

Sari Kauppi, Sirkku Tuominen, Taina Nystén

SUSTAINABLE ACCEPTABLE MINING – Tarkistuslista kaivosten pohjavesiselvitysten hallintaan

Suomen ympäristökeskuksessa on tehty käyttäjille ilmainen, internetistä löytyvä työkalu pohjavesiselvitysten hallintaan. Työkalu on kehitetty erityisesti vuorovaikutuksen parantamiseksi yritysten, viranomaisten, konsulttien ja tutkijoiden kesken. Siinä on tietoa pohjavesiselvitysten tarpeesta ja esitellään tutkimusmenetelmiä sekä pohjavesiin liittyvän tiedon lähteitä.

Pohjavesi Suomessa

Pohjavesi on osa veden kiertoa, tärkeä vesivaranto ihmisille ja elinehto maaekosysteemeille. Monenlainen ihmistoiminta vaikuttaa pohjaveden määrään, laatuun ja virtaussuuntiin. Jotkut maaekosysteemit ovat täysin riippuvaisia pohjavedestä ja esimerkiksi pysyvä pohjaveden pinnan alenema saattaa kuivattaa kaivoksen lähellä olevan suon (Klöve ym. 2014).

Pohjavesivarat Suomessa ovat runsaat ja siksi niiden merkitystä on arvostettu usein vain luokiteltujen pohjavesien ja pohjavedenottomoiden läheisyydessä. Suomessa Yli 65 % kunnallisesta vedenhankinnasta on pohjavettä ja haja-asutusalueella pohjavesi on tärkeä talousveden lähde. Ympäristönsuojelulaki kieltää pohjaveden pilaamisen ja laadun vaarantamisen (YSL 17 §). Lainsäädännössä on huomioitu vedenottamon vesioikeudelliset suoja-alueet (VL 4:11 §), mutta tämän lisäksi kaivoksen vaikutusalueella voi olla myös yksityisiä kaivoja. Pohjaveden laadun ja määrän muutoksiin johtava toiminta on luvanvaraista (VL 3:2 §).

Hydrologisen kierron kautta pinta- ja pohjavesi voivat vaikuttaa toistensa määrään ja laatuun. Pintavesistä suotautuu vettä pohjavesiin ja pintavesien pohjassa olevat lähteet taas tuovat pohjavettä pintaveteen (Klöve ym. 2014). Kaivostoiminnan pohjavesivaikutus saattaa ulottua paljon laajemmalle kuin ajatellaankaan, sillä maanalaisten pohjavesivarastojen geometria ja hydrauliset yhteydet ovat useimmiten puutteellisesti tunnettuja. Kaivosten vaikutuspiirissä olevien pohjavesiesiintymien sekä pohjaveden varastoitumisen, purkautumisen ja pintavesi-pohjavesivuorovaikutuksen tunteminen onkin aivan yhtä tärkeä osa kaivoksen toiminnan suunnittelua kuin on malmivarojen inventointi tai kaivosteknisten ratkaisujen selvitys (Salonen ym. 2014).

