



Sievin kunta

## **Sievin pohjavesialueiden suojelusuunnitelma**

Markkula  
Lähteenkangas  
Pitkäkangas  
Isokangas

101015185

1.2.2022

## Tiivistelmä

Tässä työssä on päivitetty v. 2011 valmistunut pohjavesialueiden suojelusuunnitelma. Suunnitelma-alueeseen sisältyvät pohjavesialueet ovat Markkula, Lähteenkangas, Pitkäkangas ja Isokangas.

Työn tilaajana on ollut Sievin kunta. Hankkeen osallisena ovat olleet Vesikolmio Oy, Sievin vesiosuuskunta ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus on myöntänyt avustusta hankkeelle. Suunnittelutyötä on ohjannut työryhmä, johon ovat kuuluneet Sievin kunnan, Peruspalvelukuntayhtymä Kallion, Jokilaaksojen pelastuslaitoksen, Vesikolmio Oy:n, Sievin vesiosuuskunnan ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen edustajat.

Pohjavesialueen suojelusuunnitelmasta on tullut viime vuosikymmeninä keskeisin pohjaveden suojelun hallinnan työväline sen joustavuuden, tehokkuuden ja käytännönläheisyyden vuoksi. Suunnitelman laadinta perustuu lakiin vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä (1299/2014 ja muutossäädökset). Suojelusuunnitelman tarkoitus on ennaltaehkäistä pohjavesialueen pohjaveden laadun heikkeneminen sekä turvata alueen pohjaveden määrällinen tila rajoittamatta tarpeettomasti muuta maankäyttöä. Suunnitelma on luonteeltaan ohje, jota hyödynnetään maankäytön suunnittelussa ja viranomaisvalvonnassa sekä käsiteltäessä lupahakemuksia ja ilmoituksia.

Suunnitelma on laadittu pääosin olemassa olevan aineiston perusteella. Tämän hankkeen yhteydessä tehtiin syyskuussa myös maastotarkastelu keskeisissä kohteissa.

Suunnitelma-alueen toimintojen riskiä arvioitiin päästö- ja sijaintiriskin perusteella asiantuntija-arvioina pisteytysmenetelmää soveltaen. Riskiluokka kuvastaa arvioidun pohjavesiriskin suuruutta sekä riskienhallintatoimenpiteiden tarvetta sekä kiireellisyyttä. Tulosten perusteella pääosa riskikohteista sijoittui vähäisen riskin luokkaan. Kohtalaista riskiä aiheutuu lähinnä muutamista maanalaisista öljysäiliöistä, liikenteestä ja tienpidosta, Reisjärventien umpisäiliöistä, olemassa olevista ja vanhoista maa-ainestenottoalueista, joissa on osin myös pohjavesi esillä sekä osin myös peltoviljelystä.

Suunnitelmassa on annettu toimenpidesuositukset nykyisille toiminnoille, niiden vastuutahot sekä ohjeellinen aikataulu ja kiireellisyysjärjestys. Lisäksi on annettu yleisiä ohjeita tuleville ja nykyisille toiminnoille sekä toimintaohjeet tyypillisiä pohjaveden laatua uhkaavia vahinkotapauksia varten.

Toimenpidesuositusten toteutumisen varmistamiseksi perustetaan seurantaryhmä, johon kuuluvat ohjausryhmän jäsenet. Ryhmää voidaan laajentaa kulloinkin käsiteltävän asian mukaisesti, esim. alueella toimivien yritysten edustajilla. Seurantaryhmän koollekutsuja on Sievin kunta ja se kokoontuu vuosittain.

Copyright © AFRY Finland Oy

Kaikki oikeudet pidätetään Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman AFRY Finland Oy:n tai Sievin kunnan antamaa kirjallista lupaa.

#### Vastuulauseke

Työ on suoritettu pätevien ja kokeneiden asiantuntijoiden toimesta parasta ammatillista arviointikykyä käyttäen. Tämän raportin sisältö ja johtopäätökset perustuvat työn aikana saamiimme tutkimustietoihin ja muihin lähteisiin. Raportti ja AFRY Finland Oy:n vastuu raportista noudattaa konsulttitoiminnan yleisiä sopimusehtoja KSE 2013. Konsultin vastuu työstä Sievin kunnalle on palkkion suuruinen. AFRY Finland Oy ei vastaa raportissa esitettyjen tietojen käytöstä aiheutuvista tai käyttöön liittyvistä kolmannelle osapuolelle mahdollisista aiheutuvista vahingoista riippumatta siitä, onko kyseessä välitön tai välillinen vahinko tai kuinka vahinko on aiheutunut.

#### Yhteystiedot

FM Heidi Rahikkala, maaperägeologi, konsultti

FM Pekka Keränen, geologi, vanhempi konsultti

DI Leena Kurkinen, ympäristötekniikka, kartat, konsultti

FM Hannu Ansala, maaperägeologi, Osastopäällikkö

AFRY Finland Oy  
Elektroniikkatie 13  
FI-90590 OULU  
Finland  
Kotipaikka Vantaa, Finland  
Y-tunnus 0625905-6  
Tel. +358 10 3311

[www.AFRY.fi](http://www.AFRY.fi)

Orig.	1.2.2022 H.Rahikkala	1.2.2022 P.Keränen	1.2.2022 H. Ansala	1.2.2022 H.Rahikkala	Alkuperäinen versio
Rev.	Pvm/Laatija	Pvm/Tarkastanut	Pvm/Hyväksynyt	Pvm/Julkaissut	Huomautukset
	19.1.2023 S. Puputti				Tarkennuksia teksteihin

Kansi: Isokankaan Kiiskilän vedenottamo seututien 760 eteläpuolella (29.9.2021).

