähentämään vedenottoa kyseiseltä ottamolta.

Vedenottokaivojen oikeanlainen sijoittaminen ja rakentaminen ovat keskeisessä asemassa vedenhankinnan turvaamisessa. Vedenottokaivoja sijoittaessa tulisi varmistaa, ettei rankkasateiden tai tulvien aikana valumavesiä tai pintavesiä pääse suoraan kaivoon (kuva 2). Kaivon ja sen ympäristön rakenteet tulee tehdä siten, että pintavesiä ei pääse kulkeutumaan kaivoon (kuva 3).

Ilmastonmuutoksen seurauksena myös pohjavesialueiden maankäytössä tulee tapahtumaan muutoksia. Maankäytön suunnittelussa ja toteutuksessa tulee huomioida pohjaveden määrän ja laadun turvaaminen. Pohjaveden kannalta haitallisia toimintoja ei tule sijoittaa pohjavesialueelle. Pohjaveden määrän turvaamiseksi pohjavesialueelle tulisi jättää riittävästi vettä läpäisevää rakentamatonta maata. Maankäytön muutoksiin voidaan sopeutua esimerkiksi erilaisilla suunnitelmilla, kaava- ja lupamääräyksillä sekä erilaisilla teknisillä suojaustoimenpiteillä.

Vesihuoltolaitosten riskinhallintamenetelmissä sekä turvallisuus- ja varautumissuunnitelmissa voidaan tarkastella sopeutumiskeinoja ilmastonmuutokseen. Lisäksi ilmastonmuutoksen ja muun maankäytön vaikutuksia vedenhankintaan voidaan arvioida pohjavesialueiden suojelemissuunnitelmissa.



Kuva 3. Vedenottokaivot tulee rakentaa siten, että pintavedet eivät pääse vedenottokaivoon ja aiheuta ongelmia vedenhankinnalle. Kuva: Jari Rintala.

Figure 3. Water intake wells should be constructed in such a way that surface water does not enter the intake well and cause problems for water supply. Photo: Jari Rintala.

Vesihuoltolaitosten suunnitelmissa ja riskinarvioinnissa voidaan hyödyntää monia valtionhallinnon ylläpitämiä tietojärjestelmien ja mallinnusten käyttösovelluksia. Tällaisia ovat esimerkiksi ympäristöhallinnon pohjavesitietojärjestelmä (POVET), vesihuollon tietojärjestelmä (VEETI), tulvakartat ja vesistömallit sekä Geologian tutkimuskeskuksen pohjavesimuodostumien geologiset rakenne selvitykset.

Suomessa vedenjakelu voidaan jatkossakin yleensä turvata erilaisissa ilmasto-olosuhteissa, mikäli vesihuoltolaitoksella on toimivat varavesijärjestelmät, vedenkäsittelylaitteet, varautumissuunnitelmat ja toimintaohjeet erityistilanteisiin sekä maankäytön suunnittelussa huomioidaan pohjaveden suojelutarpeet.

JARI RINTALA

(jari.rintala@syke.fi)

Suomen ympäristökeskus

Kirjoittaja toimii asiantuntijana Suomen ympäristökeskuksessa pohjavesiin ja niiden suojeluun sekä vedenhankintaan liittyvissä tehtävissä.

Summary

Impact of climate change on Finland's groundwater supply

The impacts of climate change on water management can be either harmful or positive, direct or indirect, and their assessment involves many uncertainties. The main impacts are caused by the increasing frequency of extreme weather phenomena such as long periods of drought, heavy rainfall, and storms. As a result of rising water levels and flooding, surface water can be transported to groundwater

bodies and water works. Long periods of drought can cause problems with the water quality and sufficiency of mainly small raw water sources. As a result of storms, power outages at water works are increasing, making it difficult to treat water. Climate change also has an impact on land use, which in some places may cause an increasingly significant risk to raw water sources.

The most important means of adapting to climate change in water supply include locating water intake wells in the most productive groundwater bodies outside flood risk areas, improving water treatment preparedness in both normal and exceptional conditions, investigating the yield of small groundwater bodies, and securing reserve water and reserve power sources for water supply plants. In addition, plans, cooperation between water utilities, land use management and the use of information systems and modelling can enhance the adaptation of water utilities to climate change.

Lähdeluettelo

- Britschgi, R., Rintala, J. & Puharinen, S.-T., 2018. Pohjavesialueet – opas määrittämiseen, luokitteluun ja suojelusuunnitelmien laadintaan. Ympäristöministeriö, Ympäristöhallinnon ohjeita 3/2018, Helsinki, 142 s.
- Meriläinen, P., Lanki, T., Miettinen, I., Hokajärvi, A.-M., Simola, A., ym., 2019. Ilmastonmuutos ja vesihuolto – varautuminen ja terveysvaikutukset. Suomen Ilmastopaneeli, Raportti 10/2019, 39 s.
- Rintala, J. & Britschgi, R., 2023. Pohjavesialueet vesiympäristössä ja mahdollinen rantaimentyminen pohjavedenottamoilla. Vesitalous 1/2023, 12–20.
- Vienonen, S., Rintala, J., Orvomaa, M., Santala, E. & Maunula, M., 2012. Ilmastonmuutoksen vaikutukset ja sopeutumistarpeet vesihuollossa. Suomen ympäristökeskus, Suomen ympäristö 24/2012, Helsinki, 86 s.