

Seppäharjun pohjavesialueen suojelusuunnitelma

savonlinna.fi

Savonlinna

Sisällys

Tiivistelmä 4
1 JOHDANTO 5
2 YLEISTÄ POHJAVEDESTÄ 6
2.1 Pohjavesialueluokat 7
2.2 Pohjavesialueen rajaaminen 7
3 POHJAVEDENSUOJELUA KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ 8
3.1 Pohjavesialueen suojelusuunnitelma 9
3.2 Ympäristönsuojelulaki 9
3.3 Vesilaki 10
3.4 Vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä annettu laki 11
3.5 Talousveden laatu 12
3.6 Savonlinnan kaupungin määräykset 12
3.6.1 Ympäristönsuojelumääräykset 13
3.6.2 Jätehuoltomääräykset 13
3.6.3 Rakennusjärjestys 14
3.7 Muut lait 14
4 SEPPÄHARJUN POHJAVESIALUE 15
4.1 Pohjaveden tarkkailu 15
4.2 Geologia ja hydrologia 16
4.2.1 Pohjaveden pinnantaso 18
4.2.2 Ominaisantoisuus- ja koepumppaukset 20
4.2.3 Pohjaveden virtaussuunnat 22
4.3 Pohjaveden laatu 22
4.3.1 Raakaveden laatu 23
4.3.2 Pohjavesiputkihavainnot 26
4.3.3 Rantaimeytyminen ja PFAS-yhdisteet 27
4.3 Vedenottamo ja vedenottojärjestelyt 29
4.4 Vedenottamoiden suoja-aluesuositukset 32
4.5 Maankäyttö ja kaavoitus 32
4.5.1 Maankäyttö 33
4.5.2 Etelä-Savon maakuntakaava 34
4.5.3 Yleis-/asemakaavat 35
5 RISKITEKIJÄT, RISKIEN ARVIOINTI JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET 36

5.1 Yleistä ... 36
5.2 Riskinarviointi ... 37
5.3 Vapaa-ajan asutus ... 39
5.3.1 Jätevedet ... 39
5.3.2 Maalämpö ... 41
5.4 Maa-ainesten otto ... 43
5.5 Liikenne ja tienpito ... 45
5.5.1 Liikenteen päästöt ... 46
5.5.2 Onnettomuudet ja vaarallisten aineiden kuljetukset ... 46
5.6 Pilaantuneen maan riskikohteet ... 48
5.7 Muuntamot ... 49
5.8 Metsätalous ... 50
5.9 Ilmastonmuutos ... 52
6 VARAUTUMINEN HÄIRIÖTILANTEISIIN JA TOIMENPITEET VAHINKOTAPAUKSISSA ... 54
6.1. Vesihuoltolaitoksen varautumissuunnitelma ... 55
6.2 Öljy- ja kemikaalionnettomuudet ... 56
6.3 Kyberturvallisuus ... 57
6.4 Muut häiriötilanteet ... 58
10 SUOJELUSUUNNITELMAN YLLÄPITO JA SEURANTA ... 59
Lähteet ... 60
LIITE 2. Enonkoskentien nopeusrajoitukset ja suositukset ... 66

Tiivistelmä

Seppäharjun pohjavesialueelle ei ole aiemmin laadittu suojelusuunnitelmaa. Vedenotto alueella on aloitettu vuonna 2021. Pohjavesialuetta ei ole luokiteltu riskialueeksi ja sen määrällinen ja kemiallinen tila on hyvä. Seppäharjulla ongelmia ovat aiheuttaneet kohonneet rauta- ja mangaanipistoisuudet molemmissa vedenottokaivoissa. Raudan osalta talousveden laatusuosituksissa esitetty raja-arvo on ylittynyt vuodesta 2024 lähtien ja mangaanin osalta vuodesta 2026.

Suurin riskitekijä pohjavedelle on pohjavesialueen reunassa kulkeva Enonkoskentie, johon ei ole rakennettu pohjavesisuojausta. Tietä suolataan ja pohjavesialueelle sijoittuu myös P-alue. Muita mainittavia riskitekijöitä ovat alueella sijaitseva entinen maa-ainestenottoalue ja puistomuuntamot (2 kpl).

Suojelusuunnitelman riskien kartoituksen lisäksi luotiin säännöllisesti päivitettävä toimenpidetaulukko, josta käy ilmi toimenpidesuositukset, vastuutahot ja toimenpiteiden toteuttamisaikataulut.

1 JOHDANTO

Pohjavesialueiden suojelun tavoitteena on turvata yhteiskunnan vedensaanti säilyttämällä pohjaveden määrällinen ja kemiallinen tila hyvänä. Pohjavesien suojelussa ennakointi on kaikista tärkeintä, sillä pilaantuneen pohjaveden puhdistaminen on usein haastavaa ja kallista. Tästä syystä yhteiskunnan vedenhankinnalle tärkeille ja vedenhankintaan soveltuville pohjavesialueille luodaan pohjavesialueiden suojelusuunnitelmia, joissa määritetään kohdekohtaisesti pohjaveden riskitekijät ja -toiminnot. Suunnitelmassa esitetään myös toimenpide-ehdotukset riskien poistamiseksi tai minimoimiseksi sekä ohjeita viranomaisvalvontaa ja ympäristövahinkojen ehkäisyä ja torjuntaa varten. Vaikka suojelusuunnitelmalla ei ole itsenäisiä oikeusvaikutuksia, voidaan sitä hyödyntää ohjeellisena tausta-aineistona esimerkiksi maankäytön suunnittelussa sekä toiminnanharjoittajien lupahakemuksia ja ilmoituksia käsiteltäessä. (Suomen ympäristökeskus 2022)

Seppäharjun pohjavesialueen suojelusuunnitelma on osa pohjavesihanketta, jolla tehostetaan pohjavesien suojelua ja parannetaan tai ylläpidetään pohjavesien tilaa. Hankkeen tavoitteisiin kuuluu pohjavesien suojelun toimenpiteiden edistäminen, suojelusuunnitelmien laatiminen ja päivittäminen, tutkimuksellisen tiedon edistäminen ja sidosryhmäyhteistyö sekä hulevesien ja vesiensuojelutoimenpiteet osana pohjavesien suojelua. Seppäharjun 1- luokan pohjavesialueelle ei ole aiemmin laadittu pohjavesien suojelusuunnitelmaa, vaikka kyseisellä alueella sijaitsee yhdyskunnalle tärkeä vedenottamo. Seppäharjun pohjavesialue on kärsinyt alhaisesta happipitoisuudesta sekä kohonneista rauta- ja mangaanipitoisuuksista.

2 YLEISTÄ POHJAVEDESTÄ

Pohjavesi on maa- ja kallioperään varastoitunutta vettä. Pohjavettä syntyy maan pinnalla olevan veden imeytyessä maahan ja vajotessa syvemmälle. Suomessa maaperään imeytyvä vajovesi koostuu pääasiassa sateesta ja lumen sulamisvesistä. (Suomen vesiyhdistys 2005) Yleensä pohjavedeksi luokitellaan kaikki maa- tai kallioperässä vedellä täyttyneet avoimet tilat. Tavallisesti tämä tapahtuu 2-5 metrin syvyydessä. Antoisat pohjavesimuodostumat on rajattu pohjavesialueiksi, joiden sisälle on rajattu varsinainen pohjavedenmuodostumisalue. (Suomen ympäristökeskus 2022)

Vuotuisesta sadannasta pohjavedeksi kertyy jopa yli 50 % maalajin mukaan. Muita vajoveden määrään vaikuttavia tekijöitä ovat kasvillisuus, maanpinnan muodot, pintakerroksen kosteus, kerrosrakenne ja tiivistyneisyys. Myös haihdunnan määrällä ja sateen intensiteetillä on suuri vaikutus pohjaveden muodostumiseen. Runsainta muodostuminen on keväällä lumien sulaessa ja syksyllä syyssateiden aikaan. Kesällä haihdunnan ollessa suurta, ei pohjavettä juurikaan muodostu.

Pohjaveden muodostumiselle ja hankinnalle tärkeimpiä ovat karkean lajittuneen aineksen kerrostumat, joissa hienoaineksen (hieno hieta, hiesu ja savi) osuus on alle 10 %. Tällaisia ovat jäätikköjokisyntyiset harjut ja reunamuodostumat sekä sora-, hiekka- ja hietavaltaiset ranta- ja jokikerrostumat. Näiden maalajien huokostilavuus on suuri ja vedenjohtavuus hyvä. (GTK s.a.)

2.1 Pohjavesialueluokat

Pohjavesialueet on luokiteltu entisten Elinvoima-, liikenne- ja ympäristökeskusten (ELY-keskusten) toimesta, nykyään tehtävä kuuluu Lupa- ja valvontavirastolle. Savonlinnan pohjavesialueiden luokitukset on hoitanut Etelä-Savon ELY-keskus. Pohjavesialueet luokitellaan kahteen luokkaan sen mukaan, kuinka hyvin ne soveltuvat vedenhankintaan ja mahdollisen suojelutarpeen mukaan:

1-luokka: Tähän kuuluvat vedenhankinnan kannalta tärkeät pohjavesialueet. Näiden alueiden vettä käytetään tai on tarkoitus käyttää yhdyskunnan vedenhankintaan taikka talousvetenä enemmän kuin keskimäärin 10 m^3/vrk tai yli viidenkymmenen ihmisen tarpeisiin.

2-luokka: Tähän kuuluvat muut vedenhankintakäyttöön soveltuvat pohjavesialueet, jotka pohjaveden antoisuuden ja muiden ominaisuuksien perusteella soveltuvat 1 kohdassa tarkoitettuun käyttöön.

Lisäksi Elinvoimakeskus luokittelee pohjavesialueen **E-luokkaan**, jos pintavesi- tai maaekosysteemi on suoraan riippuvainen alueen pohjavedestä (1263/2014). Pohjavesialueen kuuluessa luokkaan 1 tai 2, luokkatunnukseen lisätään merkintä E (E1/E2).

2.2 Pohjavesialueen rajaaminen

Alueellinen Lupa- ja valvontavirasto määrittelee rajat pohjavesialueelle ja muodostumisalueelle. Pohjavesialueeksi määritetään se alue, jolla on vaikutusta pohjaveden muodostumiseen tai laatuun. Muodostumisalue taas on pohjavesialueen osa, jolla varsinaista pohjavettä muodostuu. (Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä annetun lain muuttamisesta 816/2025) Määrittämistä varten alueesta laaditaan hydrogeologinen yleiskuvaus, kuvaus alueen maa- ja kallioperän yleispiirteistä sekä tehdään arvio alueella muodostuvan pohjaveden määrästä, vedenkorkeudesta ja virtaussuunnista. (Laki vesienhoidon ja

merenhoidon järjestämisestä 10 a §) Pohjavesialueen rajan leveys on 40 metriä eli todellisuudessa pohjavesialue jatkuu vielä 20 metriä määritetystä rajasta ulospäin.

Valtioneuvoston asetuksessa vesienhoidon järjestämisestä annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta (929/2016) säädetään pohjavesialueen rajan määrittämisestä ja alueen luokituksen perusteista. Asetuksen mukaan pohjavesialueen raja määritetään hydrogeologisten olosuhteiden perusteella kohtaan, jossa pohjavettä johtavien maaperäkerrosten päällä on riittävän tiiviit pohjavettä suojaavat maakerrokset tai jossa pohjavettä johtavat maakerrokset päättyvät kallioon tai vettä huonosti johtavaan maaperään.

3 POHJAVEDENSUOJELUA KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ

Pohjaveden suojelua ohjaavat ympäristönsuojelulaki (527/2014), valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (1022/2006) sekä vesilaki (587/2011). Ympäristönsuojelulain pohjaveden pilaamiskielto (17 §) ja maaperän pilaamiskielto (16 §) toimivat suojelun perustana, sillä se turvaa pohjaveden laatua maaperän kautta tapahtuvalta pilaantumiselta. Näiden lisäksi suojelua ohjaavat mm. vesilaki (587/2011), laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä (1299/2004) sekä kunnan ympäristönsuojelumääräykset ja rakennusjärjestys.

Kansallinen lainsäädäntö toteuttaa EU:n vesipolitiikan puitedirektiiviä (2000/60 EY), jonka tavoitteena on edistää vesivarojen kestävää käyttöä. Direktiivillä pyritään turvaamaan pohjaveden riittävyys ja hyvä kemiallinen tila estämällä pohjavesien pilaantuminen sekä vähentää jo tapahtunutta pilaantumista.

3.1 Pohjavesialueen suojelusuunnitelma

Pohjavesialueen suojelusuunnitelman laatimisesta säädetään Laissa vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä annetun lain muuttamisessa (1263/2014) kohdassa 2 a 10 e §. Laissa säädetään, että kunta voi laatia kunnan alueella sijaitsevalle pohjavesialueelle suojelusuunnitelman, jos siihen kohdistuu toimintaa, joka merkittävästi vaikuttaa pohjaveden tilaan tai alueelle, jossa tämän lain mukaiset ympäristötavoitteet sitä edellyttävät. Suojelusuunnitelma voidaan toteuttaa yhteistyönä tai yhdessä muiden tahojen kanssa. Laki toteuttaa EU:n vesipolitiikan puitedirektiiviä.

Pohjaveden suojelusuunnitelmaan sisällytetään tarpeen mukaan:

1) tiedot alueen pohjavesiolosuhteista, pohjaveden tilasta sekä nykyisestä ja suunnitellusta maankäytöstä;
2) tiedot alueella sijaitsevista vedenottamoista ja alueen pohjaveden merkityksestä vedenhankinnan kannalta;
3) tiedot vedenottamoiden suoja-alueita koskevista vesilain (587/2011) 4 luvun 11 §:n mukaisesta päätöksestä ja arvio päätöksen tarkistamistarpeesta tai tarpeesta hakea suoja-alueen määräämistä;
4) tiedot pohjaveden pilaantumisen vaaraa aiheuttavista toiminnoista ja arvio toimenpiteistä pilaantumisen vaaran vähentämiseksi;
5) tiedot muista pohjavesien suojelun kannalta merkityksellisistä seikoista.
6) Valtioneuvoston asetuksella voidaan säätää tarkemmin suojelusuunnitelmaan sisällytettävistä tiedoista.

3.2 Ympäristönsuojelulaki

Ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaan ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttava toiminta edellyttää ympäristölupaa. Ympäristöluvan tarpeesta säädetään lain 27 §:ssä, ja luvanvaraiset sekä rekisteröintimenettelyn piiriin kuuluvat toiminnat on määritelty lain liitteissä 1 ja 2. Myös tavanomaista

vähäisempi toiminta voi vaatia ympäristöluvan, mikäli se sijoittuu tärkeälle tai muulle vedenhankintakäyttöön soveltuvalle pohjavesialueelle ja siitä voi aiheutua pohjaveden pilaantumisriski.

Pohjaveden suojelun kannalta keskeinen säädös on ympäristönsuojelulain 17 §:n mukainen pohjaveden pilaamiskielto, jonka mukaan ainetta, energiaa tai pieneliöitä ei saa käsitellä tai johtaa siten, että pohjaveden laatu heikkenee, siitä aiheutuu haittaa terveydelle tai ympäristölle tai toimenpide loukkaa yleistä tai yksityistä etua. Pilaamiskielto on ehdoton, eikä siitä voida myöntää poikkeusta ympäristöluvalla. Pohjaveden pilaantuminen liittyy usein maaperän pilaantumiseen, minkä vuoksi myös ympäristönsuojelulain 16 §:n mukainen maaperän pilaamiskielto on keskeinen pohjaveden suojelussa.

Ympäristönsuojelulain 6 § velvoittaa toiminnanharjoittajan olemaan riittävästi selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista, ympäristöriskeistä sekä keinoista haitallisten vaikutusten ehkäisemiseksi. Lisäksi toiminnanharjoittaja vastaa aiheuttamansa maaperän tai pohjaveden pilaantumisen puhdistamisesta siten, ettei siitä aiheudu terveys- tai ympäristöhaittaa. Näin ympäristölupamenettelyllä, toiminnanharjoittajan selvilläolovelvollisuudella sekä maaperän ja pohjaveden pilaamiskielloilla pyritään turvaamaan pohjavesien hyvä tila ja ehkäisemään pohjavesialueisiin kohdistuvia riskejä.

3.3 Vesilaki

Vesilain (587/2011) tavoitteena on edistää, järjestää ja sovittaa yhteen vesivarojen ja vesiympäristön käyttöä, jotta se olisi yhteiskunnallisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävää. Lailla pyritään ehkäisemään ja vähentämään vedestä ja vesiympäristön käytöstä aiheutuvia haittoja sekä parantamaan vesivarojen ja vesiympäristön tilaa.

Lain 3 luvussa 2 §:ssä säädetään pohjaveden osalta, että vesitaloushankkeella tulee olla Lupa- ja valvontaviraston lupa, jos toiminta huonontaa

pohjavesiesiintymän tilaa tai olennaisesti vähentää 1- tai 2- luokan pohjavesiesiintymän antoisuutta. Toiminta ei myöskään saa huonontaa sen käyttökelpoisuutta taikka muulla tavalla aiheuttaa vahinkoa tai haittaa vedenotolle tai veden käytölle talousvetenä, eikä se saa aiheuttaa terveysvaaraa tai loukata muuten yleistä etua.

Laissa vesilain muuttamisesta (572/2025) 4 luvussa 11 §:ssä säädetään, että vedenottamon ympärillä oleva alue voidaan määrätä Lupa- ja valvontaviraston toimesta suoja-alueeksi, jos alueen käyttöä on tarpeen rajoittaa pohjavesiesiintymän antoisuuden tai veden laadun turvaamiseksi. Suoja-alue tulee määrätä vain sille laajuudelle, kun on välttämätöntä.

3.4 Vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä annettu laki

Vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä annetun lain muutos (1263/2014) on tullut voimaan 1.2.2015, ja siinä määrätään pohjavesialueiden suojelusuunnitelmista sekä pohjavesialueiden määrittämisestä, rajauksista ja luokittelusta. Lain 10 f §:n mukaan on kunnan pohjavesialueen suojelusuunnitelmaa laadittaessa tai muutettaessa varattava kaikille mahdollisuus tutustua ehdotukseen ja esittää siitä mielipiteensä. Suojelusuunnitelmaa koskevasta ehdotuksesta on pyydettävä lausunto sitä koskettavilta kunnilta sekä suojelusuunnitelma-alueen toimivaltaiselta lupa- ja valvontaviranomaiselta. Suojelusuunnitelma tulee julkaista ja siitä tiedottaa kunnan tai kaupungin toimesta. Suunnitelma on myös toimitettava Lupa- ja valvontavirastolle (LVV) merkittäväksi ympäristönsuojelun tietojärjestelmään.