## Sisältö

1	JOHDANTO .....	6
2	SUOJELUSUUNNITELMAN TAVOITTEET .....	6
3	LAINSÄÄDÄNTÖ JA MUU OHJEISTUS .....	7
3.1	Pohjavesialueita koskeva lainsäädäntö .....	7
3.2	Sievin ympäristönsuojelumääräykset ja rakennusjärjestys .....	7
3.2.1	Ympäristönsuojelumääräykset .....	7
3.2.2	Rakennusjärjestys.....	9
4	YLEISTÄ POHJAVESIMUODOSTUMISTA JA POHJAVEDESTÄ .....	10
5	SUOJELUSUUNNITELMA-ALUE .....	11
5.1	Alueen luonnonolosuhteet .....	11
5.2	Alueen geologia .....	12
5.2.1	Maaperä .....	12
5.2.2	Kallioperä ja pohjavesialuekuvaus .....	12
5.3	Alueen hydrogeologia .....	14
5.3.1	Pohjaveden korkeus ja virtauskuva .....	14
5.3.2	Pintavesi .....	15
5.3.3	Pohjavesialueiden antoisuus ja potentiaaliset vesivarat .....	15
5.3.4	Veden laatu.....	16
5.4	Alueen merkitys pohjavesialueena.....	18
5.5	Suojelualueet, lähteet ja arvokkaat geologiset muodostumat.....	19
5.5.1	Suoja-alueiden määrittely .....	21
5.6	Alueen kaavoitus ja muu maankäyttö .....	21
6	POHJAVESIALUEEN RISKITOIMINNOT .....	24
6.1	Ympäristönsuojelulain mukaisen luvan vaatimat toiminnot .....	24
6.2	MATTI-rekisterin kohteet.....	24
6.3	Muut pistemäiset riskikohteet .....	25
6.3.1	Lähteenkankaan ampumarata.....	25
6.3.2	Moduvia Oy:n entinen romun keräys- ja -käsittelypaikka .....	26
6.3.3	Entinen polttonesteiden jakelupiste, Hilun Valinta .....	26
6.3.4	Entinen polttonesteiden jakelupiste, Osula Markkula Vanhakirkko	26
6.3.5	Hautausmaa .....	26
6.3.6	Konekorjaamo .....	27
6.3.7	Muuntamot .....	27
6.3.8	Romua kiinteistöllä.....	27

6.4	Asutus .....	27
6.4.1	Öljysäiliöt.....	27
6.4.2	Maalämpöjärjestelmät .....	28
6.4.3	Jätevedet ja hulevedet.....	28
6.5	Liikenne ja liikenneväylien kunnossapito .....	29
6.6	Maa-ainesten otto .....	30
6.7	Maatalous .....	31
6.8	Metsätalous ja ojitukset .....	34
6.9	Pohjaveden otto.....	34
7	RISKITEKIJÖIDEN ARVIOINTI .....	35
7.1	Riskinarviointimenettely.....	35
7.2	Riskiarvioinnin tulokset .....	35
8	TOIMENPIDESUOSITUKSET .....	37
8.1	Yleistä .....	37
8.2	Teollisuus- ja yritystoiminta.....	37
8.3	Liikenne ja tienpito.....	38
8.4	Maa-ainesten otto .....	39
8.5	Asutus .....	41
8.5.1	Öljysäiliöt.....	41
8.5.2	Jätevedet ja hulevedet.....	41
8.5.3	Maalämpöjärjestelmät .....	42
8.6	Maatalous .....	43
8.7	Metsätalous ja ojitukset .....	44
8.8	Pilaantuneet tai mahdollisesti pilaantuneet kohteet .....	46
8.9	Valvonta ja seuranta .....	47
9	ENNAKOIVA POHJAVEDEN SUOJELU .....	47
10	HÄIRIÖTILANTEET .....	48
11	VIITTEET .....	51

## **Liitteet**

- 1 Pohjavesiä koskevaa lainsäädäntöä ja ohjeistusta
- 2 Pohjaveden korkeustietoja
- 3 Pohjaveden ympäristölaatu normit (Vna asetus 1040/2006, liite 7)
- 4 Valokuvia suunnitelma-alueelta
- 5 Riskikohdetaulukko
- 6 Toimenpidesuosituksien

## **Kartta- ja piirrosliitteet**

Yleiskartta	1
Suojelualueet	2
Hydrogeologinen kartta	
Markkula	3.1
Lähteenkangas	3.2
Pitkäkangas	3.3
Isokangas	3.4
Riskikohdekartta	
Markkula	4.1
Lähteenkangas	4.2
Pitkäkangas	4.3
Isokangas	4.4

# 1 JOHDANTO

Markkulan, Lähteenkankaan, Pitkäkankaan ja Isokankaan pohjavesialueista on edellisen kerran laadittu suojelusuunnitelma vuonna 2011, joka on päivitetty vuonna 2021 ajantasaiseksi pohjavesialueiden uusien ja muuttuneiden toimintojen mukaisesti. Markkulan, Lähteenkankaan, Pitkäkankaan ja Isokankaan pohjavesialueet sijoittuvat Sievin kunnan alueelle (karttaliite 1).