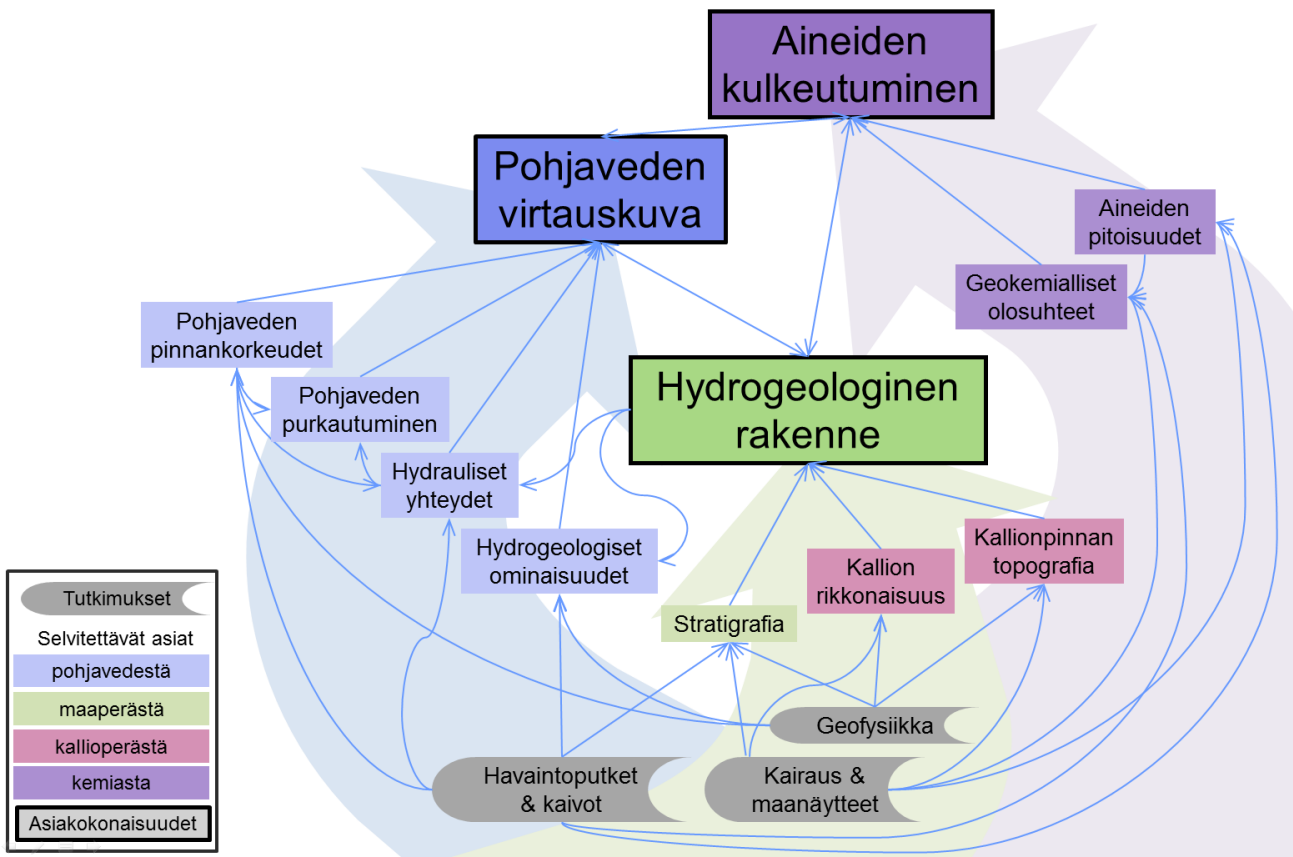
Yritysten avuksi: Pohjavesiselvitysten tarkistuslista

Pohjavesiselvitysten tarkistuslista on muistilista pohjavesien riskienhallinnan avuksi yrityksille. Toiminnanharjoittajan on oltava selvillä oman toimintansa ympäristövaikutuksista pohjavesien suhteen. Tarkistuslistan toivotaan helpottavan pohjavesiin liittyvän tiedon hallintaa ja helpottavan yhteistyötä yritysten, konsulttien ja viranomaisten välillä. Listaan on koottu tietoa siitä, mitä kaivostoiminnan yhteydessä alueen pohjavesistä pitäisi tietää ja miten ja millaisin menetelmin tarvittavat tiedot voidaan tutkimuksellisesti selvittää. Tarkistuslistalla huomioidaan pohjaveden monitahoiset yhteydet geologiaan, kemiaan ja eri tutkimusmenetelmiin (kuva 1) sekä raamitetaan yleisellä tasolla pohjavesien mallintamista ja ympäristöseurantaa.

Pohjavesiselvitysten tarkistuslistan toivotaan selkeyttävän kaivosyrityksen käsitystä oman toiminnan pohjavesivaikutuksista sekä mahdollistavan läpinäkyvän vuoropuhelun pohjaveden turvaamisen kannalta tärkeissä asioissa. Tarkistuslistaa voidaan käyttää avuksi pohjavesiasioissa kaivoksen

suunnittelu-, toiminta- ja sulkemisvaiheissa. Tarkistuslistaa hyödyntäen, yritys voi selkeällä tavalla koota yhteen ja esittää pohjavesitutkimukset ja niissä käytetyt menetelmät, sekä esimerkiksi tutkimusten vastuutahot ja aikataulusuunnitelmat tulevista töistä.