Valtioneuvoston asetus vesienhoidon määrittämisestä (1040/2006) ja sen muutosten pohjalta määritetään riskipohjavesialueet ja arvioidaan pohjavesialueen tilaa vesienhoidon suunnittelussa.

3.5 Talousveden laatu

Yleiset määräykset talousveden laadulle sekä tarvittaville tutkimuksille antaa Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laadusta sekä rakennusten vesilaitteistojen riskienhallinnasta (1352/2015), jossa määrätään myös talousveden valvonnasta ja riskienhallinnasta. Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 401/2001 säädetään pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista. Talousveden laadusta ja valvonnasta säädetään lisäksi terveydensuojelulaissa (763/1994). Myös Valtioneuvoston asetus talousveden tuotantoketjun riskienhallinnasta ja omavalvonnasta (riskienhallinta-asetus 7/2023) tukee talousveden laatua.

EU:n juomavesidirektiivin tarkistettu versio tuli voimaan 12.1.2021 ja sen tavoitteena on suojella terveyttä parantamalla talousveden hygieenistä laatua sekä tehostaa sisämarkkinoiden toimintaa yhtenäistämällä vaatimuksia eri jäsenvaltioiden välillä. Siinä säädetään vaatimuksista, joita talousveden kanssa kosketuksiin tulevien materiaalien tulee täyttää EU:n alueella. Näihin materiaaleihin luokitellaan kaikki ne materiaalit, jotka ovat kosketuksissa veden kanssa veden lähteen ja hanan välillä. Muutos koskee siis vesilaitoksilla, vesijohtoverkostossa ja kiinteistöjen vesijärjestelmissä käytettäviä rakennustuotteita. Myös materiaalien, jotka ovat kosketuksissa lämmitetyn käyttöveden kanssa, tulee täyttää vaatimukset. (Tukes 2023)

3.6 Savonlinnan kaupungin määräykset

Kuntien ympäristönsuojelu- ja jätehuoltomääräykset ovat ympäristönsuojelulain ja jätelain toimeenpanoa varten laadittuja yleisiä säädöksiä, joissa otetaan huomioon paikalliset olosuhteet. Niiden tavoitteena on ehkäistä ympäristön pilaantumista sekä vähentää ja poistaa pilaantumisesta aiheutuvia haittoja. (Savonlinnan kaupunki)

Savonlinnan kaupungin ympäristönsuojelumääräykset on hyväksytty kaupunginvaltuustossa 9.8.2021 ja ne ovat tulleet voimaan 1.10.2021.

3.6.1 Ympäristönsuojelumääräykset

Ympäristönsuojelumääräysten tavoitteena on paikalliset olosuhteet huomioiden ehkäistä ympäristön pilaantumista sekä poistaa ja vähentää siitä aiheutuvia haittoja siten kuin ympäristönsuojelulain YSL 202 §:ssä on säädetty.

Savonlinnan kaupungin ympäristönsuojelumääräyksissä pohjavesien suojelusta määrätään:

6 § Jätevesien käsittely pohjavesialueilla ja muilla herkiksi luokitelluilla alueilla
7 § Suojaetäisyydet
9 § Omatoimisesti käsitellyn jätevesilietteen hyödyntäminen maataloudessa
10 § Lannan, lannoitteiden ja kasvinsuojeluaineiden varastointi ja levitys
11 § Lantavarastojen, eläinsuojien, eläinten ulkotarhojen yms. sijoittaminen
13 § Määräykset ajoneuvojen, koneiden, veneiden ja muiden vastaavien laitteiden aiheuttaman ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi
14 § Määräykset mattojen ja muiden vastaavien tekstiilien pesuvesien aiheuttaman pilaantumisen ehkäisemiseksi
15 § Tilapäisissä työkohteissa syntyvien työmaavesien käsittely ja johtaminen
16 § Maanalaisten öljy- ja kemikaalisäiliöiden tarkastaminen ja poistaminen
17 § Vaarallisten nestemäisten kemikaalien säilyttäminen, varastointi ja käyttö
18 § Tilapäinen polttonesteen täyttö- ja jakelupaikka
19 § Maalämpöjärjestelmien rakentaminen
21 § Kompostointi kiinteistöllä
24 § Lumen auraus, lumen yleiset vastaanottopaikat ja suolan käyttö

3.6.2 Jätehuoltomääräykset

Savonlinnan kaupungin 1.9.2026 voimaan tulleissa jätehuoltomääräyksissä (Savonlinnan alueellinen jätelautakunta) kielletään asumisessa syntyvien lietteiden levittäminen pohjavesialueille.

3.6.3 Rakennusjärjestys

Savonlinnan kaupungin rakennusjärjestyksessä pohjavesien suojelusta määrätään:

10 § Maanalainen rakentaminen

24 § Luvanvaraisuudesta vapautetut uudisrakentamiskohteet ja niitä koskevat määräykset (Jätevesijärjestelmät)

27 § Rakentaminen pohjavesialueilla

30 § Puisten perustusrakenteiden huomioon ottaminen

45 § Hulevedet ja perustusten kuivatusvedet

3.7 Muut lait

Korvausvelvollisuus

Laissa ympäristövahinkojen korvaamisesta (737/1994) määrätään toiminnanharjoittajan korvaamaan toiminnastaan aiheutuvan ympäristövahingon. Lain 1 §:ssä määrätään korvaamaan tietyllä alueella harjoitetusta toiminnasta aiheutuva vahinko, joka johtuu veden, ilman tai maaperän pilaantumisesta, melusta, tärinästä, säteilystä, valosta, lämmöstä, hajusta tai muusta vastaavasta häiriöstä. Toiminnanharjoittaja on myös velvollinen korvaamaan kustannukset ennaltaehkäisevistä tai korjaavista toimenpiteistä, joita on ympäristövahingon myötä jouduttu tekemään (6 §). Lain 7 §:ssä määrätään toiminnanharjoittajan olevan korvausvelvollinen myös silloin, kun vahinkoa ei ole aiheutettu tahallisesti tai huolimattomuudesta.

Maa-aineslaki

Maa-aineslaki (555/1981) ja valtioneuvoston asetus maa-ainesten ottamisesta (926/2005) säätelevät maa-ainesten ottoa. Maa-aineslaissa säädetään pohjaveden suojeluun liittyen mm. 7 §:ssä, jonka mukaan 1- ja 2-luokan pohjavesialueelle sijoittuvasta maa-aineksen ottohankkeesta on pyydettävä lausunto alueelliselta Lupa- ja valvontavirastolta. Myös 3 §:ssä säädetään, että aineksia ei saa ottaa

tavalla, joka vaarantaa 1- tai 2- luokan pohjavesialueen veden laadun tai antoisuuden, jollei siihen ole saatu vesilain mukaista lupaa.

Haja-asutuksen talousjätevesien käsittely

Talousjätevesien käsittelyä haja-asutusalueella säätelee valtakunnallisesti ympäristönsuojelulaki 527/2014 ja valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla 157/2017. Kunnat voivat asettaa ympäristönsuojelumääräyksissään jätevesien käsittelylle lakia ja asetusta ankarampia vaatimuksia mm. pohjavesialueille.

Vuonna 2003 ja sitä ennen rakennettujen kiinteistöjen, jotka sijaitsevat pohjavesialueilla tai alle 100 metrin etäisyydellä vesistöistä, on tullut täyttää ympäristönsuojelulaissa, hajajätevesiasetuksessa ja kunnan ympäristönsuojelumääräyksissä jäteveden käsittelylle asetetut vaatimukset 31.10.2019 mennessä. Vuodesta 2004 eteenpäin rakennetut kiinteistöt täyttävät jo säännösten mukaiset määräykset. Jätevesijärjestelmien korvausvelvoitteesta ovat automaattisesti vapautettuja ne kiinteistöt, joilla on käytössään vain kantovesi ja kuivakäymälä sekä vakituisesti asutetut kiinteistöt, joiden omistaja tai haltija on syntynyt viimeistään 9.3.1943. Näissäkään tilanteissa jätevedet eivät saa aiheuttaa vaaraa ympäristön pilaantumiselle.

4 SEPPÄHARJUN POHJAVESIALUE

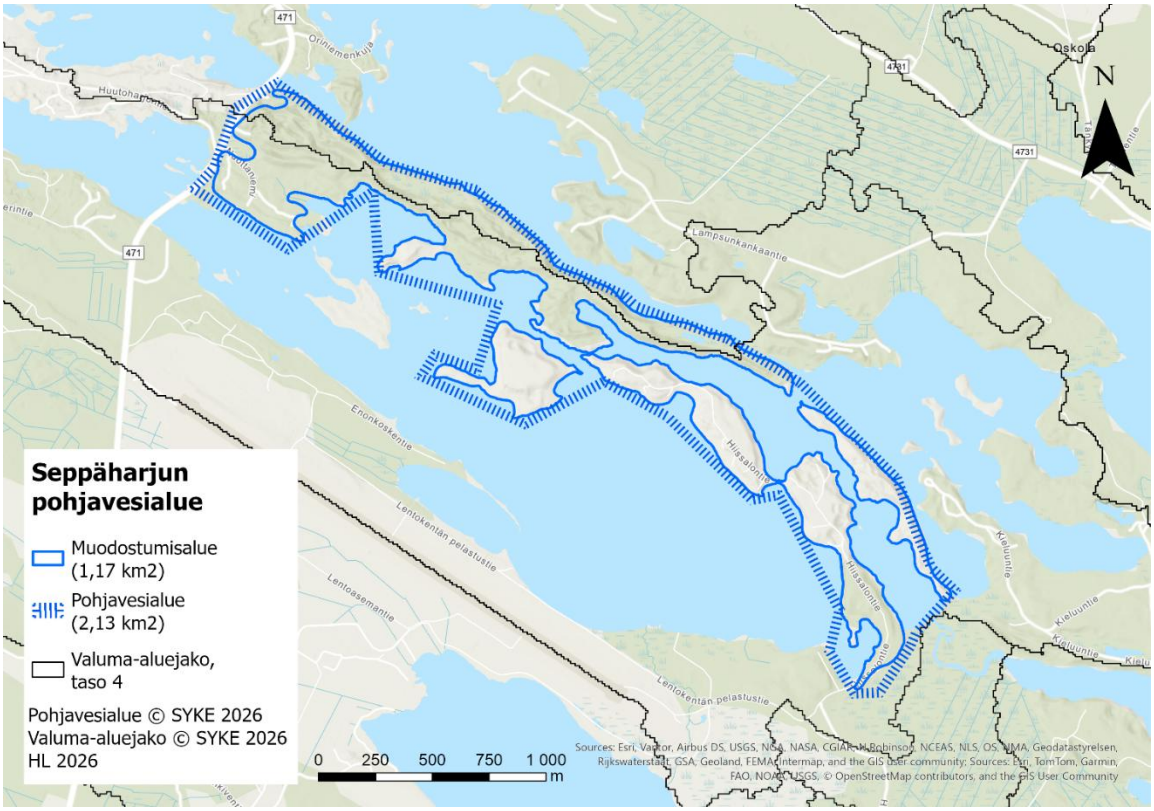
4.1 Pohjaveden tarkkailu

Tarkkailuohjelmien mukaan Seppäharju 1 ja 2 pohjaveden pinnankorkeudet mitataan vedenottokaivoista RK1 ja RK2 päivittäin. Havaintoputkista HP1-07, HP2-07, HP13-06, HP14-07, HP15-07, HP16-07 ja HP1/12 (Seppäharju 1) sekä HP2/12, HP3/12, HP4/12, HP5/12, HP6/12 ja HP7/12 (Seppäharju 2) mittaukset suoritetaan kolme kertaa vuodessa kuten myös ympäröivistä vesistöistä Seppäjärvestä (s-järvi) ja Kuhajärvestä (A1).

Pohjavesialueen vedenlaatua seurataan neljä kertaa vuodessa otettavilla vesinäytteillä vedenottokaivoista RK1 (Seppäharju 1) ja RK2 (Seppäharju 2). Näytteistä analysoidaan pH, sameus, väriluku, happi, hapen kyllästysaste, liukoinen rauta (Fe), liukoinen mangaani (Mn), CODMn, ammonium (NH_4^+), nitraatti NO_3^-), kloridi (Cl), koliformiset bakteerit, E Coli, enterokokki bakteerit, aistinvaraiset havainnot ja lämpötila. Vuosittain analysoidaan pestisidit, raskasmetallit (VNA 214/2007), VOC-yhdisteet (sisältäen bensiinin komponentit ja klooratut halogenidit), PAH-yhdisteet ja mineraaliöljyt.

4.2 Geologia ja hydrologia

Seppäharju on pitkittäisharjumuodostuma, joka on osa pitkää Punkaharju-Varparanta-Salmijärvi harjujaksoa ja se rajoittuu molemmilta puoliltaan vesistöihin Kuhajärveen ja Seppäjärveen. Seppäharjun 1-luokan pohjavesialueen (0674051) kokonaispinta-ala on 2,13 km^2 ja pohjaveden muodostumisalueen pinta-ala 1,17 km^2 (kuva 1). Alueella arvioidaan muodostuvan pohjavettä 900 m^3/d. Aluetta ei ole luokiteltu riskikohteeksi. Seppäharjun pääselänteen lisäksi pohjavesialueeseen lukeutuvat myös Kaivannonniemen, Kaivannonsaaren, Kuhasaaren ja Lamponiemen lajittuneet kerrostumat. (SYKE avoin tieto)

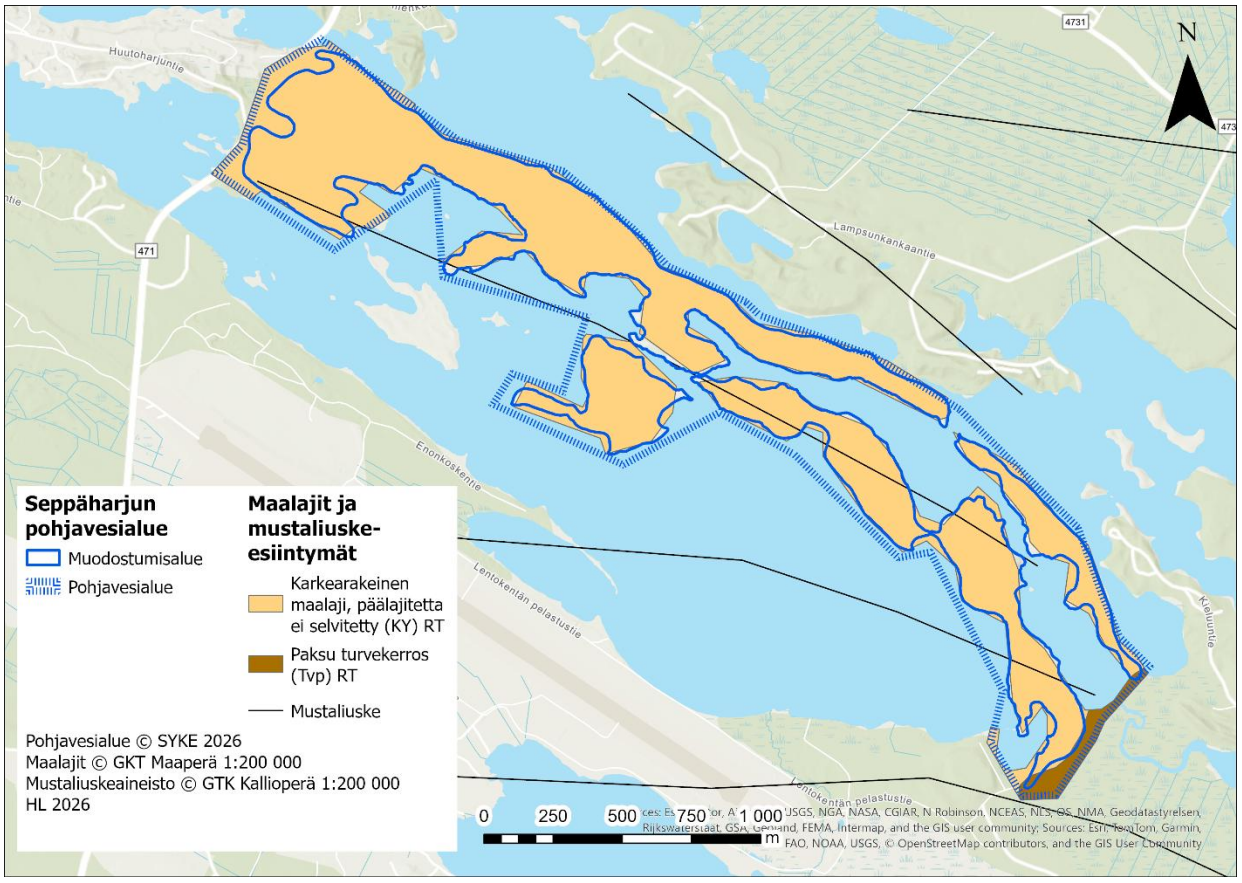


Kuva 1. Seppäharjun pohjavesialue jakautuu Seppäjärven ja Kuhajärven valuma-alueisiin

Pohjaveden pinta on pääosin vain muutamia senttejä Seppäjärven pinnan yläpuolella. Pohjavesiesiintymä on hydraulisessa yhteydessä ympäröiviin järviin, joihin alueella muodostuvat pohjavedet purkautuvat läpäisevillä ranta-alueilla. Seppäjärven ekologinen tila on luokiteltu hyväksi ja Kuhajärven tyydyttäväksi. (Järvi-meriwiki s.a.)