Suojelusuunnitelman tilaajana on ollut Sievin kunta. Hankkeen osallisena ovat olleet Vesikolmio Oy ja Sievin vesiosuuskunta. Suunnittelutyötä on ohjannut työryhmä, johon ovat kuuluneet seuraavat tahot:

Sievin kunta	Sami Puputti
Sievin kunta	Reijo Peltokorpi
Vesikolmio Oy	Jukka Niemi
Vesikolmio Oy	Risto Bergbacka
Sievin vesiosuuskunta	Toni Huuha
Peruspalvelukuntayhtymä Kallio	Heli kurko
Peruspalvelukuntayhtymä Kallio	Piia Junnikkala
Jokilaaksojen pelastuslaitos	Marko Talus
Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus	Maria Ekholm-Peltonen
Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus	Hanna Hentilä
AFRY Finland Oy	Pekka Keränen
AFRY Finland Oy	Heidi Rahikkala

Suunnittelutyön konsulttina on toiminut AFRY Finland Oy (Heidi Rahikkala, Pekka Keränen ja Hannu Ansala). Hankkeen yhteydessä on pidetty kaksi ohjausryhmän kokousta ja tehty maastotarkastelu syyskuussa 2021.

Suojelusuunnitelman laadinnassa on huomioitu ajantasainen lainsäädäntö ja ympäristöhallinnon ohjeistus (mm. Rintala ym. 2007, Britschgi ja Rintala 2016, Britschgi ym. 2018). Luvuissa 2 ja 3 on kuvattu suunnitelman tavoitteita, lainsäädäntöä ja muuta ohjeistusta.

Suojelusuunnitelma on laadittu huomioiden tarjouspyynnön mukainen sisältö, uudistunut lainsäädäntö sekä ympäristöhallinnon ajantasainen ohjeistus.

## 2 SUOJELUSUUNNITELMAN TAVOITTEET

Suomessa on kaksi lakiin pohjautuvaa pohjaveden suojelumenetelmää. Pohjavedenottamon ympärille voidaan määrätä vesilain mukainen suoja-alue tai pohjavesialueelle voidaan laatia suojelusuunnitelma. Viimeisen kolmenkymmenen vuoden aikana pohjavedenottamon suoja-alueita on muodostettu vain muutamia ja tänä aikana pohjavesialueen suojelusuunnitelmasta on tullut keskeisin pohjaveden suojelun hallinnan työväline. Suojelusuunnitelmamenettelyn etuna on sen joustavuus, tehokkuus ja käytännön läheisyys. Pohjavesialueiden suojelusuunnitelmien laadintatarve on suurin pohjavesialueille, jotka ovat vedenhankintakäytössä ja joilla on pohjaveden laatua tai määrää vaarantavia ihmistoimintoja.

Pohjavesialueen suojelusuunnitelma on selvitys ja ohje, jota sovelletaan maankäytön suunnittelussa ja viranomaisvalvonnassa. Suojelusuunnitelmalla ei ole itsenäisiä oikeusvaikutuksia. Tästä syystä sen laatimisesta tai soveltamisesta ei aiheudu korvausvastuuta kunnalle tai vedenottajalle, vaan mahdolliset korvaukset määräytyvät hankekohtaisesti käsiteltäessä esimerkiksi ympäristö-, maa-aines- tai kemikaalilainsäädännön perusteella tehtyjä hakemuksia ja ilmoituksia. Suojelusuunnitelman tarkoituksena on turvata suunnitelma-alueen pohjavesivarojen säilyminen käyttökelpoisina rajoittamatta kuitenkaan tarpeettomasti alueen muuta maankäyttöä. Tämä edellyttää sekä suunnitelmallisuutta että kattavaa tietoa pohjavesialueesta ja siellä sijaitsevista pohjaveden laatuun ja määrään vaikuttavista toiminnoista.

Suojelusuunnitelmassa tarkastellaan ja tarvittavassa laajuudessa selvitetään pohjavesialueen hydrogeologisia ominaisuuksia ja tunnistetaan pohjavedelle vaaraa aiheuttavat toiminnot. Tältä pohjalta

pohjavesialueella jo oleville sekä sinne mahdollisesti tuleville vaaratekijöille laaditaan toimenpidesuositukset, joilla pyritään poistamaan tai vähentämään pohjaveden pilaantumisen riskiä.

Pohjaveden laatua ja määrää vaarantavien toimintojen sijoittamiseen pohjavesialueen ulkopuolelle voidaan vaikuttaa tehokkaasti ottamalla huomioon maankäytön suunnittelussa ja eriasteisissa kaavoissa suojelusuunnitelmassa esitetyt toimenpidesuositukset sekä mahdolliset suojavyöhykerajaukset. Suojelusuunnitelmassa esitetään tarvittaessa toimenpiteitä pohjaveden laadun ja määrän tarkkailemiseksi sekä toimenpiteet pohjavesivahinkojen ja -onnettomuuksien varalta. Toimenpiteiden toteutumisen seuranta on olennainen osa suojelusuunnitelmaprosessia.

## 3 LAINSÄÄDÄNTÖ JA MUU OHJEISTUS

### 3.1 Pohjavesialueita koskeva lainsäädäntö

Pohjavesialueita koskevilla rajoituksilla ja määräyksillä pyritään ennalta ehkäisemään pohjaveden pilaantuminen ja turvaamaan pohjavesialueiden vedenhankintakelpoisuuden säilyminen. EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin ja sitä Suomessa toteuttavan lain vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä (1299/2004 + muutossäädökset) tavoitteena on edistää kestävästä vedenkäytöstä ja vähentää pohjaveden pilaantumista. Vesipuitedirektiiviä täydentää sen tytärdirektiivi pohjaveden suojelusta pilaantumiselta ja huononemiselta (2006/118/EY, pohjavesidirektiivi). Pohjavesidirektiivillä täydennetään vesipuitedirektiivin säännöksiä, joilla ehkäistään ja rajoitetaan pilaavien aineiden pääsy pohjaveteen sekä pyritään ehkäisemään pohjavesimuodostumien tilan heikkeneminen. Suojelusuunnitelmien merkityksestä, sisältövaatimuksista ja menettelytavoista säädetään vesienhoitolaissa (1263/2014). Lain tarkoituksena on tehostaa pohjavesien suojelua sekä lisätä maanomistajien, toiminnanharjoittajien ja kansalaisten oikeusturvaa lisäämällä osallistumis- ja vaikuttamismahdollisuuksia.