Pohjavesiselvitysten tarkistuslistassa on esitelty yleiset tiedontarpeet. Valittujen menetelmien oikeellisuudesta ja kattavuudesta vastuu on aina yrittäjällä tai yrityksen tilaamalla työn tekijällä. Tekniikoiden kehittyessä voi tulla esille myös muita uusia soveltuvia tutkimusmenetelmiä.



Kuva 1. Pohjaveden tietokokonaisuudet.

Mitä Pohjavesiselvitysten tarkistuslista sisältää?

Tarkistuslistalle on koottu erilaisia pohjaveden tutkimus- ja mallinnusmenetelmiä. Infoa aiheesta -sarakeesta löytyy lisätiedon lähteitä mainituista tutkimustarpeista ja -menetelmistä. Myös käyttäjä itse voi tähän sarakkeeseen lisätä viittauksia nettisivuihin ja kirjallisuuteen.

Tarkistuslistan käyttäjällä on enemmän täytettävää listan muissa sarakeissa (Tehtävä, Perustuen / käyttäen menetelmää, Vastuutaho/henkilö, Etenemisen mittaustapa, Aikataulu ja Lisätietoja). Niihin voidaan kirjata sekä jo tehtyjen että vielä edessä olevien selvitysten tietoja. Lomakkeen täyttäminen tehdään osin "rasti ruutuun"-menetelmällä ja osin vapaalla tekstillä. Kohdat

1 Hydrogeologisten rakennetietojen hallinta ja

2 Pohjaveden virtauskuvaan liittyvien tietojen hallinta

käsittelevät perusasioita, jotka toiminnanharjoittajan on tiedettävä kohteesta ja pohjavedestä. Kohta

3 Aineiden kulkeutumiseen liittyvien tietojen hallinta

kuvaa tutkimuksia, joilla selvitetään maaperän ja pohjaveden kemiallisia olosuhteita. Osa näistä on ennen kaivostoiminnan aloittamista selvitettäviä tutkimustietoja, joista saadaan vertailulukemat ympäristökuormitukselle, ja osa liittyy toiminnan aiheuttamiin ympäristövaikutuksiin. Tarvitaan tietoa vesien hallinnasta kaivosalueella sekä tarkkaa kaivostoiminnan prosessien osaamista, jotta toiminnan aiheuttamat haitalliset aineet tunnistetaan.

Kohdassa

4 Mallintaminen

voidaan kirjata muistiin jo tehdyt tai suunnitellut mallinnukset sekä niihin käytetyt ohjelmistot. Tarkistuslistan viimeinen kohta

5 Seuranta

käsittelee pohjaveden laadun monitorointia sekä ennen kaivostoiminnan aloittamista että sen aikana.

1 Maa- ja kallioperän rakenne

Osa kaivosalueelle tulevasta vedestä imeytyy maaperän ja kallioperän rakenteen mukaan pohjavedeksi ja kulkeutuu pohjaveden virtauksen mukana kaivosalueen ulkopuolelle (Kauppila ym. 2013). Geologisen, geomorfologisen ja sedimentologisen aineiston tulkinta yhdessä kairaustietojen, geofysikaalisten tutkimustulosten sekä saatavilla olevan pohjavesitiedon kanssa tarjoaa luotettavan ja myös taloudellisen menetelmäkokonaisuuden pohjaveden suojeluun ja hyödyntämiseen liittyvien ongelmien ratkaisemiseksi. Rakenneselvityksen tärkein osa on kalliopinnan korkokuvan määrittäminen painovoimamittausten, kairausten sekä räjäytysseismisten luotausten ja maatutkaluotausten avulla. Hyvän tai huonon hydraulisen johtavuuden omaavien kerrostumien ulottuvuudet paikannetaan mm. maatutkaluotausten ja sähköisen tomografian avulla (Kinnunen 2005).