Kuvassa 2 on kuvattu Seppäharjun maalajien ja mustaliuskeen sijoittuminen. Pääharjumuodostumassa maa-aines on kivistä soraa. Harjun lievealueilla maa-aines on valtaosin hiekkaa. (FCG 2012) Pohjavesikerroksen paksuuden arvioidaan olevan harjussa noin 10–20 m (Savonlinnan vesi 2009) Seppäharju 1 vedenottamon lähiympäristössä maaperä on kivistä hiekkaa noin 6,5–11 metrin syvyyteen maanpinnasta. Seppäharju 2 vedenottamon läheisyydessä maaperä on hiekkaista soraa noin 15 metrin syvyyteen asti. (ISAVI/4748/2019) Ilmatieteenlaitoksen havaintojen mukaan vuosina 2021–2025 keskimääräinen sadesumma oli 673 mm/v vaihdellen 583–849 mm/v välillä. Pohjavesialue kuuluu Vuoksen

vesienhoitoalueeseen. Seppäharjun pohjavesialue jakautuu Seppäjärven ja Kuhajärven valuma-alueisiin. Pohjavesialueen pohjois- ja koillisosan vedet purkautuvat Seppäjärveen, loput Kuhajärveen. (kuva 1)



Kuva 2. Seppäharju on mustaliuskealuetta

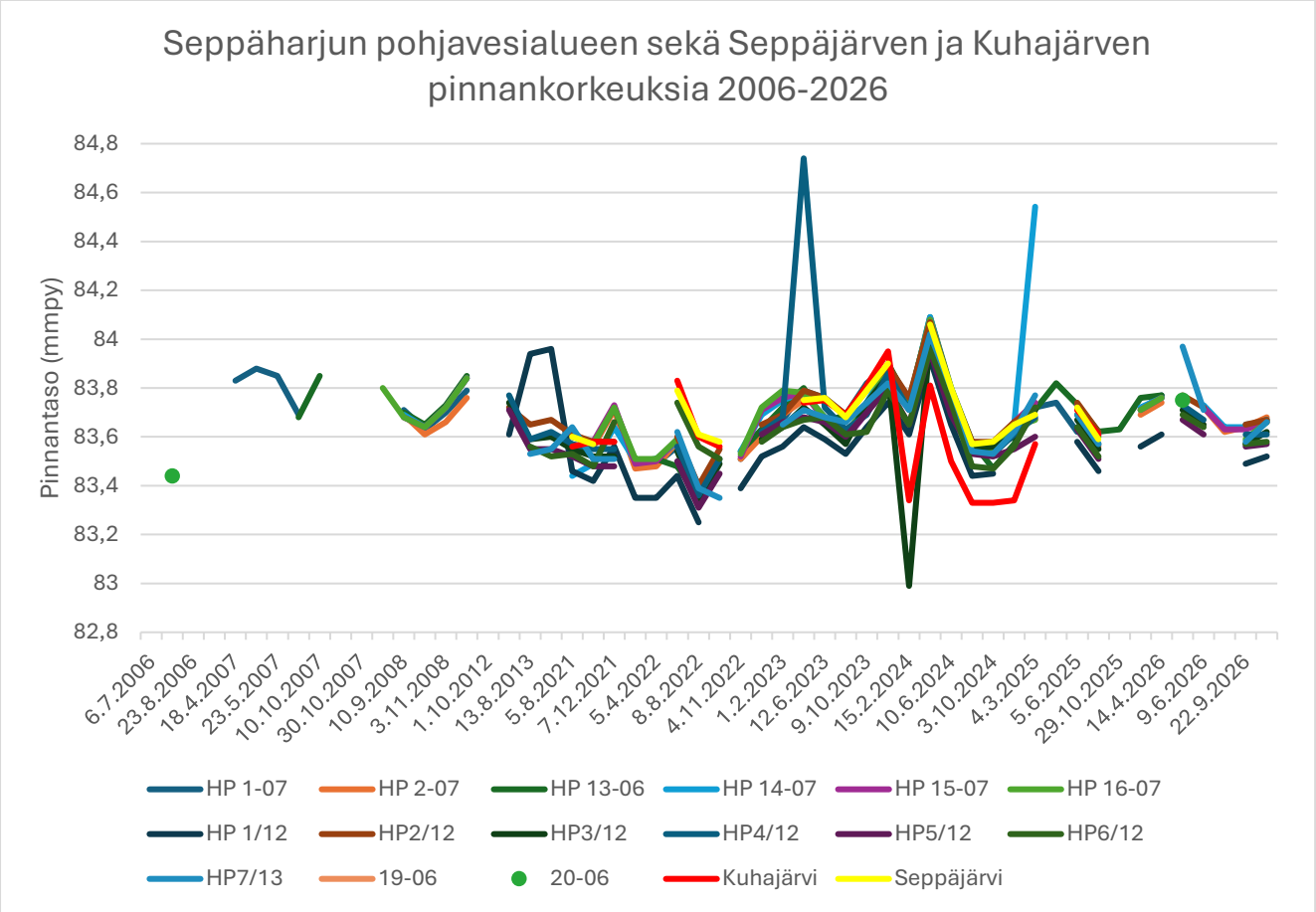
Vuonna 2012 tehtyjen kairaustulosten perusteella lajittuneiden harjukerrostumien paksuus vaihtelee havaintopisteissä 1/12–6/12 välillä 9,7–19,4 metriä ja maakerrosten koostumus on hiekkaa tai soraa. Lajittuneiden harjukerrostumien alapuolella on ohut kerros soraista moreenia. Kalliopinnan syvyys vaihtelee havaintopisteissä 18,6–22,8 metrissä. (FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy 2012)

4.2.1 Pohjaveden pinnantaso

Seppäharjun pohjavesialueelta on saatavilla vaihtelevasti pinnanmittaustietoja vuosien 2006 ja 2026 välillä. Vuosina 2006–2026 pohjaveden pinnantaso on

vaihdellut 80,69–84,74 mmpy. Seppäharjun pohjavesialueen pinnantaso on tarkastelujakson aikana vaihdellut 80,69–84,74 mmpy. (kuva 3) Yksittäiset rajut pinnankorkeuden nousut ja laskut ovat luultavasti virheellisiä.

Huhtikuussa 2024 pohjavedenpinnat nousivat äkisti lähes koko pohjavesialueella. Kuukauden sadesumma Enonkoskella oli tuolloin 79,3 mm, joka selittänee ilmiön. Pohjaveden pinnantaso oli koko alueella 83,92–84,09 mmpy (ei huomioitu HP1-07).



Kuva 3. Saatujen pinnankorkeustietojen perusteella Seppäharjun pohjaveden pinnantaso on pysytellyt vuosien 2006–2026 aikana 80,69–84,74 metrissä.

4.2.2 Ominaisantoisuus- ja koepumppaukset

Vuonna 2012 Seppäharju 2 vedenottamolla suoritetussa pohjavesitutkimuksessa havaittiin kaikissa tutkituissa havaintopisteissä (havaintoputket 1/12–6/12) vedenottoon soveltuvia maakerroksia. Neljässä pisteessä suoritettiin ominaisantoisuuspumppaus (taulukko 1), joissa todettiin maakerrosten vedenantoisuuden olevan erittäin hyvä. Kenttämittausten ja laboratorioanalyysien perusteella todettiin pohjaveden olevan tutkimusalueen luoteis- ja keskiosissa (havaintopisteet 1/12–3/12) vähähappista ja rautapitoista. Rautapitoisuus oli korkeimmillaan pohjavesikerroksen alaosissa ja väheni hieman ylemmissä kerroksissa. Tutkimuspisteiden 1/12 ja 2/12 alimmilla pumppaustasoilla myös mangaanipitoisuus, kemiallisen hapenkulutuksen arvo sekä sameus- ja väriarvot ylittivät talousvedelle asetetut laatusuositukset. Torjunta-ainemääritys suoritettiin tutkimuspisteessä 3/12, jonka perusteella pohjavedessä ei havaittu merkkejä torjunta-aineyhdisteistä. Tutkimuspisteiden 1/12–3/12 käyttömahdollisuuksien todettiin olevan rajalliset johtuen korkeista rauta- ja mangaanipitoisuuksista. Kaivonpaikkatutkimusten tulosten perusteella todettiin alueen kaakkoisosassa sijaitseva tutkimuspiste 6/12 parhaiten soveltuvaksi vedenottoon, sillä sen maakerrosten vedenantoisuus oli hyvä ja pohjaveden laatu täytti talousvedelle asetetut laatuvaatimukset ja -suositukset. (FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy 2012)

Taulukko 1. Vuoden 2012 pohjavesitutkimuksen tuloksia tutkimuspisteistä, joissa suoritettiin ominaisantoisuuspumppaukset

Näytteenottopiste	**1/12**			**2/12**		**3/12**		**6/12**
Syvyys (m)	*5,5–7,5*	*9,5-11,5*	*13,5-15,5*	*9,5-11,5*	*13,5-15,5*	*5,5-7,5*	*9,5-11,5*	*9,5-11,5*
Rauta (ug/l)	**1000**	**3600**	**7100**	**3300**	**18000**	**1000**	**4400**	10
Mangaani (ug/l)	30	**80**	**150**	**89**	**280**	35	**58**	10
Happi (mg/l)	4,6	3,2	0,7	1,4	0,42	3,3	2,8	11,6
CODMn	1,7	**8,9**	**12**	5,2	25	0,38	0,62	<0,5
Väri	**20**	**90**	**140**	**70**	**480**	<5	<5	<5

Vuonna 2013 suoritetussa koepumppauksessa havaittiin pumppauspaikan pohjavedenpinnan sijaitsevan samalla tasolla kuin pohjavesiesiintymään rajoittuvien vesistöjen vedenpinta. Koepumppaus oli kestoltaan 33 päivää ja se suoritettiin tutkimuspisteessä 6/12 eli nykyisen Seppäharju 2 raakavesikaivon läheisyydessä. Pohjavedenpinta aleni pumppauksen vaikutuksesta 0,05 metriä järvien vedenpinnan tasoa alemmaksi pumpatessa 216 m^3/d tuotolla ja 0,09 metriä 436 m^3/d tuotolla. Rautapitoisuus kohosi hieman pumppauksen loppuvaiheessa (pitoisuus alussa ja pumppauksen puolivälissä < 20 ug/l ja lopussa 40 ug/l). Pumppauspaikalta, pumppauspaikan ja rannan välistä (HP7/13) sekä järvestä pumppauksen aikana tehtyjen mittaushavaintojen perusteella molemmilla pumppaustehoilla veden virtaus kääntyi järvestä kohti pumppauspaikkaa. Tulosten perusteella todettiin pohjavesiesiintymään rajoittuvien vesistöjen ja pumppauspaikan välillä olevan hyvä ja näin ollen pumpattavan veden määrää olisi mahdollista lisätä ilman pohjavedenpinnan merkittävää alenemista. Pumppausmäärän lisääntyessä rantaimeytyminen

tehostuu ja pumpattavan veden rantaimeytyvän veden osuus kasvaa. (FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy 2013)

4.2.3 Pohjaveden virtaussuunnat

Vuoden 2013 koepumppauksen raportissa todetaan alueen keskiosassa sijaitsevan vedenjakaja, josta pohjavedet virtaavat luoteis- ja kaakkoissuuntiin. (FCG Suunnittelu ja tekniikka oy 2013) Suojelusuunnitelman luomisen yhteydessä tehtiin kartta (LIITE 3), jossa pohjavedenpintojen avulla havainnollistetaan suuntaa antavat virtaussuunnat ja mahdolliset riskikohteet.

4.3 Pohjaveden laatu

Pohjaveden laatuun vaikuttavia tekijöitä ovat maa- ja kallioperän koostumus, mineraalien geokemialliset ominaisuudet ja kestävyys rapautumista vastaan sekä ihmistoiminta. (GTK s.a.)

EU-säädöksen mukaiset pohjaveden laatunormit eli korkeimmat, haitattomaksi arvioidut haitallisten aineiden pitoisuudet auttavat pohjaveden tilan ja pilaantumisen vaaran arvioinnissa. Yksittäisestä näytepisteestä otettu näyte ei kuitenkaan edusta koko pohjavesialueen tilaa, sillä aineet eivät sekoitu pohjavesimuodostumassa tasaisesti. (Räsänen ym. 2024)

Seppäharjun pohjavesialueen kemiallinen tila on luokiteltu hyväksi. Alueen pohjavesissä on kuitenkin havaittu kohonneita rauta- ja mangaanipitoisuuksia. Pohjavesimuodostuman tila luokitellaan aina hyväksi, jos yhdessäkään havaintopisteessä ei todeta ympäristölaatunormien ylityksiä. Vesienhoitoasetuksen 14 c §:n mukaan muodostuman tila voidaan todeta hyväksi myös ympäristölaatunormien ylittyessä, jos pilaavan aineen pitoisuus pohjavesimuodostumassa ei aiheuta merkittävää ympäristöriskiä tai se ei ole

merkittävästi heikentänyt muodostuman hyödynnettävyyttä. (Ympäristöministeriö 2019)

4.3.1 Raakaveden laatu

Vuosien 2024–2026 mittauksien (taulukot 2 ja 3) mukaan happipitoisuus on laskussa ja rauta- sekä mangaanipitoisuudet ovat nousussa. Talousveden laatuvaatimuksissa on esitetty raudan raja-arvon olevan 200 ug/l ja mangaanin 50 ug/l, jotka ylittyvät selkeästi etenkin Seppäharju 1 raakakaivossa vuoden 2026 mittauksissa. Rautapitoisuus on ollut korkeimmillaan Seppäharju 1 raakavesikaivossa 21.5.2026, jolloin liukoisen raudan pitoisuus oli 7500 ug/l. Kyseinen näyte ei kuitenkaan edusta Seppäharjun vedenlaatua, sillä näyte oli todennäköisesti vanhaa putkistossa seisonutta vettä. Saman vuoden maaliskuussa otetut näytteet on otettu normaalioloissa, jolloin rautapitoisuus on ollut 890 ug/l (Seppäharju 1) ja 520 ug/l (Seppäharju 2). Tarkastelujakson aikana happipitoisuus on ollut korkeimmillaan 3,1 mg/l (Seppäharju 1) ja 2,6 ug/l (Seppäharju 2). Pohjaveden matala happipitoisuus lisää liuenneen raudan määrää vedessä, ja usein korkeat rauta- ja mangaanipitoisuudet esiintyvät samanaikaisesti, johtuen niiden samankaltaisista kemiallisista ominaisuuksista (Vesi.fi s.a. ; Ramboll Finland Oy 2025). Taulukoissa on paksunnettu ne rauta- ja mangaanipitoisuudet, jotka ylittävät sosiaali- ja terveysministeriön asettamat talousveden laatusuositukset. Suomen Vesilaitosyhdistys Oy:n teettämän hankkeen tuloksien mukaan korkeiden rauta- ja mangaanipitoisuuksien suurimmat haasteet liittyivät putkistojen, suodattimien, kaivojen ja raakavesilinjojen tukkeutumiseen sekä huuhteluvesien määrään ja johtamiseen sekä riittämättömään raudanpoistokykyyn. (Herttuainen ym. 2025) Syytä Seppäharjun rauta- ja mangaanipitoisuuksien nousulle ei tiedetä ja asian selvittäminen vaatisi syvempiä tutkimuksia kuin mitä tämän suojelusuunnitelman luomisen puitteissa pystyttiin tekemään. Epäillään kuitenkin, että pohjaveden otto on ollut liian suurta sadantaan nähden.

Kloridipitoisuus on ollut Seppäharju 1 raakavesikaivossa vuodesta 2024 lähtien 9,8-11 mg/l, joka on alle ympäristölaatunormin 25 mg/l. Pitoisuus on kuitenkin korkea verrattuna Seppäharju 2 raakavesikaivon kloridipitoisuuteen, joka on vuodesta 2024 alkaen ollut <1–1,4 mg/l. Seppäharju 1 raakavesikaivon korkeampi pitoisuus saattaa johtua Enonkoskentien läheisestä sijainnista, jota suolataan talvisin. Suomessa sisämaan tyypillinen luontainen kloridipitoisuus pohjavedessä on alle 10 mg/l (Väylävirasto 2020).

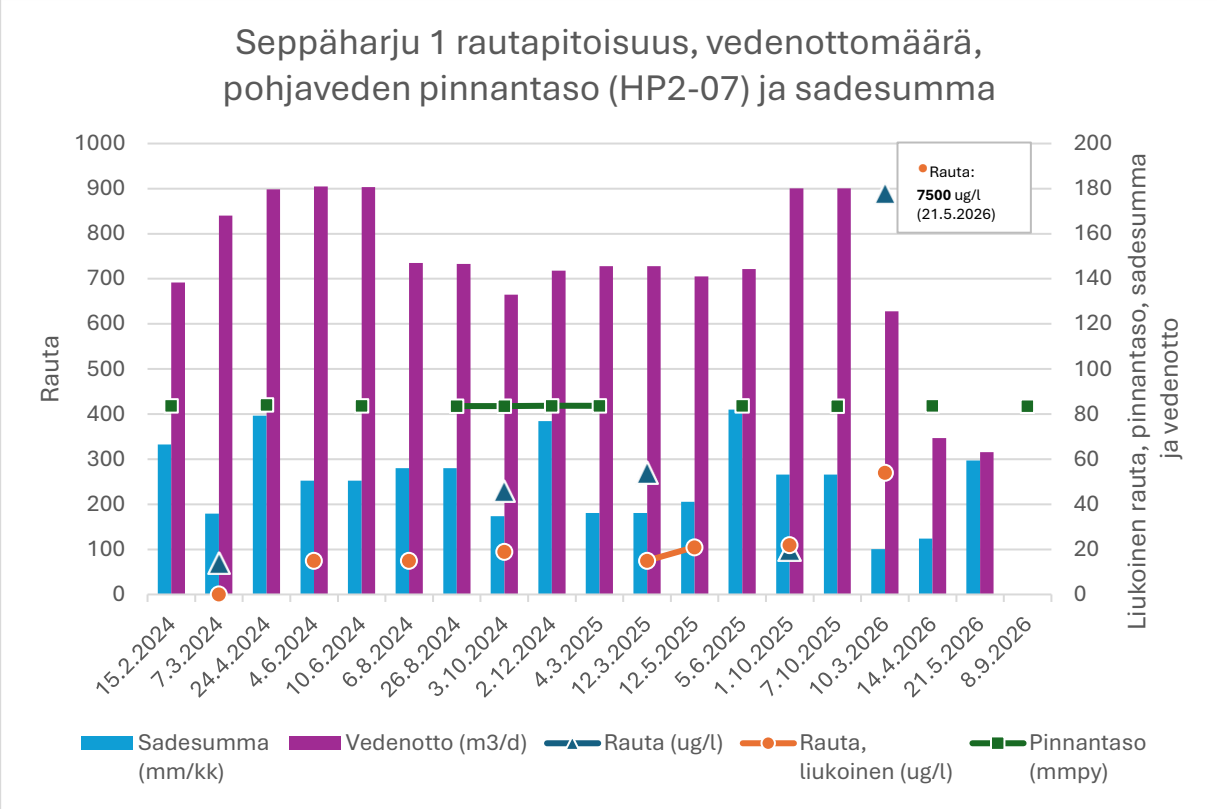
Taulukko 2. Seppäharju 1:n raakaveden laatutietoja vuosilta 2024–2026