**Pohjavesialueiden rajaus ja luokitus.** Pohjavesialueiden rajauksesta ja luokittelusta säädetään vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä annetussa laissa. Lakiin on vuonna 2014 lisätty luku 2a, jossa määritellään tarkemmin pohjaveteen liittyviä määritelmiä sekä määritellään pohjavesialueiden suojelusuunnitelmien sisältöä (1263/2014, voimaan 1.2.2015). Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset (ELY-keskukset) vastaavat pohjavesialueiden kartoituksesta ja luokittelusta sekä pohjavesialuetiedon ylläpidosta. Lain mukaan kaikkia aikaisemmin luokiteltuja pohjavesialueita tarkastellaan niiden suojelutarpeen ja vedenhankinnan käyttöön soveltuvuuden kannalta kuin ne määriteltäisiin ensimmäisen kerran.

Pitkään käytössä ovat olleet pohjavesiluokat I (vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue), II (vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue) ja III (muu pohjavesialue). Uuden lainsäädännön mukaan pohjavesialueet luokitellaan vedenhankintaa varten tärkeiksi (luokka 1) tai muiksi vedenhankintaan soveltuviksi pohjavesialueiksi (luokka 2). Lisäksi luokkaan E luokitellaan ne pohjavesialueet, joiden pohjavedestä jokin maa- tai pintavesiekosysteemi on suoraan riippuvainen (esimerkiksi lähteet). Pohjavesialueiden määrittäminen ja luokitus perustuvat sekä pohjavesigeologisiin tekijöihin että pohjavesimuodostuman mahdolliseen vedenhankintakäyttöön. Vanha luokittelu on voimassa toistaiseksi uuden rinnalla, kunnes pohjavesialueiden tarkistukset valmistuvat.

Pohjaveden suojelua edistetään muun muassa ympäristönsuojelulaissa (YSL 527/2014, voimaan 1.9.2014, muutos 504/2019), valtioneuvoston asetuksessa ympäristönsuojelusta (VNa 713/2014, voimaan 10.9.2014) ja vesilaissa (VL 587/2011, voimaan 1.1.2012). Pohjavesiä koskevista säännöksistä on kerrottu tarkemmin liitteessä 1.

### 3.2 Sievin ympäristönsuojelumääräykset ja rakennusjärjestys

#### 3.2.1 Ympäristönsuojelumääräykset

Kunta voi antaa ympäristönsuojelulain täytäntöön panemiseksi tarpeellisia, paikallisista olosuhteista johtuvia, kuntaa tai sen osaa koskevia yleisiä määräyksiä (kunnan ympäristönsuojelumääräykset).



Sievin kunnan ympäristönsuojelumääräykset on antanut Sievin kunnanvaltuusto ympäristönsuojelulain 19 § perusteella. Määräyksiä noudattamista valvoo kunnan ympäristönsuojeluviranomainen. Sievin kunnan ympäristönsuojeluviranomaisena 1.1.2022 alkaen on toiminut tekninen lupajaos.

Ympäristönsuojelumääräysten tavoitteena on turvata kuntalaisille terveellinen, turvallinen ja viihtyisä elinympäristö sekä paikalliset olosuhteet huomioon ottaen ehkäistä ympäristön pilaantumista sekä vähentää ja poistaa pilaantumisesta aiheutuvia haittoja. (Sievin kunta 2008)

Ohessa on muutamia otteita.

## 2. LUKU JÄTEVESIEN JOHTAMINEN JA KÄSITTELY

### 5 § Yleiset määräykset

5.1. Vesihuoltolaitoksen toiminta-alueella kiinteistön tulee liittyä vesihuoltolain mukaisesti rakennettuihin talousveden, jäteveden ja hulevesien johtamisjärjestelmiin.

5.2. Mikäli kiinteistö sijaitsee lähempänä kuin 150 metriä kunnanvaltuuston vahvistaman vesihuoltolaitoksen toiminta-alueen rajasta, voi kunnan ympäristönsuojeluviranomainen edellyttää kiinteistön liitettäväksi yleiseen viemäriverkostoon, mikäli sen katsotaan edistävän merkittävästi ympäristönsuojelua kyseisellä alueella. Liittymisestä ei saa kuitenkaan aiheutua kohtuutonta lisäkustannusta kiinteistön omistajalle verrattuna kiinteistökohtaisen jätevesien käsittelyjärjestelmän rakentamiseen.

5.3. Jäteveden saostus- ja umpisäiliöt tulee tyhjentää säännöllisesti käsittelyjärjestelmän käyttö- ja huolto-ohjeiden mukaisesti. Säiliöistä tulevat jätevesilietteet tulee toimittaa jätelain vaatimusten mukaisesti asianmukaiseen käsittelyyn luvat omaavalle vastaanottajalle. Maataloudessa syntyvät jätevesilietteet voidaan myös levittää pellolle, mikäli ne on käsitelty jollakin Maa- ja metsätalousministeriön ja Kasvintuotannon tarkastuskeskuksen ohjeessa (MMELO 2915/835/2005) mainitulla tavalla. Jätevesien käsittelyjärjestelmän huoltotoimenpiteistä on pidettävä kirjaa, joka on pyydettyä esitettävä valvontaviranomaiselle

5.4. Rakennettaessa vesihuoltolaitoksen toiminta-alueen ulkopuolelle, on kiinteistön jätevesien käsittelyä koskeva suunnitelma esitettävä rakennus- tai toimenpidelupahakemuksen yhteydessä.