2 Pohjavesivirtaus

Suomessa pohjavesikerroksen paksuus riippuu pääsääntöisesti maaperäkerrosten paksuudesta: kallioperässä voi esiintyä vettä rakosysteemeissä yleensä 100 metrin syvyyteen asti (Korkka-Niemi & Salonen 1996). Kaivosympäristöissä kallioperä on tyypillisesti ruhjeinen, minkä vuoksi kalliopohjavedellä voi olla suuri merkitys aineiden kuljettajana (Kauppila ym. 2013). Kaivostoiminta vaikuttaa pohjaveden virtauskuvaan, koska kaivostilojen kuivanapitopumppaus laskee alueellista pohjavedenpintaa ja muuttaa sen virtaussuuntia (Salonen ym. 2014).

3 Haitalliset aineet pohjavedessä

Monet ihmisille ja ympäristölle haitalliset aineet voivat kulkeutua veden virtausten mukana liuenneina tai kiinnittyneinä vedessä olevaan kiintoainekseen. Kaivostoiminnan seurauksena pohjaveden haitta-ainepitoisuudet eivät saa kasvaa, vaikka pitoisuudet olisivat luontaisestikin korkeita. Pohjaveden luonnontilainen laatu tai perustila selvitetään kaivostoiminnan suunnittelun alkuvaiheessa. Toiminnan harjoittajan edun mukaista on selvittää luontaiset pohjaveden sisältämien aineiden pitoisuudet.

Ympäristölle haitalliset aineet, kuten esimerkiksi suuret metallipitoisuudet, öljyt ja kemikaalit sekä sulfaatti saattavat kulkeutua pohjaveteen pilaantuneesta pintamaasta. Kaivostoiminnan aiheuttamat

muutokset, kuten sulfidimalmien paljastaminen sateen ja ilman vaikutuksille, aiheuttavat hapanta valumaa (Heikkinen ym. 2002). Läjitysalueilta ja sakka-altaista suotautuu aina jonkin verran vettä ja aineita, sillä mikään pohjatiiviste ei ole täysin pitävä (Salonen ym. 2014). Haitallisten aineiden kulkeutuminen ympäristöön aiheuttaa riskin paitsi ympäristökuormituksen kasvuun ja puhdistuskustannusten realisoitumiseen myös yrityksen taloudellisen tuloksen laskuun ja sosiaalisen toimiluvan menettämisen.

4 Tietoa pohjavesien mallintamisesta

Malli on yksinkertaistettu kuvaus olemassa olevasta fyysisestä systeemistä. Pohjaveden matemaattinen virtausmalli on väline, jolla voidaan tarkastella pohjavesisysteemin yleispiirteitä sekä selvittää pohjaveden virtausreittejä ja -nopeuksia. Malleja tarvitaan pohjaveden laadun, haitta-aineiden ja lämmön kulkeutumisen kuvaamiseen sekä toimenpiteiden vaikutusten arviointiin (Seppälä & Tuominen 2005). Pohjavesimallinnuksen onnistumisen edellytyksenä on, että tunnetaan tutkittavaan ongelmaan liittyvät tieteelliset periaatteet, käytettävät matemaattiset menetelmät ja tutkittavan alueen geologia. Suomessa pohjaveden virtausmalleja ja haitta-aineen kulkeutumismalleja ovat tehneet konsulttitoimistot ja pohjavesistä vastaavat viranomaiset sekä tutkimuslaitokset, yliopistot ja korkeakoulut (Kinnunen 2005 ja Kauppila ym. 2013). Pohjavesimalleja on laadittu myös kaivoskohteista (Artimo ym. 2004).

5 Pohjavesiseuranta

Pohjaveden seurannan laajuus on aina määriteltävä kohdekohtaisesti paikallisen ELY-keskuksen kanssa yhteistyössä. Tarkkaa yleistä seurantasuunnitelmaa ei siten voida esittää ilman kohdekohtaista tietoa. On kuitenkin hyvä muistaa muutamia perusasioita jo alustavaa seurantasuunnitelmaa tehtäessä.