Seppäharju 1	**7.3.2024**	**4.6.2024**	**6.8.2024**	**3.10.2024**	**12.3.2025**	**12.5.2025**	**1.10.2025**	**10.3.2026**	**21.5.2026**
Heterotrofinen pesäkeluku 22 C (pmy/ml)	0	1	0	1	0	10	2	0	0
Kolimuotoiset bakteerit (mpn/100ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E. Coli (pmy/100ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suolistoperäiset enterokokit (pmy/100ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kloridi (mg/l)	10	9,8	11	11	12	11	11	11	11
Ammonium (mg/l)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,26
Nitraatti (mg/l)	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Sameus (FNU)	1,1	0,41	0,27	0,6	1,86	0,4	0,96	4,4	5,1
Väriluku (mg Pt/l)	<2	<2	<2	<2	<2,0	2	<2,0	<2	<2
pH	6,4	6,4	6,4	6,4	6,3	6,4	6,3	6,3	6,7
Hapen kyllästysaste (%)	17	26	24	18	15	22	19	23	1,2
Happi (mg/l)	2,2	3,1	2,8	2,2	1,9	2,7	2,3	2,8	<0,2
CODMn-arvo, kemiallinen hapenkulutus (mg/l)	1	<0,5	0,6	2,5	0,6	<0,5	0,6	0,6	1,5
Mangaani (ug/l)	20			28	34		32	42	
Mangaani, liukoinen (ug/l)	23	20	26	28	29,3	34,9	37,8	43	**1500**
Rauta (ug/l)	69			**230**	**270**		98	**890**	
Rauta, liukoinen (ug/l)	<0,015	<15	<15	19	<15	21	22	54	**7500**
Veden lämpötila (˚C)	5,2	7,4	8,2	7,6	5,3	6	7	5,6	14,8

Taulukko 3. Seppäharju 2:n raakaveden laatutietoja vuosilta 2024–2026

Seppäharju 2	7.3.2024	2.5.2024	4.6.2024	6.8.2024	3.10.2024	12.3.2025	12.5.2025	6.8.2025	1.10.2025	9.3.2026	21.5.2026
Heterotrofinen pesäkeluku 22 C (pmy/ml)	5	12	4	0	0	0	0	2	0	0	1
Kolimuotoiset bakteerit (mpn/100ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E. Coli (mpn/100ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suolistoperäiset enterokokit (pmy/100ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kloridi (mg/l)	<1	1,1	1,1	1,1	1,5	1,3	1,1	1,1	1,6	1,3	1,4
Ammonium (mg/l)	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,22
Nitraatti (mg/l)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Sameus (FNU)	5,7	0,99	1,3	0,53	1,1	1,22	0,56	1,5	1,7	2,4	4,3
Väriluku (mg Pt/l)	<2	2	<2	<2	<2	<2,0	<2,0	<2	<2	<2	3,3
pH	6,9	6,7	6,9	6,8	6,8	6,9	6,9	6,9	6,8	6,9	7
Hapen kyllästysaste (%)	14	21	19	18	12	9	14	14	8	16	5,8
Happi (mg/l)	1,8	2,6	2,3	2,1	1,4	1,1	1,8	1,6	1	1,9	0,6
CODMn-arvo, kemiallinen hapenkulutus (mg/l)	<0,5	0,5	0,5	0,6	1,4	0,7	<0,5	0,8	0,6	1,1	1,3
Mangaani (ug/l)	38	40			47	44			**53**	**81**	
Mangaani, liukoinen(ug/l)	40	39	40	43	43	37,2	45,9	35	**59,8**	**83**	18
Rauta (ug/l)	87	**200**			**340**	**200**			**230**	**520**	
Rauta, liukoinen (ug/l)	0,019	<0,015	22	17	<15	26	18	<15	47	90	49
Veden lämpötila (˚C)	5,5	5,4	7,2	8	7,2	5,6	6	8,6	7	5,8	12,8

Kuvassa 4 on esitettynä kuvaaja, josta käy ilmi vuosien 2024–2026 Seppäharju 1 raakavesikaivon vedenottomäärä, kuukauden sadesumma, pohjaveden pinnantaso ja rautapitoisuus. Sen mukaan vedenotto on ollut suhteellisen suurta sadantaan verrattuna.



Kuva 4. Seppäharju 1 raakavesikaivon rautapitoisuus kuvattuna yhdessä vedenottomäärän, sadesumman ja läheisen havaintoputken 2–07 pinnankorkeuden kanssa.

4.3.2 Pohjavesiputkihavainnot

Vuoden 2024 jälkeen Seppäharjun pohjavesialueella on tehty laatumittauksia ainoastaan havaintoputkesta 13–06, joka sijaitsee Enonkoskentien läheisyydessä. Tätä ennen mittauksia on tehty havaintoputkista 1–07 ja 14–07 neljä kertaa vuodessa.

Havaintoputki 13–06 sijaitsee Enonkoskentien läheisyydessä, jossa käytetään liukkaudentorjunnassa pääasiassa suolaa. Putken kloridipitoisuus on ollut vuoden 2025 toukokuussa 13 mg/l ja lokakuussa 16 mg/l. Syyskuussa 2026 pitoisuus on ollut 7 mg/l. (SYKE avoin tieto) Arvot alittavat ympäristölaatunormin (25 mg/l), mutta ovat pohjavesialueen muiden havaintoputkien pitoisuuksiin verrattuna korkeat. Vuoden 2024 mittauksissa havaintoputkien 3/12, 6/12, 1–07,

5/12 ja 14–07 korkein kloridipitoisuus saatiin putkesta 14–07, jossa arvo oli 1,6 mg/l. Ympäristölaatunormin ylittyessä, voidaan veden syövyttävyyden (korroosio) katsoa lisääntyneen ja näin ollen vedenlaadun heikentyneen. (Väylävirasto 2020)

Lokakuussa 2026 havaintoputkista 13–06 ja 1–07 otettiin perusanalyysit. Tällöin rautapitoisuudet olivat järjestyksessä 390 ug/l ja 46 ug/l ja mangaanipitoisuudet 20 ug/l ja 230 ug/l. (Ramboll 2026)

4.3.3 Rantaimeytyminen ja PFAS-yhdisteet

Rantaimeytyminen tarkoittaa pintaveden kulkeutumista pohjavesimuodostumaan. Riippuen rantaimeytyvän vesistön veden laadusta, voi ilmiöllä olla joko positiivisia tai negatiivisia seurauksia. Rantaimeytymistä voidaan tutkia mm. isotooppimenetelmällä. 15.9.2025 suoritetussa isotooppitutkimuksessa otettiin näytteet molemmista kaivoista RK1 ja RK2, joiden pinnankorkeudet olivat näytteenottohetkellä järjestyksessä 83,58 mmpy ja 83,54 mmpy. Vertaileva pohjavesinäyte otettiin havaintopisteestä 1/12, jonka pinnankorkeus oli 83,48 mmpy. Vesistönäyte otettiin Kuhajärvestä, jonka pinnankorkeus oli 83,33 mmpy. Seppäharjulla ei todettu olevan rantaimeytymistä. Alueen ominaisuudet huomioon ottaen ei rantaimeytymistä kuitenkaan voida poissulkea. Vuosien 2019, 2021, 2022 ja 2023 isotooppitutkimuksissa ei myöskään havaittu rantaimeytymistä. Vuoden 2026 isotooppitutkimuksen tulokset eivät ole vielä valmiit. Kaikkien toteutettujen tutkimuksien näytteenottopäivämäärät ja kerätyt näytteet käyvät ilmi taulukosta 4.

Taulukko 4. Seppäharjulla toteutetut isotooppitutkimukset

Näytteenottopäivämäärä	Kerätyt näytteet	Tulos
30.9.2019	Raakavesi ja Seppäjärvi	Ei rantaimeytymistä
30.8.2021	Seppäharju 1 ja 2 raakavesi, Seppäjärvi, Kuhajärvi	Ei rantaimeytymistä
9.8.2022	Kaamanniemen raakavesi, Seppäharju 1 ja 2 raakavesi, Seppäjärvi, Kuhajärvi	Ei rantaimeytymistä
12.6.2023	Kaamanniemen raakavesi, Seppäharju 1 ja 2 raakavesi, Seppäjärvi, Kuhajärvi	Ei rantaimeytymistä
15.9.2025	Seppäharju 1 ja 2 raakavesi, HP1/122, Kuhajärvi	Ei rantaimeytymistä
22.9.2026	Seppäharju 2 raakavesikaivo, HP1/12, Seppäjärvi, Kuhajärvi	-

Seppäharjun pohjavesialue ja Savonlinnan lentokentän välissä sijaitsee Kuhajärvi, jonka valuma-alueeseen molemmat osittain kuuluvat. Kuhajärven ekologinen tila on luokiteltu tyydyttäväksi. Pohjavesialueen ja lentokentän välinen etäisyys on vain noin kilometri. Lentoasemilla on käytetty PFAS-yhdisteitä (per- ja polyfluorialkyyliyhdisteitä) sisältäviä sammutusvaahtoja pelastustoiminnan paloharjoituksissa vuoteen 2012 saakka. PFAS-yhdisteet ovat pysyviä, biokertyviä ja myrkyllisiä yhdisteitä, joilla on pitkä ja laaja käyttöhistoria. Tämän vuoksi niitä löydetään kaikkialta ympäristöstä, ihmiset ja eliöstö mukaan lukien. (Finavia s.a.; Reinikainen, Tarvainen ja Perkola 2024) Kuhasalmen

vedenottamolla ei vuosina 2024–2026 todettu PFAS-yhdisteitä raakavedessä. Kuhajärven PFAS-pitoisuuksia ei ole tutkittu.

4.3 Vedenottamo ja vedenottojärjestelyt

Seppäharjun pohjavesialueen pohjavedet johdetaan Kuhasalmen pohjavedenkäsittelylaitokselle, jossa käsitellään myös Kaamanniemen pohjavesialueelta tulevat vedet. Laitos on otettu käyttöön 12.8.2021, ja sen tarkoituksena on varmentaa Savonlinnan kaupungin keskustaajaman vedenhankintaa lisäämällä pohjavedenottoa. Vuonna 2020 Savonlinnan veden käsitellystä raakavedestä noin 80 % oli pintavettä ja loput pohjavettä. (Viranhaltijapäätös § 7/2021) Vuosien 2020–2023 aikana pohjaveden käyttöä talousveden tuotannossa tehostettiin rakentamalla kaksi uutta pohjavedenottamoa, ja nykyään pohjaveden osuus talousvedestä on 73 % ja pintaveden 27 %. (Savonlinnan kaupunki s.a.) Vesilaitos on varautunut ennalta Kuhasalmen pohjavedenkäsittelylaitoksella raudan ja mangaaninpoistoon.

Seppäharjun pohjavesialueella on kaksi Savonlinnan veden omistamaa raakavesikaivoa Seppäharju 1 ja 2, joille myönnettyjen vedenottolupien ISAVI/4784/2019 (Seppäharju 1) ja ISAVI/2086/2018 (Seppäharju 2) mukaiset ottomäärät ovat järjestyksessä 250 m^3/d ja 450 m^3/d. (Ramboll Finland Oy 2023)

Vedenotto on ollut molemmissa kaivoissa suurinta vuosina 2024–2025 (kuvat 5, 6, 7 ja 8). Seppäharju 1:n keskiarvoinen vuorokautinen pumppausmäärä oli molempina vuosina 154 m^3/d. Seppäharju 2:n vuoden 2024 pumppausmäärä oli 395 m^3/d ja vuoden 2025 398 m^3/d. Seppäharju 1 raakavesikaivolle myönnettyä vesiluvan mukaista ottomäärää ei ole ylitetty kertaakaan, Seppäharju 2:lla ylityksiä on ollut neljänä kuukautena maksimissaan 20 m^3. Taulukossa 5 on esitetty kuukausien määrä, jolloin vesiluvan mukainen ottomäärä on ylitetty.

Taulukko 5. Kuukausien määrä, jolloin vesiluvan mukainen vedenottomäärä on ylitetty

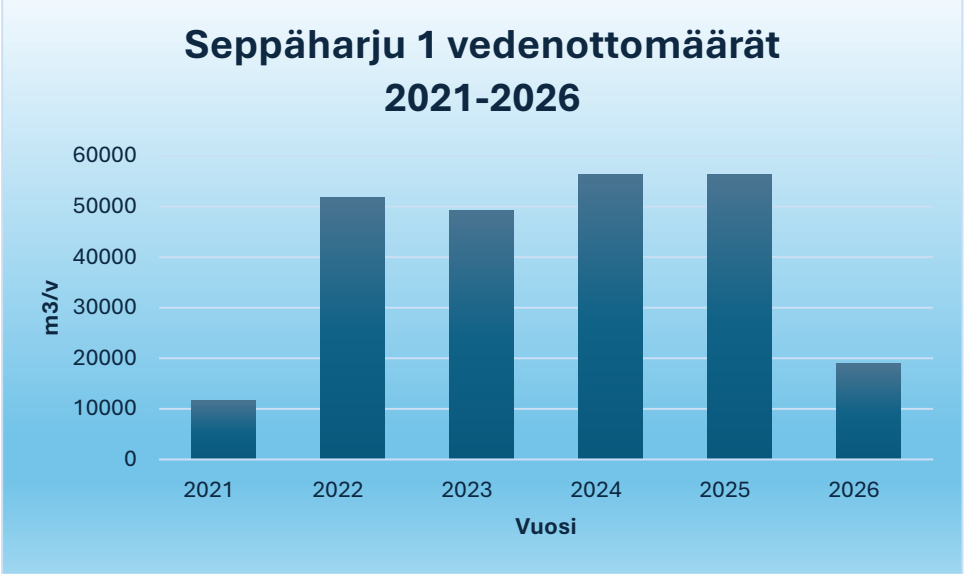
Keskiarvoinen pumppausmäärä (m3/d)	**Seppäharju 1**	**Seppäharju 2**
2024	154 m^3/d	395 m^3/d
2025	154 m^3/d	398 m^3/d
Vesiluvan mukaisen ottomäärän ylitys (kk)	0	4



Kuva 5. Vuosien 2021–2026 Seppäharju 1 vedenoton vuorokausikeskiarvot (m^3/d)



Kuva 6. Vuosien 2021–2026 Seppäharju 2 vedenoton vuorokausikeskiarvot (m^3/d)



Kuva 7. Seppäharju 1 vedenottomäärät vuosina 2021–2026 (m^3/vuosi)



Kuva 8. Seppäharju 2 vedenottomäärät vuosina 2021–2026 (m^3/vuosi)

4.4 Vedenottamoiden suoja-aluesuositukset

Suoja-alueen tavoitteena on turvata vedensaanti vedenottamolta ja siihen kuuluu yleensä vain ottamon lähiympäristö. Pohjaveden suojelusuunnitelmalla taas pyritään turvaamaan pohjavesi koko pohjavesialueella.

Seppäharjun pohjavesialueella sijaitseville Seppäharju 1 ja 2 vedenottamoille ei ole määritetty suoja-alueita.

4.5 Maankäyttö ja kaavoitus

Kaavoituksesta ja rakentamisesta säädetään alueidenkäyttölaissa (132/1999), rakentamislaissa (751/2023) sekä maankäyttö- ja rakennusasetuksessa (1999/895, 298/2017).

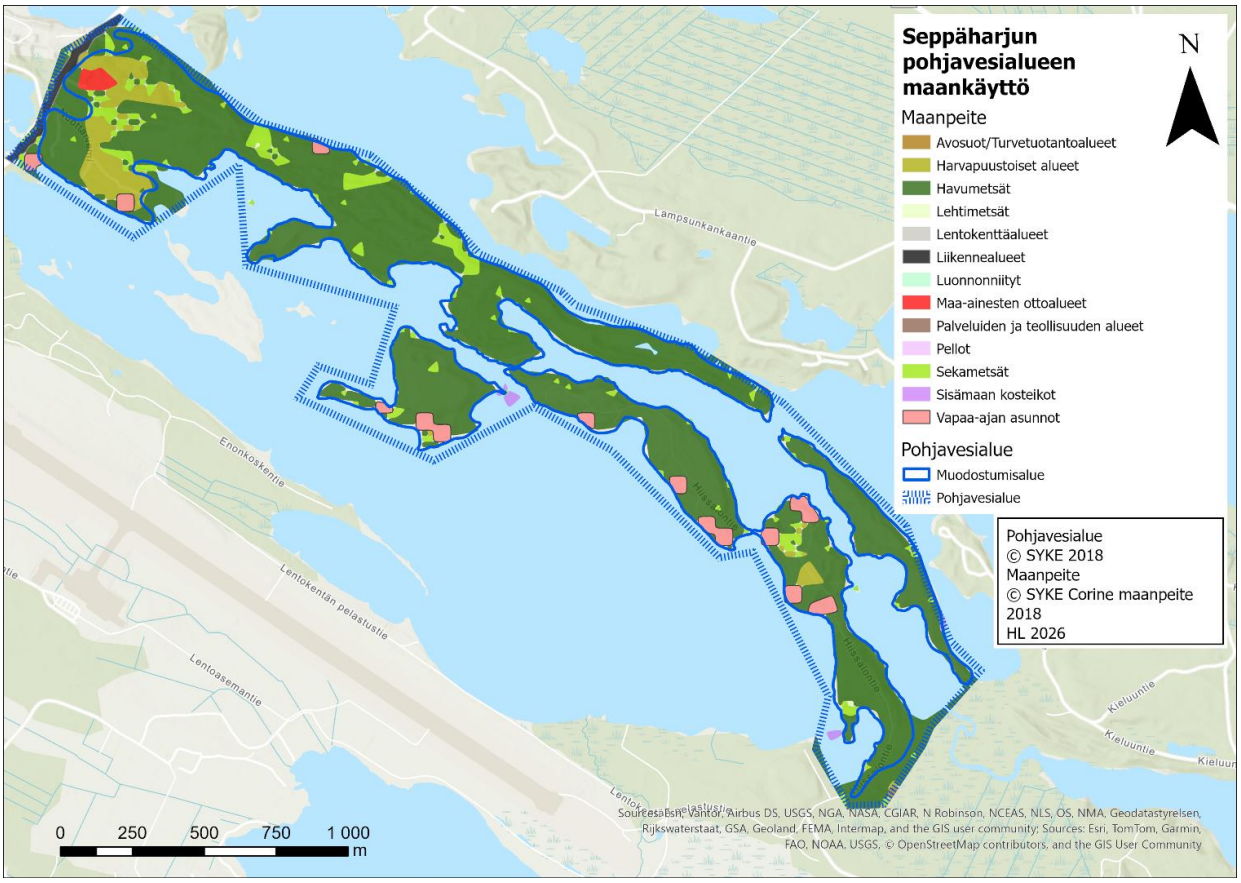
Kaavoittaessa pohjavesialuetta tulee arvioida hankkeen vaikutukset niin pohjaveden laatuun kuin määrään. Alueelle sijoitettavia toimintoja määritetään maakunta- ja yleiskaavalla, jonka ansiosta riskitekijät voidaan sijoittaa pohjavesialueen ulkopuolelle. Asemakaavalla täsmennetään rakentamista ja

maankäyttöä koskevia toimintoja, kuten öljysäiliöiden sijoittamista. (ymparisto.fi 2026)

Maankäytön suunnittelussa ja kaavamääräyksissä tulee huomioida pohjavesimuodostumien sijainti ja rajat sekä pohjaveden virtaussuunnat ja muut geologiset ominaisuudet. (vesi.fi 2022) Kaavoitus on tehokkain keino vaikuttaa maankäyttöön pohjavesialueella ja näin ollen vähentää niihin kohdistuvia riskejä.