5.5 Sijoitettaessa jätevesien käsittelylaitteistoja tulee noudattaa seuraavia vähimmäissuojaetäisyyksiä:

Kohde	Vähimmäissuojaetäisyys
<b>Talousvesikaivo</b>	
• maastosta ja maaperästä riippuen	30-50 m purkupaikasta
Vesistö	30 m
Tie, tontin raja	6 m
<b>Suojakerros ylimmän havaitun pohjavesitason yläpuolella</b>	
• maasuodatuksessa	0,25 m
• imeytyksessä	1,00 m

5.6. Vapaa-ajan asunnon tai talousrakennuksen jätevedet, johon ei ole johdettu paineellista vettä, voidaan johtaa imeytyskaivoon tai -kuoppaan, maasuodatinkäyttöön tai vastaavaan, jos rakennuksessa ei ole vesikäymälää eikä paineellista vettä. Suojaetäisyyden vesistöön on oltava vähintään 30 metriä. Saunarakennuksesta tulevat, määrältään vähäiset pesuvedet voidaan imeyttää lähemmäksi kuin 20 metriä rantaviivasta, ei kuitenkaan saunan ja rantaviivan väliselle alueelle. Mikäli rakennuksessa on vesikäymälä, noudatetaan vakituisen asutuksen jätevesien käsittelyohjeita. Jos kiinteistöllä oleva asuinrakennus on liitetty yleiseen viemäriin, tulee myös muut kiinteistöllä olevat rakennukset, joihin tulee paineellinen vesi, liittää yleiseen viemäriverkostoon.

5.7. Jäteveden puhdistuslaitteistot tulee sijoittaa siten, että keskimäärin kerran 50 vuodessa esiintyvän ylimmän tulvakorkeuden (HW50 ) aikanakaan puhdistamattomat jätevedet eivät pääse suoraan vesistöön. Ranta-alueella maaperään sijoitettavat harmaiden jätevesien suodatus- ja imeytysjärjestelmät tulee sijoittaa vähintään 0,25 metriä vesistön ylimmän keskivesipinnan yläpuolelle.

5.8. Pohjavesialueella sijaitsevien asuinrakennusten jätevedet tulee ensisijaisesti johtaa yleiseen viemäriin tai mikäli se ei teknisesti ole mahdollista, jätevedet voidaan johtaa puhdistettavaksi pohjavesialueen ulkopuolelle. Erillinen tiivisrakenteinen pienpuhdistamo voidaan sijoittaa myös pohjavesialueelle, mikäli jätevesien purkupuutki johdetaan pohjavesialueen ulkopuolelle. Vain erityistapauksissa voidaan hyväksyä jätevesien johtaminen ehdottoman tiiviiseen, täyttymishälyttimellä varustettuun umpisäiliöön.

## 6 § Viemäriin johdettavat jätevedet

6.1 Jätevesiviemäriin ei saa johtaa tai laittaa edes laimennettuna sinne kuulumattomia aineita, kuten ongelmajätteitä, öljyjä tai rasvoja taikka viemäriin ja puhdistamon toimintaa haittaavia kiinteitä jätteitä. Jätevesiviemäriin ei saa myöskään johtaa sade- tai sulamisvesiä.

6.2 Öljyä, polttoaineita, liuottimia ja/tai rasvoja käsittelevien yritys- ja teollisuuskiinteistöjen sekä muiden em. aineita laitosmaisesti käsittelevien kiinteistöjen jätevedet tulee ennen viemäriin johtamista esikäsitellä asianmukaisissa öljyn-, hiekan- ja/tai rasvanerottimissa. Uudet erotinlaitteistot on varustettava tyhjennystarpeen ilmaisevalla hälytinlaitteistolla. Kiinteistön haltijan on huolehdittava erotinlaitteistojen tyhjennyksestä, huollosta ja toiminnasta. Huoltotoimenpiteistä on pidettävä kirjaa.

## 3. LUKU VESIENSUOJELUA KOSKEVAT MUUT MÄÄRÄYKSET

7 § Ajoneuvojen, veneiden, koneiden, mattojen ja tekstiilien pesua sekä pohjavesialueita koskevat muut rajoitukset

7.3 Pohjavesi- ja ranta-alueilla on ajoneuvojen, veneiden, koneiden ja laitteiden muu kuin vesipesu sallittu ainoastaan tähän tarkoitukseen rakennetulla pesupaikalla, josta pesuvedet johdetaan hiekan- ja öljynerotuskaivon kautta kunnan yleiseen jätevesiviemäriin tai muuhun hyväksytyyn käsittelyjärjestelmään (jätevesien).

7.5 Tärkeällä pohjavesialueella sijaitsevien keinotekoisien vesialtaiden rakentaminen, käyttö eläinten uittamiseen, taikka muuhun vastaavaan pohjaveden pilaantumisen vaaraa aiheuttavaan toimintaan on kielletty.