Pohjaveden määrä ja laatu vaihtelevat samassa kohteessa vuodenaikojen mukaan ja ovat eri vuosina erilaisia. Tämä tulee ottaa huomioon vesinäytteenottoa suunniteltaessa. Keväällä sulamisvedet ja syksyllä runsaat sateet vaikuttavat pohjaveden laatuun ja määrään. Kesäisin keskimäärin heinä-elokuussa on pohjaveden pinta yleensä alimmillaan, jolloin monet haitta-ainepitoisuudet ovat korkeimmillaan veden vähäisyyden vuoksi. Hyvin suunnitellulla seurannalla saadaan vertailtavissa olevia tuloksia ja nähdään pohjaveden laadun ja määrän kehitys.

Lisätietoa pohjavesistä

Artimo, A., Salonen, V.-P., Pietilä, S. & Saraperä, S. 2004. Three -dimensional geologic modeling and groundwater flow modeling of the Töllinperä aquifer in the Hitura nickel mine area, Finland – providing the framework for restoration and protection of the aquifer. Bulletin of the Geological Society of Finland, 76, 5-17.

Heikkinen, P.M., Korkka-Niemi, K., Lahti, M. & Salonen, V-P. 2002. Groundwater and surface water contamination in the area of the Hitura Ni-mine, Western Finland. Environmental Geology, 42 (4), s. 313–329. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00254-002-0525-z>

Kauppila, T. (toim.), Komulainen, H. (toim.), Makkonen, S. (toim.) & Tuomisto, J. (toim.). 2013. Metallikaivosalueiden ympäristöriskinarviointiosaamisen kehittäminen: MINERA-hankkeen loppuraportti. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 199, 223 sivua, 15 kuvaa ja 60 taulukkoa. http://tupa.gtk.fi/julkaisu/tutkimusraportti/tr_199.pdf

- Kinnunen, T. (toim.) 2005. Pohjavesitutkimusopas – käytännön ohjeita. Helsinki, Suomen vesiyhdistys. 194 s. <http://www.vvy.fi/files/2653/Pohjavesiopus.pdf>
- Klöve, B., Ala-aho, P. & Rossi, P. 2014. Harjupohjavedet ylläpitävät moninaisia luontotyyppisiä. Vesitalous 4/2014, 26–29.
- Korkka-Niemi, K. & Salonen, V.-P. 1996. Maanalaiset vedet – pohjavesigeologian perusteet. Turun yliopiston täydennyskoulutuskeskuksen julkaisu A:50. 181 s.
- Lahermo, P., Ilmasti, M., Juntunen, R. & Taka, M. 1990. Suomen geokemian atlas: Osa 1: Suomen pohjavesien hydrogeokemiallinen karttoitus = The hydrogeochemical mapping of Finnish groundwater. Espoo: Geologian tutkimuskeskus. 66 s. + kartta.
- Lahermo, P., Tarvainen, T., Hatakka, T., Backman, B., Juntunen, R., Kortelainen, N., Lakomaa, T., Nikkarinen, M., Vesterbacka, P., Väisänen, U. & Suomela, P. 2002. Tuhat kaivoa - Suomen kaivovesien fysikaalis-kemiallinen laatu vuonna 1999. Summary: One thousand wells – the physical-chemical quality of Finnish well waters in 1999. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 155. 92 s., 60 kuvaa ja 8 taulukkoa.
- Minera-hanke, <http://fi.opasnet.org/fi/Minera-hanke>
- Rintala, J. & Suokko, T. 2008. Pohjavesinäytteenotto. Suomen ympäristö 48/2008. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 65 s. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/38376>
- Salonen, V.-P., Korkka-Niemi, K., Moreau, J. & Rautio A. 2014. Kaivokset ja vesi – esimerkkinä Hannukaisen hanke. Geologi 1/2014, 8–19.
- Seppälä, M. & Tuominen, S. 2005. Pohjaveden virtauksen mallintaminen. Helsinki, Suomen ympäristökeskuksen ympäristöopas 121. 62 s. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/41774>
- Vesilaki 587/2014
- Ympäristönsuojelulaki 527/2014