4.5.1 Maankäyttö

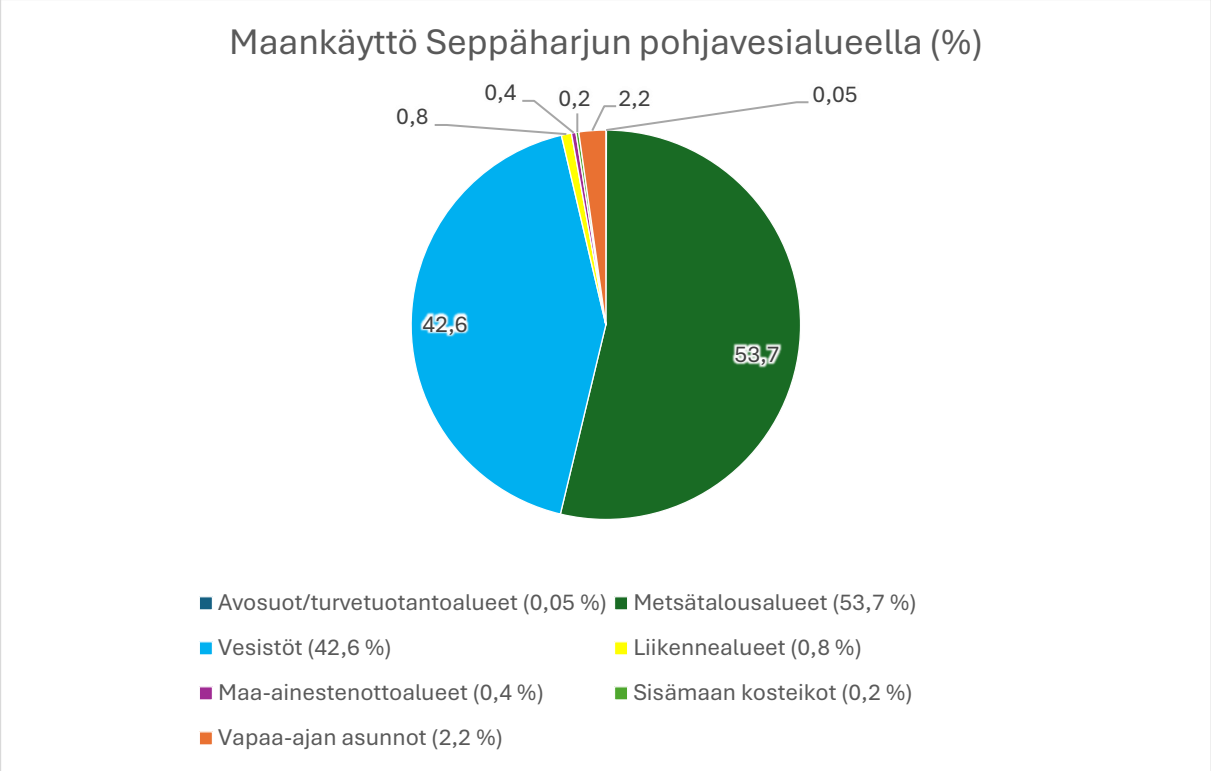
Seppäharjun eri maankäyttömuotojen sijoittelu pohjavesialueella käy ilmi kuvasta 9. Vapaa-ajan asuntojen suhteen maanpeitetiedot eivät mahdollisesti ole ajan tasalla. Metsämaat ovat yksityishenkilöiden omistuksessa.



Kuva 9. Seppäharjun pohjavesialueen maankäyttö

Kuvassa 10 kuvataan Seppäharjun pohjavesialueen maankäyttömuotojen prosentuaalinen osuus koko pohjavesialueen pinta-alasta. Metsätalousalueella

tarkoitetaan tässä yhteydessä havu-, seka- ja lehtimetsiä sekä harvapuustoisia alueita.



Kuva 10. Seppäharjun pohjavesialueesta yli puolet on luokiteltu metsätalousalueeksi

4.5.2 Etelä-Savon maakuntakaava

Maakuntakaava on usean kunnan alueen kattava, yleispiirteinen maankäytön suunnitelma. Kaavan avulla esitetään alueidenkäytön ja yhdyskuntarakenteen periaatteet ja osoitetaan maakunnan kehittämiselle tarpeellisia alueita. Etelä-Savon maakuntaliitto on vastuussa maakuntakaavan laadinnasta.

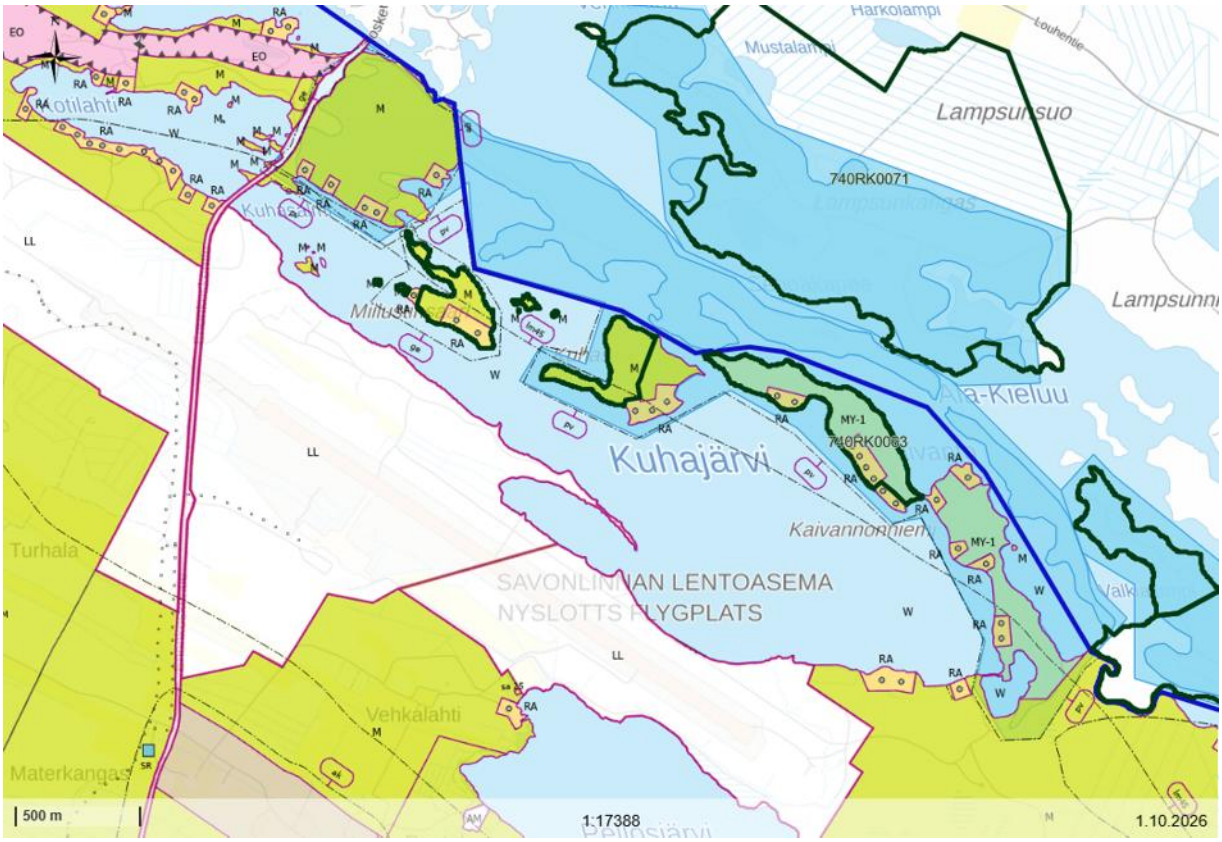
Maakuntakaava toimii ohjeena yleis- ja asemakaavojen laadinta- ja muutosprosesseissa sekä muissa toimenpiteissä alueiden käytön järjestämiseksi. Suunniteltaessa alueiden käyttöä koskevia toimenpiteitä ja päätettäessä niiden toteuttamisesta, on viranomaisten otettava maakuntakaava huomioon sekä pyrittävä edistämään sen toteuttamista ja katsottava, etteivät

suunnitellut toimenpiteet vaikeuta kaavan toteutumista. (Etelä-Savon maakuntaliitto s.a.)

Etelä-Savossa on voimassa neljä maakuntakaavaa. Seppäharjun pohjavesialue on esillä maakuntakaava 2010:ssa. Pohjavesialueella (pv) sijaitseva Kuhajärven harjut on Etelä-Savon maakuntakaavassa luokiteltu lähes kokonaisuudessaan (pl. Kuhasaari ja pieni osa alueen kaakkoispäädystä) arvokkaaksi harjualueeksi tai muuksi geologiseksi muodostumaksi (ge).

4.5.3 Yleis-/asemakaavat

Noin puolet Seppäharjun pohjavesialueesta kuuluu Haukiveden-Haapaveden osayleiskaavaan. Kaava-alue on pääasiassa maa- ja metsätalousvaltaista aluetta (M) sekä maa- ja metsätalousvaltaista aluetta, jolla on erityisiä ympäristöarvoja (MY-1). Pohjavesialueelle on kaavoitettu 15 loma-asunto aluetta (RA). Alueella on voimassa Miilusti-Kuha-Kaivannon rantakaava, joka kattaa suurimman osan Kaivannonsaaresta ja noin puolet Kuhasaaresta. (kuva 11)



Kuva 11. Ote Seppäharjun pohjavesialueelle sijoittuvista ranta-asemakaava - ja yleiskaava-alueista. Tummansininen viiva kuvaa yleiskaava-alueen rajaa. (Savonlinnan kaupungin sisäinen karttapalvelu 2026)

5 RISKITEKIJÄT, RISKIEN ARVIOINTI JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

5.1 Yleistä

Erilaiset pohjavesialueelle sijoitetut toiminnot saattavat vaikuttaa negatiivisesti pohjaveden laatuun tai määrään. Vaaraa aiheuttavia toimintoja ovat sellaiset, joiden yhteydessä käsitellään, kuljetetaan tai varastoidaan pohjaveden laadun kannalta haitallisia aineita. (Britschgi, Rintala ja Puharinen 2018) Pohjaveden laadun tai määrän heikkeneminen voi olla seurausta pitkän ajan vahingoittavasta toiminnasta, kuten teiden suolauksesta tai äkillisestä tapahtumasta, kuten

onnettomuudesta. Merkittävimpiä laatua vaarantavia tekijöitä ovat öljyjen ja kemikaalien tai muiden haitallisten aineiden rautatie- ja maantiekuljetukset sekä niiden varastointi pohjavesialueella. Erityisen vaarallisia ovat pohjavesialueilla sijaitsevien kiinteistöjen maanalaiset lämmitysöljysäiliöt sekä huoltoasemien maanalaiset bensiini- ja öljysäiliöt. (Sweco s.a.) Näiden lisäksi laatua vaarantavat tienpito ja jäteveden käsittely.
Laatua vaarantavia tekijöitä ovat mm. liikenne ja tienpito sekä jäteveden käsittely. Määrään voi vaikuttaa pohjavedenpinnan alainen maa-ainesten otto, ojitus tai liiallinen rakentaminen. (Suomen vesiensuojelun keskusliitto ry s.a.)

Ensisijainen tavoite pohjavesien suojelun kannalta on riskien poistaminen tai siirtäminen pois pohjavesialueelta. Mikäli tämä ei ole mahdollista, tulee riskejä pienentää esimerkiksi luvituksen, valvonnan ja tiedottamisen kautta. Myös suojarakenteet, vahinkojen torjuntavalmiuden parantaminen, kaavoitus ja rakentamisen suunnittelu pienentävät pohjavesiin kohdistuvia riskejä. (Suomen vesiensuojelun keskusliitto ry s.a.)

Tässä luvussa käydään läpi Seppäharjun pohjavesialueen pohjaveden laatua ja määrää uhkaavia riskitekijöitä sekä annetaan niille riskipisteet.

5.2 Riskinarviointi

Riskiluokituksen avulla voidaan arvioida eri riskikohteiden aiheuttaman riskin suuruutta sekä mahdollisten riskinhallintatoimenpiteiden tarvetta ja kiireellisyyttä. Jokaisen kohteen kohdalla arvioidaan sijainti- ja päästöriskit eri muuttujien avulla. Pisteytyksen pohjana on käytetty Britschgin ym. (2018) esittelemää menetelmää. Sijaintiriski muodostuu:

1. Riskikohteen etäisyys vedenottamosta ja sijainti pohjavesialueen muodostumisalueella sekä pohjaveden virtaussuunta suhteessa vedenottamoon ja pohjavesialueeseen

2. Maaperän vedenjohtavuus sekä pohjavedenpinnan syvyys suhteessa maanpintaan

Päästöriski muodostuu:

3. Varastoidun/käytetyn aineen määrä ja laatu
4. Kohteen suojaus
5. Päästön havaittavuus ja valvonta
6. Päästön todennäköisyys

Jokaiselle muuttujalle (6 kpl) annetaan pisteet (1–3 p) riskin suuruuden mukaan (taulukko 6). Riskikohteen kokonaispistemäärä muodostuu kuuden muuttujan pisteiden tulosta, jolloin maksimipistemäärä on 729. Kokonaispistemäärän perusteella riskikohteet jaetaan neljään luokkaan:

A: Erittäin merkittävä riski (300–729 pistettä)
B: Merkittävä riski (200–299 pistettä)
C: Kohtalainen riski (100–199 pistettä)
D: Vähäinen riski (1–99 pistettä)

Taulukko 6. Sijainti- ja päästöriskeihin vaikuttavat muuttujat pisteytettynä

	1 pistettä	2 pistettä	3 pistettä
Sijaintiriski	1. Kaukana vedenottamosta (min. 1 km)/ sijainti pohjavesialueen reunalla/ pohjaveden virtaussuunta pois ottamolta/ vedenjakaja välissä	Kaukana vedenottamosta (0,5-1 km), mutta virtaussuunta ottamolle päin/ sijainti pohjaveden muodostumisalueella	Vedenottamon lähialueella (max. 0,5 km)/ virtaussuunta vedenottamolle
	2. Maan pintaosan maalaji huonosti vettä johtava	Pohjavedenpinta syvällä/ keskinkertainen vedenjohtavuus	Pohjavedenpinta lähellä maanpintaa/ maaperä vettä johtavaa
Päästöriski	3. Alhainen kemikaalin käyttö- tai varastointimäärä/ ajoittainen käyttö	Kemikaalimäärä keskinkertainen/ säännöllinen käyttö	Suuret kemikaalimäärät/ jatkuva käyttö
	4. Toiminta sisätiloissa/ suojarakenteet	Kohtalainen suojaus/ kemikaalien säilytys sisätiloissa	Puutteellinen suojaus/ maanalaiset säiliöt
	5. Päästöt hyvin havaittavissa/ valvonta/ pohjaveden laadun seuranta	Päästöt kohtalaisesti havaittavissa/ hälyttimet käytössä	Päästöt huonosti havaittavissa
	6. Päästö epätodennäköinen	Mahdollinen päästö	Todennäköinen tai havaittu päästö

Riskiluokitus on kuitenkin suuntaa antava, sillä joistain riskikohteista saatavat tiedot ovat puutteellisia. Myös vedenottamon lähialueen määritys on karkea arvio, sillä kohdekohtaisen etäisyyden määrittäminen vaatisi tarkempia tutkimuksia.

5.3 Vapaa-ajan asutus

Vähäinen riski

5.3.1 Jätevedet

Haja-asutusalueen jätevesien puutteellinen käsittely likaa lähinnä ihmisten omaa lähiympäristöä pilaamalla pohjaveden ja tehden kaivoveden

käyttökelvottomaksi. (Ympäristöministeriö 2017) Pohjaveden laadun muutokset ovat mahdollisia silloin, jos jätevedenkäsittelyjärjestelmän mitoitus tai puhdistusteho ovat riittämättömiä. Riskiä aiheuttaa myös vuotava tai riittämättömästi huollettu järjestelmä. Jätevesien päätyminen pohjaveteen saattaa ilmetä mm. pohjaveden hygieenisen laadun heikkenemisenä ja ravinnepitoisuuksien kohoamisena.

Seppäharjun pohjavesialue on vesihuoltolaitoksen toiminta-alueen ulkopuolella. Seppäharju 1 raakavesikaivon lähialueella (alle 0,5 km) on kiinteistötietojen mukaan kaksi kantoveden varassa toimivaa vapaa-ajan asuntoa. Toisella kiinteistöllä on kuivakäymälä ja jätevesiä muodostuu saunomisesta. Toisesta kiinteistöstä ei löytynyt tietoja. Harjun maaperä on lähes kokonaisuudessaan karkearakeista maa-ainesta, jonka vedenjohtavuus on suuri.

Seppäharju 2 raakavesikaivon lähialueella ei ole asutusta. Pohjavesialueen kaakkoispuolella, kaukana vedenottamoista, on useampia kantoveden varassa toimivia vapaa-ajan asuntoja. Ympäristönsuojelulaki edellyttää myös viemäriverkoston ulkopuolisten jätevesien käsittelyn niin, etteivät ne aiheuta riskiä ympäristön pilaantumiselle.

Riskipisteytys: 3*3*1*1*2*2= 36 (D)

Toimenpidesuositukset:

- Pohjavesialueen jätevesijärjestelmien tietojen keruu
- Noudatetaan kunnan ympäristönsuojelumääräyksiä ja rakennusjärjestystä jätevesien käsittelyssä
- Tarkastetaan säännöllisesti alueen kiinteistökohtaiset jätevesijärjestelmät

Määräykset

SAVONLINNAN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖNSUOJELUMÄÄRÄYKSET

- 5 §: Jätevesiviemäriverkoston ulkopuoliset jätevedet tulee käsitellä kiinteistöllä asianmukaisesti vähintään tiiviillä saostuskaivoilla tai muulla puhdistusteholtaan vastaavalla käsittelylaitteistolla ennen jätevesien johtamista maasuodattimeen tai maahan imeyttämistä. Käsittelyjärjestelmien yhteenlasketun tehon tulee täyttää vähintään voimassa olevan lainsäädännön mukaiset perustason puhdistusvaatimukset. Jos jätevedet käsitellään saostuskaivoilla ja ne sisältävät vesikäymälän jätevesiä, on kaivoihin kuuluttava vähintään kolme osastoa. Muulloin osastoja tulee olla vähintään kaksi, ellei alueen kaavamääräyksissä ole annettu tätä tiukempia jätevesimääräyksiä.
- 6 §: Pohjavesialueilla jätevesien johtaminen maasuodattimeen tai maaperäimeytykseen on sallittua ainoastaan vähäisiä jätevesiä tuottavissa, kantoveden varassa toimivissa kesämökeissä, rantasaunoissa ja vastaavissa rakennuksissa, jos voidaan varmistua siitä, ettei imeyttämisestä aiheudu vaaraa pohjavedelle. Imeyttämisen tulee tapahtua vähintään 500 metrin päässä vedenottamojen kaivoja ja jätevesilaitteistojen tulee täyttää ympäristönsuojelumääräysten 5 §:n mukaiset vaatimukset.
- 7 §: Jätevesien maaperäkäsittelylaitteistot (imeytys- ja suodatuskentät) tulee sijoittaa 100–150 metrin päähän vesistöstä, kun kyseessä on vesikäymälän jätevedet ja 15 metrin päähän kun kyseessä on muut kuin vesikäymälän jätevedet.