7.7 Pohjavesialueilla saadaan käyttää vain virallisesti pohjavesialueille hyväksytyjä torjunta-aineita.

## 6 LUKU KEMIKAALIEN KÄSITTELYÄ JA VARASTOINTIA KOSKEVAT MÄÄRÄYKSET

19 § Polttoneste- ja kemikaalisäiliöiden kunnossapito, tarkastus ja käytöstä poisto

19.1. Kappaletavarana säilytettävät kemikaalit ja nestemäiset jätteet tulee varastoida siten, että niiden leviäminen ympäristöön ja viemäriin on asianmukaisin suojarakentein estetty myös mahdollisen vuodon sattuessa. Kemikaaleja ammattimaisesti käsittelevien laitoksien tulee laatia teollisuusjätevesisopimus viemärlaitoksen kanssa.

19.2. Pohjavesi- ja ranta-alueella uusien polttoaine- ja muiden kemikaalisäiliöiden sijoittaminen maan alle on kielletty. Ranta- ja pohjavesialueella sijaitsevat maanalaiset polttonestesäiliöt tulee kiinteistön omistajan tai haltijan toimesta tarkastuttaa määräajoin siten kuin maanalaisten öljysäiliöiden määräaikaistarkastuksista annetussa KTM:n päätöksessä (344/1983) on määrätty. Tarkastuksesta on laadittava pöytäkirja, jonka jäljennös tulee toimittaa Jokilaaksojen Pelastuslaitoksen Sievin pelastusviranomaiselle 14 päivän kuluessa tarkastuksesta

19.4. Pohjavesialueella sijaitsevien säiliöiden poiston yhteydessä tulee kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle varata mahdollisuus tarkistaa kaivanto ennen sen täyttämistä.

## 7. LUKU MUUT MÄÄRÄYKSET

22 § Yleinen velvollisuus antaa valvontaa varten tarpeellisia tietoja

20.1 Kiinteistön haltijan tai omistajan, alueen käyttäjän, toiminnan harjoittajan tai tapahtuman järjestäjän on annettava kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle valvontaa varten tarpeelliset tiedot ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavasta toiminnasta sekä toimenpiteistä, laitteista ja suunnitelmista, joilla on tarkoituksena ehkäistä ja torjua ympäristön pilaantumista siten kuin näissä määräyksissä erikseen säädetään.

### 3.2.2 Rakennusjärjestys

Sievin rakennusjärjestys on tullut voimaan 20.10.2010. Rakennusjärjestyksessä annetaan paikallista oloista johtuvia määräyksiä ja ohjeita, joilla ohjataan maankäyttöä ja rakentamista Sievin kunnan alueella suunnitelmallisen ja sopivan rakentamisen edistämiseksi ja kulttuuri- ja luontoarvojen huomioimiseksi sekä hyvän, terveellisen ja viihtyisän elinympäristön toteutumiseksi ja säilyttämiseksi MRL 1 ja 4 §. Rakennusjärjestyksen määräyksiä on noudatettava, mikäli laissa, asetuksessa, oikeusvaikutteisessa yleiskaavassa, asemakaavassa tai Suomen rakentamismääräyskokoelmassa ei ole toisin säädetty tai määrätty. Ohessa on otteita 20.10.2010 rakennusjärjestyksestä:

## 8. Rakentaminen pohjavesialueella

Rakennettaessa tärkeillä pohjavesialueilla tulee rakennus-, että piha-alueiden täyttömaiden olla laadultaan sellaisia, ettei niillä vaaranneta pohjaveden laatua. Tärkeillä pohjavesialueilla polttoainesäiliöt sekä muut vaarallisten aineiden säiliöt tulee sijoittaa maan päälle ja ne tulee varustaa ylitäytönestimellä. Säiliöiden tulee olla rakenteeltaan kaksivaippaisia tai tiiviillä (täysi tilavuus) valuma-altaalla varustettuja. Sadeveden pääsy valuma-altaaseen tulee estää.

Pohjavesialueelle asennettaessa maalämpöputkistossa tulee käyttää vain ympäristölle vaarattomia aineita.

## 4 YLEISTÄ POHJAVESIMUODOSTUMISTA JA POHJAVEDESTÄ

Pohjavesi on maaperän huokoset ja kallioperän halkeamat yhtenäisesti täyttävää vettä, joka liikkuu maaperässä painovoiman vaikutuksesta. Pohjavettä on maaperässä lähes kaikkialla, mutta maaperän geologiset ominaisuudet ja maanpinnan topografia vaikuttavat merkittävästi siihen kuinka paljon pohjavettä muodostuu. Maaperän lisäksi pohjavettä on myös kallioperässä, jossa se on varastoituneena pääosin kallioperän ruhjeisiin ja rakoihin. Pohjavesimuodostumaksi eli akviferiksi kutsutaan pohjaveden kyllästämää ja vettä hyvin johtavaa maa- tai kallioperän vyöhykettä, josta vettä voidaan pumpata käyttökelpoisia määriä.

Pohjavesi on uusiutuva luonnonvara. Vedenhankinnan kannalta käyttökelpoisimmat pohjavesivarat sijaitsevat lajittuneissa sora- ja hiekkakerrostumissa, kuten harjuissa ja suurissa reunamuodostumissa. Näistä muodostumista pohjavettä on yleensä helposti saatavissa vedenhankintakäyttöön suuria määriä. Hiekka- ja soramailla pohjavettä muodostuu 40–60 % sadannasta, eli noin 1000 m<sup>3</sup> vuorokaudessa jokaista neliökilometriä kohti (sadanta 600 mm vuodessa).