5.3.2 Maalämpö

Maalämpöjärjestelmien asentamisesta ja käytöstä aiheutuu vaaraa pohjavedelle. Riskiä aiheuttavia tekijöitä ovat mm. poraaminen ja kaivuutyöt pilaantuneilla maa-alueilla, orsivesikerroksen puhkeaminen, pohjaveden pinnantason tai laadun muutokset poraamisen seurauksena, pohjaveden lämpötilamuutokset ja lämmönkeruunestevuodot. (Juvonen ja Lapinlampi 2013)

Mahdollisten maalämpöjärjestelmien sijainneista pohjavesialueella ei ole tällä hetkellä tietoa.

Riskipisteytystä ei voida tehdä puutteellisten tietojen vuoksi.

Toimenpidesuositukset:

- Maalämpöjärjestelmien kartoitus Savonlinnan alueella.

Määräykset

SAVONLINNAN KAUPUNGIN RAKENNUSJÄRJESTYS

- Savonlinnan rakennusjärjestyksen mukaan maalämpökaivojen sijoittaminen pohjavesialueelle edellyttää lausuntoa Lupa- ja valvontavirastolta, että tarvitseeko poraaminen vesilain mukaista lupaa.
- Energiakaivoja ei saa rakentaa vedenottamoiden määritetyille suoja-alueille.

SAVONLINNAN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖNSUOJELUMÄÄRÄYKSET

- Pohjavesialueilla, ranta-alueilla ja vesistöissä on kiellettyä käyttää maalämpöjärjestelmien lämmönkeruunesteenä ympäristölle ja terveydelle vaarallisia aineita.
- Maalämpöjärjestelmien rakentamisessa tulee toimia kuten kohdassa 15 § säädetään. Rakentamisesta syntyvien ainesten varastoimisesta ei myöskään saa aiheutua haitallista pölyämistä.
- Maalämpöjärjestelmien huollon ja käytöstä poiston yhteydessä tulee huolehtia, että lämmönkeruunesteet otetaan talteen ja käsitellään asianmukaisesti.

5.4 Maa-ainesten otto

Kohtalainen riski

Pohjaveden laatu voi huonontua maa-ainesten oton seurauksena, jos jälkihoidon taso on ollut riittämätön tai maa-ainesten ottoalue on ollut suuri suhteutettuna pohjavesialueen kokoon. Myös maa-aineksen oton ja kuljetuksen oheistoiminnot aiheuttavat riskin pohjavedelle. Tällaisia ovat muun muassa kiviaineksen murskaus, polttoaineiden käsittely ja pölynsidonta pohjavesialueella. Vesienhoitoalueella hiekan ja soran otto kohdistuu voimakkaasti 1- ja 2- luokan pohjavesialueille. Vesienhoitoalueet muodostuvat yhdestä tai useammasta vesistöalueesta, joille suunnitellaan vesienhoitoa (Vesi.fi s.a.)

Maa-ainesten oton on havaittu kohottavan pohjaveden sähkönjohtokykyä sekä nitraatti- ja sulfaattipitoisuuksia. Pölynsidonnassa käytettävä kalsiumkloridi saattaa nostaa pohjaveden kalsium- ja kloridipitoisuutta sekä kokonaiskovuutta. Ottotoiminnalla on vaikutusta myös pohjaveden määrään, kun maaperään imeytyy suurempi osa sadannasta kuin luonnontilaisilla alueilla. Tämä aiheuttaa pohjaveden pinnankorkeuden kohoamista ja vaihtelun laajentumista.

Pohjaveden laatu voi heikentyä laaja-alaisen maa-ainesten oton seurauksena, koska luonnontilainen maannoskerros on poistettu ottoalueelta. Erityisen haitallista on maa-aineksen ottaminen läheltä pohjavedenpintaa tai sen alapuolelta. Riskiä pohjavedelle aiheuttavat myös vanhat, jälkihoitamattomat ottoalueet, sillä niitä saatetaan käyttää muun muassa luvattomina jätealueina. (ELY-keskus 2021)

Seppäharjun pohjavesialueella ei ole voimassa olevia maa-aineksenottolupia. Alueella on yksi entinen ottoalue, jonka lupa on päättynyt vuonna 2024. Ottoalue on maisemoitu.

Seppäharjun ja Kaamanniemen pohjavesialueiden välissä sijaitsevalla Huutoharjulla on maa-aineksenottoa. Alueella vuonna 2025 suoritetuissa pohjavesitutkimuksissa todettiin HP2 havaintoputken osalta raudan ja mangaanin pitoisuuksien olleen voimakkaassa nousussa vuodesta 2021 lähtien.

Riskipisteytys: 3*3*1*3*3*2 = 162 (C)

Toimenpidesuositukset:

- Entisen maa-ainestenottoalueen tarkkailu asiattoman toiminnan varalta ja että aluetta ei käytetä jätteidensijoitukseen tai tavaroiden säilytyspaikkana
- 1- luokan pohjavesialueille ei lähtökohtaisesti tule myöntää uusia maa-ainestenottolupia, ellei kyseessä ole entisen ottoalueen maisemointi. Mikäli lupa kuitenkin myönnetään, tulisi lupamääräyksin huolehtia ottamisalueen jälkihoidosta, joka voi tapahtua joko vaiheittain ottamisen edetessä tai välittömästi ottamisen päätyttyä sekä varmistaa, että pohjaveden pinnan yläpuolella jätetään riittävän paksu suojaava maakerros. (Ympäristöministeriö 2023)

OHJEISTUKSIA

- Maa-ainestenottoon tulee aina hakea maa-aineslain mukainen lupa. Kotitarveottoon ei tarvitse lupaa, mutta siitäkin tulee ilmoittaa kunnan valvontaviranomaiselle, jos suunniteltu ottomäärä on yli 500 m3. (Ympäristöministeriö 2022)
- Pohjaveden pinnan ja alimman ottotason väliin tulee jäädä riittävän paksu suojaava kerros. Vedenottamon lähisuojavyöhykkeellä sijaitsevilla olemassa olevilla ottoalueilla suojakerroksen tulee olla vähintään 6 metriä ja kaukosuojavyöhykkeellä 4 metriä. (Ympäristöministeriö 2023)

5.5 Liikenne ja tienpito

Erittäin merkittävä riski

Teiden rakentaminen ja kunnossapito aiheuttavat riskin pohjaveden laadulle pääasiassa liukkaudentorjunnassa käytettävän tiesuolan ja vaarallisten aineiden kuljetusten takia. Suolan käyttö voi johtaa pohjaveden kloridipitoisuuden kohoamiseen haitalliselle tasolle. Haittoihin lukeutuu mm. raskasmetallien liukeneminen, kemikaalijäämät ja orgaanisten aineiden käytöstä aiheutuva veden happikato seurannaisvaikutuksineen. (Vesi.fi 2026)

Liukkaudentorjunnassa käytettävä suola on pääosin (noin 95 %) natriumkloridia ja loppuosa kalsiumkloridia. Vaihtoehtoisia liukkaudentorjunta-aineita ovat liuosmainen kaliumformiaatti ja vuodesta 2017 lähtien myös kidemäinen natriumformiaatti, joiden ympäristövaikutukset ovat vähäisemmät. Suolan käyttö liukkaudentorjunnassa oli suurimmillaan 90-luvulla, jolloin sitä levitettiin 150 000 tonnia vuodessa. Nykyään suolaa käytetään noin 80 000–110 000 tonnia vuodessa. (Väylävirasto 2020) Suolan käyttöä on pyritty vähentämään koko maassa siitä lähtien kun sen aiheuttama riski pohjavesille tuli tietoisuuteen. Kalium- ja natriumformiaatin laajemman käytön esteenä on niiden korkeampi hinta kalsiumkloridiin verrattuna.

Tiet on jaettu talvihoitoluokkiin Ise, Is, Ib/Ic, II ja III. Luokitukseen vaikuttaa muun muassa tien liikennemäärä ja sen liikenteellinen merkitys. Hoitoluokka määrittää, millaisessa kunnossa tiet on pidettävä talvisin ja kuinka nopeasti hoidon tarpeeseen on reagoitava. (Elinvoimakeskus s.a.)

Pohjaveteen kohdistuvia riskejä voidaan vähentää rakentamalla teille pohjavesisuojauksia. Suojarakenteita on kolmenlaisia: luiskasuojaus, betonikaiteen ja hulevesiviemärin yhdistelmä sekä penkereen alle tehty suojaus, joista kahteen ensimmäiseen kuuluu myös vesitiivis päällyste. (Väylävirasto 2020) Riskejä voidaan pienentää myös kaatumisen estävällä kaiteella sekä nopeusrajoituksia pienentämällä ja liikenneturvallisuutta parantamalla.

5.5.1 Liikenteen päästöt

Enonkoskentien liikenteen päästöt päätyvät Seppäharjun pohjavesialueen maaperään sade- ja sulamisvesien välityksellä. Alueella riskiä aiheutuu lähinnä natriumkloridin sisältämän kloridin päätymisestä pohjaveteen, sillä liukoisen muotonsa vuoksi se ei pidäty suodattimeen eikä maaperään. (Kuntaliitto 2012) Pohjavesialueella ei ole hulevesiviemäreitä.

Enonkoskentie (seututie 471) kulkee pohjavesialueen luoteisreunalla noin 0,6 kilometrin pituisella alueella, josta 30 metriä on muodostumisalueella. Tie kuuluu talvihoitoluokkaan Ib, jossa liukkaudentorjuntaan käytetään pääasiassa suolaa ja torjunta pyritään tekemään ennakoivasti. (Väylävirasto 2023) Tien suolausrajoitus on 1,5 t/ajoratakm. Tämän suunnitelman julkaisuhetkellä tien suolauksen vähentämisestä ei ole tullut vielä päätöstä. Vuonna 2024 vuoden keskimääräinen vuorokausiliikenne (KVL) oli 1325 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskaiden ja yhdistelmäajoneuvojen osuus oli 116 (Suomen väylät). Tieosuudella ei ole pohjavesisuojauksia. Tien 471 varrella on pohjavesialueelle sijoittuva pysäköintipaikka. Lisäksi pohjavesialueen kaakkoisosassa sijaitsevilla Kaivannonsaarella ja Kaivannonniemellä kulkee Hiissalontie 2,3 kilometriä, ja alueen länsiosassa Ulponsalmentie noin 0,75 kilometriä. Molemmat tiet sijaitsevat lähes kokonaisuudessaan muodostumisalueella. Tiet eivät myöskään ole valtion teitä eivätkä näin ollen kuulu talvihoitoluokituksen piiriin. Ulponsalmentiellä ei tehdä liukkaudentorjuntaa tai pölynsidontaa. Hiissalontiellä liukkaudentorjuntaan käytetään sepeliä, pölynsidontaa ei tehdä pohjavesialueella.

5.5.2 Onnettomuudet ja vaarallisten aineiden kuljetukset

Vaarallisten aineiden kuljetukset aiheuttavat pohjaveden pilaantumisriskiä lähinnä onnettomuuksien muodossa, mutta haitallisia kemikaaleja voi kulkeutua

pohjaveteen myös vähäisten vuotojen seurauksena. Onnettomuuksia tapahtuu Suomessa erittäin harvoin, mutta niiden seuraukset ovat mahdollisesti hyvinkin vakavia ja pitkäaikaisia. (Väylävirasto 2020) Vuosina 2019–2024 VAK-onnettomuuksia tapahtui 15–25 tapausta vuodessa. (Traficom 2026) Tietoja Savonlinnan alueen VAK-kuljetuksien määristä tai onnettomuuksista ei ollut saatavana.

Sähköautojen yleistyminen lisää niiden määrää myös onnettomuuksissa. Sammutusjätevesien lisäksi akkupaloista vapautuu ympäristöön myrkyllisiä kaasuja ja höyryjä sekä useita eri metalleja noen mukana. Noessa ja tuhkassa esiintyy molemmissa myös polysyklisten aromaattisten hiilivetyjen orgaanisia yhdisteitä sekä vesiliukoisia anioneita. (Javor ym. 2025)

Nopeusrajoitus pohjavesialueella on 60 km/h. Nykyinen 60 km/h alue alkaa juuri ennen melko jyrkkää mutkaa, jonka takana on huonosti nähtävissä oleva P-alue. Suositeltavaa onkin laajentaa 60 km/h alue alkamaan jo ennen Kuhasalmen siltaa. Liitteestä 2 käy ilmi nykyiset nopeusrajoitusalueet Seppäharjun pohjavesialueen ympäristössä sekä uudet suositukset.

Lähin raideliikenteen osuus (Savonlinna-Punkaharju) kulkee noin 9 kilometrin päässä pohjavesialueesta. Savonlinnan lentokenttä sijaitsee noin kilometrin päässä pohjavesialueen rajasta. Vuoden 2026 tammi-kesäkuun aikana lentoja oli yhteensä 305 eli kuukausittainen lentojen keskimäärä oli noin 51 (Finavia 2026) (Finavia liikennetilastot 2026).

Savonlinnan lentokenttä ja Seppäharjun pohjavesialue kuuluvat osittain samaan valuma-alueeseen. Tästä syystä ei tule poissulkea mahdollisuutta lentokentän päästöjen kulkeutumisesta pohjaveteen Kuhajärven kautta, vaikka Seppäharjun pohjavesialueella ei ole isotooppitutkimusten perusteella havaittu rantaimeytymistä.

Riskipisteytys: 3*3*2*3*3*3= 486 (A)

TOIMENPIDESUOSITUKSET

- Pohjaveden kloridipitoisuuksien seurantaa tulee jatkaa Enonkoskentien läheisestä putkesta 13–06
- Tien kunnostuksen yhteydessä tulee asentaa asianmukaiset suojarakenteet tielle ja pysäköintipaikalle
- Viivytysmenetelmien (mm. kosteikot) käyttö, sillä niihin liittyvä kasvillisuus sitoo itseensä huleveden kuljettamia ravinteita ja näin ollen tehostaa hulevesien puhdistusta (Kuntaliitto 2012)
- Pohjavesialuekyltit selkeästi tienkäyttäjien näkyviin
- Alueen nopeusrajoitus on 60 km/h, jota on suositeltavaa laajentaa alkavaksi etelästä saavuttaessa jo ennen Kuhasalmen ylittävää siltaa tai viimeistään heti sen jälkeen.

5.6 Pilaantuneen maan riskikohteet

Ei riskiä

Maaperän tilan tietojärjestelmään (MATTI) sisältää tietoja maa-alueista, joilla harjoitetusta toiminnasta (nykyinen tai aiempi) on maaperään saattanut päästä haitallisia aineita. Järjestelmästä löytyy tietoja myös sellaisista alueista, jotka on tutkittu ja kunnostettu. (Suomen ympäristökeskus s.a.) Rekisteriä ylläpitää Lupa- ja valvontavirasto (LVV). Alueet luokitellaan joko mahdollisesti pilaantuneiksi, pilaantuneiksi, kunnostetuiksi tai puhtaaksi todetuiksi. (Britschgi, Rintala ja Puharinen 2018)

Yleisimpiä maaperän ja pohjaveden pilaantumisriskin aiheuttajia ovat polttoaineen jakelu ja varastointi, sahat ja kyllästämöt, kaatopaikat, ampumaradat, kauppapuutarhat, romuttamot sekä kemialliset pesulat. Pohjaveteen voi liueta pilaantuneesta maaperästä jopa vuosikymmenien ajan haitallisia yhdisteitä, kuten öljyjä, raskasmetalleja, arseenia, polykloorattuja

bifenyylejä (PCB), polyaromaattisia hiilivetyjä, furaaneja, dioksiineja ja torjunta-aineita, kuten atratsiinia ja heksatsinonia. (Suomen ympäristökeskus 2022)

Seppäharjun pohjavesialueella ei ole pilaantuneen maan kohteita. Alueen ulkopuolella on kaksi kohdetta alle 0,5 kilometrin päässä pohjavesialueen rajasta.

Ei riskiä

5.7 Muuntamot

Kohtalainen riski

Muuntamot aiheuttavat riskin pohjaveden pilaantumiselle niiden sisältämän muuntajaöljyn takia. Pylväsmuuntamot aiheuttavat suurimman riskin. Muuntamot voivat vaurioitua äkillisesti esimerkiksi salamaniskun seurauksena tai pitkäaikaisen rakennevian taikka rakenteiden vanhenemisen seurauksena. Suoja-altailla voidaan yrittää vähentää muuntamojen aiheuttamaa ympäristöriskiä.

Seppäharjun pohjavesialueella sijaitsee kaksi suoja-altaalla varustettua, erottimellista puistomuuntajaa, jotka ovat Suur-Savon Sähkö Oy:n omistuksessa. (18.6.2026)

Riskipisteytys: 3*3*3*1*2*2= 108 (C)

Toimenpidesuositukset:

- Nykyisiä muuntamoita huollettava säännöllisesti ja tarpeen mukaan
- Mikäli alueelle tarvitsee asentaa uusia muuntamoita, tulee niiden olla suoja-altailla varustettuja puistomuuntamoita

5.8 Metsätalous

Vähäinen riski

Metsätalous kattaa Suomessa 86 % kaikkien pohjavesialueiden pinta-alasta. Varsinainen metsämaan osuus on kuitenkin 67 % kun otetaan huomioon alueet, joilla metsätaloutta ei aktiivisesti harjoiteta puuston vähyyden takia. Metsätalouden haittavaikutukset pohjaveteen syntyvät kiintoaineen, ravinteiden ja humuksen huuhtoutumisesta eli kuormituksesta, jotka liittyvät hakkuisiin, metsän uudistamiseen, kulottamiseen ja ojitukseen. (Valtioneuvosto 2022; Maa- ja metsätalousministeriö s.a.)