Suomen luonnontilaisista hiekka- ja soramuodostumista saatava pohjavesi on yleensä laadultaan hyvää. Se on yleensä hieman hapanta, sisältää runsaasti happea ja vain vähän haitallisia aineita. Pohjaveden laadussa esiintyy luontaista sateiden ja kuivuuden aiheuttamaa vaihtelua. Pohjaveden kemialliseen laatuun vaikuttavat muun muassa maa- ja kallioperän laatu, ilmasto sekä ihmistoiminnot. Rannikkoalueen pienissä savi-, siltti- tai turvepeitteisissä pohjavesiesiintymissä pohjaveteen liuenneiden alkuaineiden, kuten raudan ja mangaanin, määrä on suurempi kuin sisämaassa. Pohjavedessä esiintyvä rauta ei ole terveydelle haitallista, vaan siitä aiheutuva haitta on lähinnä tekninen ja esteettinen. Raudan ja mangaanin esiintymiseen pohjavedessä vaikuttaa etenkin pohjaveden alhainen happipitoisuus. Lisäksi pohjavesimuodostuman geologinen rakenne vaikuttaa. Erityisesti Pohjanmaan rannikkoalueella sijaitsevista vettä ympäristöstään keräävissä eli synkliinisissä pohjavesimuodostumissa on korkeita pohjaveden rauta- ja mangaanipitoisuuksia. Luonnontilaisissa pohjavesissä on paikoin myös kohonneita radon-, fluoridi- ja arseenipitoisuuksia.

Pohjavedenpinta noudattaa pääpiirteissään maanpinnan korkokuvaa. Se yhtyy maanpintaan lähteissä, soilla ja vesistöissä. Pohja- ja pintavedet ovatkin lähes aina vuorovaikutuksessa keskenään. Pohjavedenpinnan korkeus vaihtelee vuodenaikojen mukaan. Pinta on korkeimmillaan yleensä syksyllä ja keväällä, jolloin pohjavettä muodostuu eniten johtuen runsaista sateista ja lumen sulamisesta sekä keskimääräistä vähäisemmästä haihtumisesta. Talvella pohjavedenpinta on alimmillaan, koska sade tulee pääosin lumena ja routa estää veden imeytymisen maaperään. Pohjaveden minimi- ja maksimikorkeuksien ajankohta vaihtelee eri osissa Suomea. Pohjavedenpinnan korkeuden muutoksiin vaikuttavat sadannan lisäksi etenkin muodostuman koko ja maaperän laatu sekä pohjavedenpinnan etäisyys maanpinnasta. Mitä syvemmällä pohjavedenpinta on, sitä vähäisempää ja hitaampaa on vaihtelu.

Monet ihmistoiminnot, kuten vaarallisia kemikaaleja käyttävät tehtaat ja laitokset sekä niiden varastot, teiden suolaus, lannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttö maa- ja metsätaloudessa, hiekan- ja soranotto oheistoimintoihin, voivat vaikuttaa heikentävästi pohjaveden laatuun. Ihmistoimintojen

vaikutuksista pohjavesissä esiintyy esimerkiksi kohonneita nitraatti- tai kloridipitoisuuksia. Myös erilaisia orgaanisia liuottimia ja torjunta-aineita on päässyt pohjaveteen. Epäpuhtauksien kulkeutumiseen pohjaveteen ja leviämiseen pohjavesikerroksessa vaikuttavat muun muassa maaperän vedenläpäisevyys, veden virtausnopeus ja -suunta sekä epäpuhtauden liukoisuusominaisuudet.

Pohjavedellä on vesihuollossa suuri merkitys, sillä luonnontilainen pohjavesi on sekä kemiallisesti että fysikaalisesti tasalaatuista ja veden kemiallinen käsittelytarve on vähäinen. Suomalaisten käyttämästä vedestä noin 63 % on pohjavettä, josta noin 15 % on tekopohjavettä tai rantaimeytynyttä vettä (VELVET, 2013).

## 5 SUOJELUSUUNNITELMA-ALUE

### 5.1 Alueen luonnonolosuhteet

Suunnitelma-alue koostuu neljästä Sievin kunnan alueelle sijoittuvasta vedenhankintaan soveltuvasta pohjavesialueesta: Markkulan pohjavesialue 1174603 (1 luokka; Vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue), Lähteenkankaan pohjavesialue 1174602 (1 luokka; Vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue), Pitkäkankaan pohjavesialue 1174601(1 luokka; Vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue) ja Isokankaan pohjavesialue 1174651(Vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue, jonka pohjavedestä pintavesi- tai maaekosysteemi on suoraan riippuvainen (1E)).Sievin pohjavesialueiden tiedot on esitetty Taulukko 1 ja sijainti karttaliitteessä 1.

*Taulukko 1. Suunnitelma-alueen pohjavesialuetiedot (SYKE 2021).*

Pohjavesialue	Nro	Kokonaispinta-ala km <sup>2</sup>	Muodostumisalueen pinta-ala, km <sup>2</sup>	Arvio muodostuvan pohjaveden määrästä, m <sup>3</sup> /d
Markkula	1174603, 1 lk	5,33	3,04	1800
Lähteenkangas	1174602, 1 lk	3,4	2,3	1984
Pitkäkangas	1174601, 1 lk	3,13	1,65	1423
Isokangas	1174651, 1E lk	13,46	8,13	6000