Puuston hakkaaminen lisää pohjaveden määrää alueella, josta seuraa pohjaveden pinnankorkeuden nouseminen. Myös pohjaveden purkautumisen ja virtaamien lisääntyminen reuna-alueilla sekä lähteissä on mahdollista. Hakkuutähteistä, kuolleesta pintakasvillisuudesta ja maan orgaanisesta aineesta vapautuu liukoisia ravinteita ja hiiltä yli eliöstön tarpeen, jolloin ylijäämä huuhtoutuu tai suotautuu sadeveden mukana pohjaveteen. Pohjaveden lämpötilan on myös todettu nousevan hakkuiden seurauksena, joka osaltaan lisää liukoisten ravinteiden ja hiilen vapautumista. (Valtioneuvosto 2022) Suurimmat kiinto- ja ravinneainehuuhtoumat syntyvät ojitus- ja naveromätästyksestä. Ojitusmätästyksen tavoitteena on kuivattaa alue pysyvästi laskemalla pohjaveden pinnankorkeutta ja naveromätästyksessä pyritään ohjaamaan pelkästään pintavesiä. (ELY-keskus 2021)

Suomen Metsäkeskuksen ylläpitämän Metsänkäyttöilmoitukset- karttapalvelun mukaan Seppäharjun pohjavesialueella on voimassa yksi vuonna 2024 avohakkuusta tehty metsänkäyttöilmoitus. Palvelusta ei käy ilmi alueen koko, mutta se on arviolta noin 0,3 hehtaaria ja se sijaitsee Seppäharju 1 vedenottamon lähietäisyydellä (< 0,5 km). Metsänkäyttöilmoitukset ovat voimassa kolme vuotta. Tätä ennen Seppäharjulla on vuonna 2021 voimaan tullut metsänkäyttöilmoitus siemenpuuhakkuusta 4,5 hehtaarin kokoisella

alueella. Molemmissa hakkuissa on käytetty maanmuokkausmenetelmänä laikutusta.

Riskipisteytys: 3*3*1*2*2*2= 72 (D)

Toimenpidesuositukset:

- Pohjavesialueilla ei tule käyttää kemiallisia kasvinsuojeluaineita tai lannoitteita, korjata kantoja tai tehdä kulotuksia (pl. luonnonhoidolliset ja harjujen paahderinteiden kulotukset)
- Pohjavesialueella tulee suosia jatkuvapeitteistä kasvatusta, jolloin metsikössä on jatkuvasti monen ikäisiä puita. Seppäharjun maaperä ei kuitenkaan ole turvemaata, joten jatkuvaan kasvatukseen siirtyminen alueella ei ole kannattavaa. Ympäristöystävällisempiä vaihtoehtoja avohakkuulle ovat mm. poimintahakkuu, yläharvennus, siemenpuuhakkuu laikutuksella tai avohakkuu laikutuksella ja kylvöllä.
- Kaikilla 1-, 2- ja E- luokan pohjavesialueilla suositellaan vain kevennettyä maanmuokkausta, kuten kevyttä laikutusta tai äestystä Jos pohjavesialueella on tarvetta voimakkaammille muokkaustavoille, tulee ohjeet kysyä alueellisesta Lupa- ja valvontavirastosta. (Metsänhoidon suositukset)
- Ojituksia ei suositella tehtäväksi pohjavesialueilla, ja sitä suunniteltaessa on tehtävä ilmoitus Lupa- ja valvontavirastolle
- Öljyvahinkojen välttämiseksi työkoneissa on suositeltavaa käyttää mineraaliöljyn sijaan biohajoavia öljyjä
- Metsäkoneissa on oltava aina mukana öljyntorjuntaa varten imeytyskalustoa
- Metsäkoneita ei tule huoltaa tai tankata pohjavesialueilla

5.9 Ilmastonmuutos

Ilmastonmuutoksen tuomat sään ääri-ilmiöt vaikuttavat pohjaveden hankintaa. Rankkasateet voivat heikentää pohjaveden laatua, kun taas pitkät kuivuusjaksot saattavat heikentää veden laadun lisäksi sen saatavuutta. Vaikutusten laajuus on riippuvainen pohjavesimuodostuman ominaisuuksista ja suurimmat riskit kohdistuvat pieniin muodostumiin niiden ohuen suojakerroksen ja nopean kierron vuoksi. Pohja- ja tekopohjavesilaitoksiin kohdistuvat vaikutukset ovat samankaltaisia. (Suomen ympäristökeskus 2025)

Etelä-Savon maakuntaliiton julkaisemassa *Etelä-Savon ilmastoriskianalyysissä* tarkastellaan ilmastoriskejä alueellisella tasolla. Etelä-Savon alueella vesivaroihin ja vesienhoitoon liittyviä alueellisiin vaaratekijöihin lukeutuvat sateisuuden ja myrskyjen lisääntyminen, talviolosuhteiden muutokset, lämpötilan nousu sekä ekologiset muutokset ja luontokato. Kasvava sateisuus ja myrskyt lisäävät ravinnehuuhtoumia sekä rehevöittävät ja tummentavat vesistöjä, joiden myötä pohjaveden laatu heikkenee. Talviolosuhteiden muutokset, kuten lisääntyvät vesisateet ja talvisen ajan lyheneminen, johtavat vesistöjen tummumiseen, kiintoaineksen määrän kasvuun ja talvitulvien lisääntymiseen. Helle- ja kuivuusjaksojen yleistymisen sekä lämpimän ajan pidentymisen myötä kasvaa myös vesistöjen lämpötila. Nämä johtavat vedenlaadun heikkenemiseen, kuivuuteen ja sitä seuraaviin rankkasateisiin, jotka lisäävät happamuuden ja haitallisten metallien huuhtoutumisen riskiä mustaliuskealueilta. Myös pohjaveden saatavuus heikkenee, lajistot muuttuvat, vesistöt rehevöityvät ja leväkukinnot lisääntyvät. (Etelä-Savon maakuntaliitto 2026)

Lupa- ja valvontaviraston pohjavesiasiantuntijan Juha Raution mukaan ilmastonmuutoksen seurauksena pohjaveden muodostumisen ajankohtien odotetaan muuttuvan merkittävästi. Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) RAINMAN-hankkeessa (2021) Mikkelin Hanhikankaan pohjavesialueelle laatiman ilmasto- ja pohjaveden virtausmallin perusteella tulee pohjaveden muodostuminen sadannan kautta tulevaisuudessa painottumaan entistäkin

enemmän talvikauteen. Myös nykyinen tyypillinen keväinen muodostumispiikki heikkenee ja häviää lopulta kokonaan. Mallinnus ennustaa myös kesän kuivuusjakson aikaistuvan ja pitenevän, mikä saattaa johtaa pohjavesialueen kesäaikaisen antoisuuden pienenemiseen. Tulokset viittaavat muutosten pohjaveden muodostumisolosuhteissa olevan havaittavissa jo vuoteen 2050 mennessä. Mallinnuksessa hyödynnettiin SMHI:n RCA4-alueellista ilmastomallia sekä IPCC:n RCP8.5-päästöskenaariota.

Ilmastonmuutos vaikuttaa sadannan lisäksi myös rantaimeytyvän veden määrään, joka saattaa vähentyä pitkittyvien kesäisten kuivuusjaksojen myötä. Tällä on vaikutusta erityisesti niihin pohjavesivaroihin, joiden pohjavesi muodostuu pääasiassa rantaimeytymisen kautta ja joiden rantaimeytymisalue on rakenteeltaan kapeasektorinen ja vesistön vedenpinta laskee hyvin vettä johtavan maakerrosten alapuolelle.

Hanhikankaan pohjavesialueelle toteutetun hydrologisen mallinnuksen mukaan Hanhilammen, josta rantaimeytyminen Hanhikankaan pohjavesialueelle tapahtuu, alivirtaamakausi aikaistuu ja pitenee ilmastonmuutoksen myötä. Muutokset ovat mallinnusten perusteella havaittavissa jo vuoteen 2050 mennessä jopa maltillisemmilla päästöskenaarioilla. Tarkastelu toteutettiin WSFS-VEMALA-mallinnusjärjestelmällä käyttäen MPI-M:n MPI-ESM-LR-globaalimallia ja SMHI:n RCA4-alueellista ilmastomallia. Alivirtaamakauden pitkittyminen voi johtaa Hanhilammen vedenpinnan laskuun ja siten rantaimeytymisen heikkenemiseen Hanhikankaan pohjavesimuodostumaan.

Ilmastonmuutos todennäköisesti kasvattaa tulvia Vuoksella ja Saimaalla, joiden ajankohta sijoittuu entistä enemmän talvelle. Suurten ja pienten juoksutusten tarve lisääntyy. (Veijalainen 2014)

Ilmastonmuutoksen vaikutuksia pohjavesiin voidaan mallintaa VEMALA-mallilla, joka on koko Suomen kattava ravinnekuormituksen laskentajärjestelmä. Sillä simuloidaan ravinteiden prosesseja, huuhtoutumista ja kulkeutumista joissa, järvissä ja maalla. (Suomen ympäristökeskus 2026)

Toimenpidesuositukset:

- Varautuminen kuivuuden ja tulvien aiheuttamiin ongelmiin vesihuollossa, joihin kuuluu mm. vedenottokaivoihin liittyvät toimenpiteet kuten kaivojen siirtäminen, syventäminen, tiivistäminen ja kansiosien korottaminen sekä vesilaitoksen varautumissuunnitelman päivittäminen. Suunnittelussa tulee tarkastella pohjavesialueiden ja vedenottamoiden sijoittumista tulvariskialueille. (ELY-keskus 2022)

6 VARAUTUMINEN HÄIRIÖTILANTEISIIN JA TOIMENPITEET VAHINKOTAPAUKSISSA

Likaantuneen pohjaveden puhdistaminen on usein erittäin haastavaa. Siksi pohjavesialueilla ja etenkin vedenottamoiden lähiympäristössä on tärkeää varautua mahdollisiin onnettomuuksiin ja häiriötilanteisiin. Pahimmassa tapauksessa vedenottamo joudutaan sulkemaan pohjaveden pilaantumisen seurauksena. Ilmoittamattomat pilaantumistapaukset saattavat tulla esiin jopa vuosikymmeniä tapahtuman jälkeen, jolloin pilaantumisen aiheuttajan selvittäminen ja vastuun toteutuminen voi olla erittäin haastavaa.

Vesilaitoksien lyhytaikaiset toimintahäiriöt ovat normaaleja, ja ne voivat johtua mm. laitteiston vioista, vuodoista ja sähkökatkoksista. Vakavampia pohjavesiin liittyviä vahinkotapauksia ovat tyypillisesti vaarallisten aineiden kuljetusonnettomuudet, jakeluasemien polttoainevuodot, öljysäiliöiden vuodot, ilkivalta pohjavedenottamoilla sekä jäte- ja pintavesien kulkeutuminen pohjavesiin. (Britschgi, Rintala & Puharinen 2018)

Vahinkojen ennaltaehkäisyn lisäksi on tärkeää, että vahinkotilanteissa kunnan sisäinen tiedonkulku on nopeaa, jolloin torjuntatoimiin voidaan ryhtyä mahdollisimman tehokkaasti. Pohjaveden suojelusuunnitelmat ja eri viranomaisten ja vesihuoltolaitosten varautumis- ja häiriötilannesuunnitelmat täydentävät toinen toisiaan riskien hallinnassa ja niihin varautumisessa.

6.1. Vesihuoltolaitoksen varautumissuunnitelma

Vesihuoltolaitoksella täytyy olla varautumissuunnitelma, joka sisältää riskienhallinnan ja häiriötilanteisiin varautumisen. Laitoksen tulee myös harjoitella toimintaa häiriönsietokyvyn varmistamiseksi ja ryhtyä suunnitelmassa osoitettuihin toimenpiteisiin. Vesihuoltolaitoksen varautumissuunnitelma on salainen asiakirja. Suunnitelma tulee päivittää tarvittaessa, mutta vähintään kuuden vuoden välein ja se on toimitettava salassapitosäännösten estämättä valvonta- ja pelastusviranomaisille sekä pyynnöstä kunnalle. Varautumissuunnitelma tulee sovittaa yhteen kunnan valmiussuunnittelun, talousvedentuotantoketjun riskienhallintasuunnitelman (terveydensuojelulaki), sammutusvesisuunnitelman (pelastuslaki) sekä ympäristönsuojelulaissa tarkoitetutun varautumissuunnitelman kanssa. (Elinvoimakeskus 2026)

Talousveden riskienhallintasuunnitelma tulee laatia laitokselle, joka toimittaa talousvettä vedenjakelualueelle vähintään 10 m^3 vuorokaudessa tai vähintään 50 henkilön tarpeisiin. Suunnitelmaan kuuluu vaarojen tunnistamista, riskien arviointia sekä riskien hallintakeinojen ja niiden seurantamenetelmien määrittämistä ja käyttöönottoa. Water Safety Plan (WSP) on pohjavesilaitosten ja vesijohtoverkoston riskienhallintasuunnitelma, ja se on pidettävä jatkuvasti ajantasaisena. WHO:n malliin perustuva suunnitelma on laadittu sosiaali- ja terveysministeriön johdolla, ja se voidaan ottaa käyttöön verkkotyökalun avulla. (Lupa- ja valvontavirasto s.a.)

VILSO on Suomen ympäristökeskuksen tarjoama vesihuoltolaitosten käyttöön kehitetty työkalu, joka auttaa laitoksia tunnistamaan ilmastonmuutokseen liittyviä sopeutumistarpeitaan vesihuollon eri osa-alueilla. (Vesi.fi s.a.)

6.2 Öljy- ja kemikaalionnettomuudet

Pohjavesialueella tapahtuva öljyjen, kemikaalien tai muiden haitallisten aineiden kuljetukset sekä varastointi ovat yleisimpiä ja merkittävimpiä pohjaveden laatua uhkaavia tekijöitä. Erityisesti vaarallisia ovat alueen kiinteistöille sijoitetut maanalaiset lämmitysöljysäiliöt sekä huoltoasemien maanalaiset bensiini- ja öljysäiliöt.

Pohjavesialueen haitallisten aineiden onnettomuustapauksissa on kriittistä, että tilanteisiin pystytään reagoimaan mahdollisimman nopeasti. Jokaisella on velvollisuus ilmoittaa pohjavesialueella tapahtuneesta vahingosta, joka saattaa johtaa ympäristön pilaantumiseen. Vahingosta tulee ilmoittaa välittömästi hätäkeskukseen (112), josta ilmoitetaan pelastuslaitokselle. Pelastuslaitos ilmoittaa vahingosta kunnan ympäristönsuojelu- ja terveydensuojeluviranomaiselle sekä Lupa- ja valvontavirastolle (LVV). Tiedon tulee kulkeutua myös vesihuollosta vastaavalle, maan ja kiinteistön omistajalle sekä mahdollisesti vahingon aiheuttajalle. Teollista käsittelyä tai varastointia harjoittavassa tuotantolaitoksessa sattuneista onnettomuuksista ilmoitetaan Tukesiin, jos niiden seurauksena on kuolema, vakava loukkaantuminen taikka muu kuin vähäinen omaisuus- tai ympäristövahinko. Toiminnanharjoittajan tulee ilmoittaa tällaisista vahingoista valvontaviranomaiselle viipymättä. Mikäli on syytä epäillä vahingon tapahtuneen tahallisesti tai huolimattomuudesta taikka aiheuttajaa ei muuten saada selville, tulee tapauksesta ilmoittaa myös poliisiviranomaiselle.

Pelastuslaitos vastaa ympäristövahingon ensitorjunnasta ja siihen kuuluvista toimenpiteistä sekä päättää torjuntatyön aloittamisesta ja lopettamisesta. Mahdolliset jatkotoimenpiteet määräytyvät vahingon laajuuden, olosuhteiden ja

haitallisuuden mukaan. Kunta vastaa jälkitorjunnasta sekä sen lopettamisesta. Elinvoimakeskus avustaa vahinkojen torjunnassa ja jälkitorjunnassa. Talousveden käyttörajoituksista päättää terveydensuojeluviranomainen. Terveysvalvonnan johtaja vastaa vahinkoon liittyvästä tiedottamisesta esimerkiksi sellaisessa tilanteessa, jossa talousvesi saattaa aiheuttaa terveyshaittaa. (Sweco s.a.)

Pelastuslaitoksella tulee olla ajantasainen tieto pohjavesialueiden ja niillä sijaitsevien vedenottamoiden sijainneista. Pelastuslaitos aloittaa torjuntatoimet heti hälytyksen tai ilmoituksen saatuaan. Pelastuslaitoksen ensisijaisena tavoitteena ympäristövahingon torjumisessa on rajata maaperän sekä pinta- ja pohjaveden likaantuminen mahdollisimman pienelle alueelle ja estää haitta-aineiden kulkeutuminen vedenottamolle tai kaivoihin.

Vahingon aiheuttaja on vastuussa vahinkojen jälkitorjunnasta kuin myös tapauksen selvittämisestä ja tutkimisesta. Jälkitorjunnan toteutumista valvoo kunnan ympäristönsuojeluviranomainen. Mikäli ympäristöä ei saada puhdistettua riittävän tehokkaasti, laaditaan alueelle pilaantuneen maan ja pohjaveden kunnostamissuunnitelma asiantuntijan toimesta. (Rintala ym. 2007)

Savonlinnassa vuodesta 2018 alkaen ympäristön-, terveyden- ja pelastusviranomainen sekä Elinvoimakeskuksen Liikenneosaston ja vesilaitosten edustajat kokoontuvat säännöllisesti öljyn- ja kemikaalivahinkojen torjunnan yhteistyöryhmässä. ELY-keskusten ja Aluehallintovirastojen vuoden 2026 alusta tapahtuneen organisaatiomuutosten jälkeen Lupa- ja valvontavirasto ei osallistu ko. ryhmään.

6.3 Kyberturvallisuus

Teknologian kehittymisen sekä järjestelmien ja toimintojen verkottumisen kuin myös Euroopassa käynnissä olevan Venäjän hyökkäyssodan seurauksena on vesihuoltolaitosten kybertoimintaympäristö muuttunut viimeisten vuosien

aikana entistä monimutkaisemmaksi ja haastavammaksi. Digitaalisten verkkojen haavoittuvuus on tuonut mukanaan uudenlaisia uhkia kuten kyberrikollisuutta, -vakoilua ja -hyökkäyksiä. Pahimmassa tapauksessa kyberhäiriöt voivat pysäyttää vesihuollon kriittisten järjestelmien toiminnan ja aiheuttaa veden laatuhäiriöitä tai vedenjakelun tai jätevedenpuhdistuksen keskeytymisen. (ELY-keskus 2023)
CER-direktiivi (Critical Entities Resilience Directive (EU) 2022/2557) eli Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi kriittisten toimijoiden häiriönsietokyvystä velvoittaa jäsenvaltioita parantamaan kriittisten toimijoiden häiriönsietokykyä ja varautumista. Direktiiviä täydentää kyberturvallisuuden osalta NIS2-direktiivi. Suomessa CER-direktiivi on pantu täytäntöön CER-lailla, jossa kriittiset toimijat on velvoitettu tekemään riskinarvio sekä laatimaan häiriönsietokykyä koskeva suunnitelma ja toteuttamaan siinä määritellyt toimenpiteet. (Valtioneuvosto 2026; Huoltovarmuuskeskus s.a.)

6.4 Muut häiriötilanteet

Mahdollisen ilkivallan vuoksi on kriittiset tiedot, kuten vedenottamoiden ja putkien sijainnit, pidettävä salaisina. Havaintoputket ja vedenottamot on pidettävä lukittuina sekä ottamoiden ympärillä oltava suoja-aita.

Tulipalojen sammutuksen yhteydessä syntyvä sammutusjätevesi kattaa sen veden, joka ei imeydy sammutettavaan kohteeseen tai höyrysty. Sammutettavan kohteen käyttötarkoituksesta riippuen sammutusjätevedet voivat olla myrkyllisiä, joten niiden päätyminen jätevedenpuhdistamolle tai luontoon voi olla hyvin haitallista. Varsinkin kemikaaleja käsittelevien ja varastoivien laitosten sammutusvedet ovat uhka pohjavesille. (Kuntaliitto 2011)
Myös sammutusvaahdon käyttöä tulisi välttää pohjavesialueilla, sillä vaahto on usein vesiliukoista ja näin ollen päätyy helposti maaperän kautta pohjaveteen. (ELY-keskus 2018) Sammutusjätevesien kerääminen on haastavaa ilman niitä huomioivia rakenteellisia ratkaisuja, jonka vuoksi kemikaalilainsäädännössä toiminnanharjoittaja onkin velvoitettu tällaisin rakentein estämään kemikaalien

saastuttaman sammutusjäteveden päätyminen ympäristöön tai hallitsemattomasti jätevedenpuhdistamolle. (Tukes 2019)
PFAS-yhdisteitä sisältävien sammutusvaahtojen markkinoille saattaminen ja käyttö kielletään porrastetusti niin, että vuonna 2026 kielletään sammutusvaahtojen markkinoille saattaminen ja vuonna 2030 kielletään niiden käyttäminen käsisammuttimissa. Palokunnissa käyttö kielletään vuonna 2027. (Tukes 2025)
Pohjavesialueella tapahtuneessa tieliikenneonnettomuudessa toimintatapa on sama kuin öljy- ja kemikaalionnettomuudessa.

10 SUOJELUSUUNNITELMAN YLLÄPITO JA SEURANTA

Suojelusuunnitelmaa tullaan seuraamaan *Pohjavesihanke*-ohjausryhmän toimesta, johon kuuluu Savonlinnan kaupungin ympäristön- ja terveydensuojeluviranomainen sekä pelastusviranomainen, Savonlinnan kaupungin maankäyttöpalvelut, Itä-Savon Vesi Oy, Savonlinnan vesi, Etelä-Savon metsänhoitoyhdistys, Itä-Suomen Elinvoimakeskus sekä Lupa- ja valvontavirasto.

Seurantaryhmä kokoontuu 1–2 kertaa vuodessa, jolloin käydään läpi suojelusuunnitelmassa määritettyjen toimenpiteiden tilanne ja toimenpideohjelman asianmukaisuus. Samalla päivitetään toimenpiteiden toteuttamisen aikataulua. Savonlinnan kaupungin ympäristönsuojelupalvelut vastaa seurantaryhmän koolle kutsumisesta.

Tärkeää on myös osallistaa alueen asukkaita ja yrityksiä sekä lisätä heidän tietoisuuttaan liittyen pohjavesiin. Kunnan internetsivuille olisikin hyvä julkaista suojelusuunnitelman rinnalla yleisesti tietoa pohjavesiensuojelusta.

Lähteet

Britschgi, R., Rintala, J. & Puharinen, S.-T. 2018. Pohjavesialueet – opas määrittämiseen, luokitukseen ja suojelusuunnitelmien laadintaan (Ympäristöhallinnon ohjeita 3/2018). Ympäristöministeriö. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/server/api/core/bitstreams/334ee794-ea3f-49e8-b62a-38ad285be8bb/content

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus). 2021. Keski-Suomen vesienhoidon toimenpideohjelma vuosille 2022–2027: Luku 10.7 Metsätalous. Etpo.fi. https://www.etpo.fi/fi/keski-suomi/10/10-7/

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus). 2021. Tenon-Näätämöjoen-Paatsjoen vesienhoitoalueen vesienhoidon toimenpideohjelma vuosille 2022–2027: Luku 3.3.7. Maa-ainesten otto. Haettu 29.6.2026. https://www.etpo.fi/fi/teno/3-vesien-tilaan-vaikuttavat-tekijaet/33-vesiae-kuormittavat-toiminnot/337-maa-ainesten-otto/

Elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus (ELY-keskus). 2021.

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 2018. Sammutusjätevesien hallinta ja niiden ympäristövaikutukset. https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/149482/Raportteja_8_2018.pdf?sequence=1&isAll

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 2022. Vesienhoidon toimenpideohjelma 2022–2027: Etelä-Pohjanmaa, Pohjanmaa ja Keski-Pohjanmaa. [PDF]. https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/185135/Raportteja%2041%202022_1105.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 2023. Kyberturvallisuus vesihuollossa: Suomen vesihuoltolaitosten kyberturvallisuustilanne ja sen kartoittamisen keinot. https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/187980/Raportti_kyberturvallisuus_vesihuollossa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Elinvoimakeskus. s.a. Talvihoito. Haettu 24.6.2026. https://elinvoimakeskus.fi/talvihoito

Etelä-Savon maakuntaliitto. 2026. Etelä-Savon ilmastoriskianalyysi. [PDF].

Etelä-Savon maakuntaliitto. s.a. Maakuntakaava. Haettu 20.7.2026. https://www.esavo.fi/maakuntakaavoitus

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy. 2012. Seppäharjun pohjavesitutkimukset. Tutkimusraportti. [PDF].

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy. 2013. Koepumppaus Seppäharjun alueella. Tutkimusraportti. [PDF].

Finavia. 2026. Liikennetilastot 2026. Matkustajamäärät lentoasemittain, syyskuu 2026. Haettu 10.7.2026. https://www.finavia.fi/fi/tietoa-finaviasta/tietoa-lentoliikenteesta/liikennetilastot

Finavia. s.a. PFAS-yhdisteet lentoasemalla. Haettu 10.10.2026. https://www.finavia.fi/fi/tietoa-finaviasta/vastuullisuus/kestava-lentoliikenne/pfas-lentoasemalla

Geologian tutkimuskeskus (GTK). s.a. Maaperän pohjavesi. Haettu 7.7.2026. http://weppi.gtk.fi/aineistot/mp-opas/pohjav_maapera.htm

Geologian tutkimuskeskus (GTK). s.a. Talousveden laatuvaatimukset. Haettu 29.6.2026. http://weppi.gtk.fi/aineistot/mp-opas/pohjav_laatuvaatimukset.htm

Herttuainen, J., Löfgren Tiaskorpi, S., Nygård-Hämäläinen, M., Friman, T. & Sallanko, J. Raakaveden hapetus raudan ja mangaanin poistossa. Vesilaitosyhdistys. https://vesilaitosyhdistys.fi/web/content/4026?unique=82111ecab18db1e206ae5b0b3e89517d2aa57006&access_token=3e36f592-a9b1-4b0a-9315-c2ba0b61aa5e

Huoltovarmuuskeskus. s.a. CER-direktiivi ja CER-laki. Haettu 20.8.2026. https://www.huoltovarmuuskeskus.fi/tietoa-huoltovarmuudesta/kansainvalinen-yhteistyo/cer-direktiivin-valmistelu

Itä-Savon sairaanhoitopiirin kuntayhtymä. Terveydensuojelulain 18 §:n mukainen päätös talousvettä toimittavan laitoksen muutoksesta, Savonlinnan Vesi. Viranhaltijapäätös § 7/2021. [PDF].

Javor D., Krstić D., Raičević N., Petrović N., Suljović S. & Procopio R. Analysis of the causes and environmental consequences of electric vehicle fires. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/391807855_ANALYSIS_OF_THE_CAUSES_AND_ENVIRONMENTAL_CONSEQUENCES_OF_ELECTRIC_VEHICLE_FIRES

Juvonen, J. & Lapinlampi, T. 2013. Energiakaivo: Maalämmön hyödyntäminen pientaloissa. (Ympäristöoppaan julkaisusarja / Ympäristöopas 2013). Ympäristöministeriö. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/server/api/core/bitstreams/eef5e26e-9f56-428a-91b4-04aa72856dff/content

Kaakkois-Suomen elinvoimakeskus. 2026. Varautumissuunnitelma toimintaohje. Vesihuoltoyksikkö. Haettu 14.8.2026. https://vesi.fi/aineistopankki/wp-content/uploads/2023/12/Varautumissuunnitelma_toimintaohje.pdf

Kuntaliitto. 2011. Opas sammutusvesisuunnitelman laatimiseksi. file:///C:/Users/luukkhe/Downloads/1411-sammutus_sisalto-2011.pdf

Lupa- ja valvontavirasto. s.a. Talousveden riskienhallintasuunnitelma. Haettu 7.8.2026. https://lvv.fi/terveydensuojelu/talousveden-riskienhallintasuunnitelma

Maa- ja metsätalousministeriö. s.a. Vesiensuojelu metsänkäsittelyssä. Haettu 30.7.2026. https://metsanhoidonsuositukset.fi/fi/toimenpiteet/vesiensuojelu-metsankasittelyssa

Ramboll Finland Oy. 2023. Savonlinnan vesihuollon kehittämissuunnitelma 2023–2033. [PDF]. https://www.savonlinna.fi/wp-content/uploads/2024/06/savonlinnan-vesihuollon-kehittamissuunnitelma-2023-05-26.pdf

Ramboll Finland Oy. 2025. Seppäharjun sora-alueen jälkihoitosuunnitelma. [PDF].

Reinikainen, J., Tarvainen, T. ja Perkola, N. Suomen maaperän PFAS-pitoisuudet. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/395245722_Suomen_maaperan_PFAS-pitoisuudet_PFAS_in_Finnish_soil

Rintala, J., Hyvärinen, V., Illmer, K., Nylander, E., Pulkkinen, P., Rantala, P. ja Siiro, P. 2007. Pohjavesialueiden suojelusuunnitelmat osana vesienhoidon järjestämistä. (Suomen ympäristökeskuksen raportteja 7/2020). https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/62ed1b6e-182b-495c-bb7f-34b9fe83922f/content

Räsänen, S., Ekroos, A., Reinikainen, J., Juvonen, J., Jylhä, H. & Sorvari, J. 2024. Ympäristönlaatunormit pohjaveden pilaantumisen ja puhdistustarpeen arvioinnissa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2024:20. Valtioneuvoston kanslia. Haettu 5.9.2026. https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-482-8

Savonlinnan kaupunki. s.a. Talousveden tuotanto. https://www.savonlinna.fi/asukas/asuminen-ja-ymparisto/vesihuolto/talousveden-tuotanto

Suomen Kuntaliitto. 2012. Hulevesiopas. [PDF]. https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2012/1481-hulevesiopas

Suomen vesiyhdistys. 2005. Pohjavesitutkimusopas.

Suomen vesiensuojelun keskusliitto ry. s.a. Mikä aiheuttaa riskin pohjavesille? Haettu 10.7.2026. https://vesiensuojelu.fi/muut-ajankohtaiset/mika-aiheuttaa-riskin-pohjavesille/

Suomen ympäristökeskus. 2011. Seppäjärvi (04.293.1.021). Järvi-meriwiki. Haettu 6.8.2026. https://www.jarviwiki.fi/wiki/Sepp%C3%A4j%C3%A4rvi_(04.293.1.021)

Suomen ympäristökeskus. 21.1.2022. Pohjaveden muodostuminen ja esiintyminen. Vesi.fi. Haettu 5.6.2026. https://www.vesi.fi/vesitieto/pohjaveden-muodostuminen-ja-esiintyminen/

Suomen ympäristökeskus. 21.1.2022. Pohjavesialueet. Vesi.fi. Haettu 5.6.2026. https://www.vesi.fi/vesitieto/pohjavesialueet/

Suomen ympäristökeskus. 24.1.2022. Pohjaveden käyttö ja pohjavesialueiden suojelu. Vesi.fi. Haettu 5.6.2026. https://www.vesi.fi/vesitieto/pohjaveden-kaytto-ja-pohjavesialueiden-suojelu/

Suomen ympäristökeskus. 24.1.2022. Pohjaveden käyttö ja pohjavesialueiden suojelu. Vesi.fi. Haettu 19.8.2026. https://www.vesi.fi/vesitieto/pohjaveden-kaytto-ja-pohjavesialueiden-suojelu/

Suomen ympäristökeskus. 25.1.2022. Pohjavesien tila ja riskit. Vesi.fi. Haettu 14.7.2026. https://www.vesi.fi/vesitieto/pohjavesien-tila-ja-riskit/

Suomen ympäristökeskus. 28.1.2026. Vesi.fi. Haettu 17.9.2026. https://www.vesi.fi/vesitieto/liukkaudentorjunta-aineiden-riskeja-pohjavedelle/

Suomen ympäristökeskus. s.a. Kaivoveden laatu ja käsittely. Haettu 20.6.2026. Vesi.fi. https://vesi.fi/aineistopankki/kaivoveden-laatu-ja-kasittely/

Suomen ympäristökeskus. s.a. Maaperän tilan tietojärjestelmä MATTI. Haettu 8.9.2026. https://ckan.ymparisto.fi/dataset/maaperan-tilan-tietojarjestelma-matti

Suomen ympäristökeskus. s.a. Vesienhoitoalue. Haettu 1.10.2026. https://www.vesi.fi/sanasto/vesienhoitoalue/

Suomen ympäristökeskus. s.a. VILSO – Vesihuollon ilmastonmuutokseen sopeutumisen työkalu. Haettu 5.7.2026. https://www.vesi.fi/vilso-vesihuollon-ilmastonmuutokseen-sopeutumisen-tyokalu/

Suomen ympäristökeskus. WSFS-Vemala. Haettu 8.8.2026. https://www.syke.fi/fi/palvelut/mallinnus-ja-laskenta/vesi-ja-merimallinnus/vemala

Sweco. s.a. Kemikaalionnettomuuksien torjunta. [PDF].

Traficom. 2026. Vaarallisten aineiden tiekuljetusonnettomuudet Suomessa vuosina 2019–2024. Haettu 10.7.2026. https://traficom.fi/fi/julkaisut/vaarallisten-aineiden-tiekuljetusonnettomuudet-suomessa-vuosina-2019-2024

Tukes. 17.11.2023. EU:n juomavesidirektiivin uudet vaatimukset juomaveden kanssa kosketuksiin tuleville materiaaleille. Haettu 20.9.2026. https://tukes.fi/-/eu-n-

juomavesidirektiivin-uudet-vaatimukset-juomaveden-kanssa-kosketuksiin-tuleville-materiaaleille

Tukes. 2019. Kemikaalivuotojen ja sammutusjätevesien hallinta. https://tukes.fi/documents/5470659/11781251/Kemikaalivuotojen+ja+sammutusj%C3%A4tevesien+hallinta+2019/332f5db1-54cd-aa85-2e0a-dd2b270f9a7a?t=1654163069570

Tukes. 2025. PFAS-aineita rajoitetaan sammutusvaahdoissa. Haettu 1.10.2026. https://tukes.fi/-/pfas-aineita-rajoitetaan-sammutusvaahdoissa

Valtioneuvosto. 2022. Metsätalouden pohjavesivaikutukset. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/server/api/core/bitstreams/a2d09030-7cf2-44eb-a51f-fc6332f2da7e/content

Valtioneuvosto. 2026. Yhteiskunnan häiriönsietokyvyn kannalta kriittisten toimijoiden määrittäminen valmistumassa. Haettu 20.8.2026. https://valtioneuvosto.fi/-/1410869/yhteiskunnan-hairionsietokyvyn-kannalta-kriittisten-toimijoiden-maarittaminen-valmistumassa

Veijalainen, N. 5.5.2014. Saimaan ja Vuoksen tulvat ja ilmastonmuutos (Raportti) [PDF]. Suomen ympäristökeskus / Vesi.fi. https://vesi.fi/aineistopankki/wp-content/uploads/2022/09/Saimaan-ja-Vuoksen-ilmastonmuutos-2014.pdf

Väylävirasto. 2020. Pohjaveden suojelu maanteillä (Väyläviraston ohjeita 19/2020). https://aineistot.vayla.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2020-19_pohjaveden_suojelu_web.pdf

Väylävirasto. 2023. Maanteiden talvihoito. Haettu 24.6.2026. https://vayla.fi/kunnossapito/tieverkon-kunnossapito/talvihoito

Ympäristöministeriö. 2017. Haja-asutuksen jätevedet – Lainsäädäntö ja käytännöt (Ympäristöopas 2017) [PDF]. Ympäristöministeriö. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/items/74f2bacb-2ee9-42d1-85f9-c964559e79e2

Ympäristöministeriö. 2019. Vesienhoidon toimenpiteiden suunnittelu vuosille 2022–2027: Ohje pohjaveden määrällisen ja kemiallisen tilan arviointiin. https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/Ohje%20pohjaveden%20m%C3%A4%C3%A4r%C3%A4llisen%20ja%20kemiallisen%20tilan%20arviointiin%20vesienhoitokaudelle%202022-2027_0_0.pdf

Ympäristöministeriö. 2020. Maa-ainesten ottaminen: Opas ainesten kestävään käyttöön (Ympäristöministeriön julkaisuja 2020:24). Ympäristöministeriö. https://www.imatra.fi/sites/default/files/atoms/files/Maa-ainesten%20ottaminen%20-opas%202020.pdf

Ympäristöministeriö. 11.2.2026. Maa-ainesten ottamisen luvat ja ilmoitus. Ymparisto.fi. https://www.ymparisto.fi/fi/luvat-ja-velvoitteet/maa-ainesten-ottamisen-luvat-ja-ilmoitus

Ympäristöministeriö. s.a. Pohjavedet. Haettu 17.7.2026. https://ym.fi/pohjavedet

Ymparisto.fi. 5.6.2026. Asemakaavat. Haettu 10.7.2026. https://www.ymparisto.fi/fi/rakennettu-ymparisto/kaavoitus-ja-alueidenkaytto/kaavoitus/asemakaavat

Ymparisto.fi. 5.6.2026. Maakuntakaavat. Haettu 10.7.2026. https://www.ymparisto.fi/fi/rakennettu-ymparisto/kaavoitus-ja-alueidenkaytto/kaavoitus/maakuntakaavat

Ymparisto.fi. 5.6.2026. Yleiskaavat. Haettu 10.7.2026. https://www.ymparisto.fi/fi/rakennettu-ymparisto/kaavoitus-ja-alueidenkaytto/kaavoitus/yleiskaavat

LIITE 2. Enonkoskentien nopeusrajoitukset ja suositukset