Suunnittelualueelle ja sen ympäristölle on leimallista kaakko-luode -suuntainen harjumuodostuma, joka on pitkittäisharjajakso, joka jatkuu Sievistä kaakkoon Reisjärvelle ja luoteessa Kalajoelle. Maaperän korkeuserot ovat pieniä ja suot hallitsevat maisemakuvaa. Markkulan muodostuma rajautuu pääasiassa hienorakeisiin maa-ainekerrostumiin ja pohjoisosaltaan moreenialueisiin, jotka ovat paikoin soistuneet. Lähteenkankaan muodostuma rajautuu pääasiassa laajoihin suoalueisiin ja eteläosassa hienorakeisiin maa-ainekerrostumiin. Pitkäkankaan muodostuma rajoittuu kaakossa Isokankaan pohjavesialueeseen ja jatkuu hienojakoisten sedimenttien peittämänä Ahonpäästä luoteeseen. Isokankaan muodostuma rajautuu suo- ja moreenialueisiin. Harjun molemmilla puolilla esiintyy rantavalleja. Harjualueen korkeus on suunnittelualueen pohjoisosalla noin tasolla +80 m ja eteläosassa korkeimmillaan noin tasolla +120 m (N2000). Kohdealue on paljastunut merestä noin 5500-6000 vuotta sitten. Viimeisen 3000 vuoden aikana maankohoaminen on ollut noin metrin vuosisadassa (Taipale ja Saarnisto 1991). Rantavoimat ovat levitelleet ja kerrostaneet harju- ja muuta maa-ainesta ja ne ilmenevät mm. tyypillisesti rantavalleina (kaartoina). Tuuli- ja rantavoimien vaikutus näkyy erityisesti Isokankaan harjujaksolla tuuli- ja rantakerrostumana.

Suunnitelma-alueella näkyy myös ihmistoiminnan vaikutus. Aikaisempi maa-ainesten otto on paikoin muuttanut maisemakuvaa huomattavasti (Kuva 1). Alueen pääasialliset maankäyttömuodot ovat maa- ja metsätalous ja osin myös loma- ja taajama-asutus.



*Kuva 1 Entinen maa-ainesten ottoalue Markkulan pohjavesialueella vedenottamon läheisyydessä*

Alueen kallioperä- ja maaperä- sekä pohjavesiolosuhteet on kuvattu tarkemmin seuraavissa luvuissa.

## 5.2 Alueen geologia

### 5.2.1 Maaperä

Alueen maaperä on monimuotoinen, johon ovat merkittävästi vaikuttaneet jääkauden lisäksi sen jälkeiset merivaiheet (rantavoimat). Kohdealueen maaperä koostuu pintaosiltaan pääosin hiekkalajitteista. Pohjaosissa tavataan karkeaa hiekkaa ja soraa kapeahkossa vyöhykkeessä, johon myös entinen maanotto oli keskittynyt. Moreenia esiintyy monin paikoin väli- ja pohjakerroksena ja suunnitelualueen pohjoisosalla, jotka ovat paikoin soistuneet. Hiekkaa on levinnyt rantavoiminen johdosta laajalle ympäristöön osittain turvekerrosten alle. Pohjaveden muodostumisalueena toimii luodekaakko –suuntainen pitkittäisharju, joka on maa-ainekseltaan hyvin vettä johtavaa soraa. Pohjoisosassa muodostuma on paikoin peittyneenä tiiviiden hienoaineskerrosten alla. Alueella tehtyjen kairauksien perusteella hyvin vettä johtavien maakerrosten paksuus on pohjavesialueen eteläpuolisella osalla 20 – 30 metriä.

**Happamat sulfaattimaat.** Happamia sulfaattimaita esiintyy erityisesti muinaisen Litorinameren korkeimman rannan alapuolisilla alueilla, jotka ovat nousseet kuivalle maalle maankohoamisen seurauksena. Karkeasti ottaen happamia sulfaattimaita esiintyy Suomen rannikkoalueilla Pohjois-Suomessa noin 100 metrin ja Etelä-Suomessa noin 40 metrin korkeuskäyrän alapuolella. Hankealue sijaitsee noin tasolla 80-120 mpy, joten happamien sulfaattimaiden esiintyminen on mahdollista. Happamien sulfaattimaiden esiintymistodennäköisyys suunnitelma-alueella on pääsääntöisesti pieni tai hyvin pieni, lukuun ottamatta Markkulan pohjavesialuetta, missä lähellä Sievinmäenjärveä happamien sulfaattimaiden todennäköisyys on suuri (<http://gtkdata.gtk.fi/hasu/index.html>).

### 5.2.2 Kallioperä ja pohjavesialuekuvaus

Markkulan pohjavesialueella kallioperä on pääosin granodioriittia, osin myös Raution batoliittia. Lähteenkankaan, Pitkäkankaan ja Isokankaan pohjavesialueilla kallioperä on pääosin biotiitti paragneis-siä (kiilleliuske) ja osin intermediäänistä vulkaniittia ja osin tuffiittia. (<http://gtkdata.gtk.fi/maankamara/>).

Granodioriitti yleinen syväkivi, jonka päämineraalit ovat plagioklaasi, kalimaasälpä ja kvartsi sekä tummat mineraalit kuten biotiitti ja/tai sarvivälke. Granodioriitti on graniittia muistuttava syväkivilaji. Granodioriitti eroaa graniitista siten, että granodioriitissa on plagioklaasia enemmän kuin kalimaasälpää, graniitissa kalimaasälpää on enemmän kuin plagioklaasia. Granodioriitti on Suomessa yleinen kivilaji. Batoliitti intrudoi suprakrustisia kiviä, jotka ovat granaatti-kordierittigneissejä, mafisia metavulkaniitteja ja sillimaniittikvartsiitteja. Kivilajit esiintyvät konsentrisesti batoliitissa siten, että reunoilla on katkeilevana vyöhykkeenä dioritteja sekä kvartsimonzodioritteja ja keskusta muodostuu granodioriiteista, joiden osuus on n. 80 % koko batoliitista. (Geologian tutkimuskeskus 1984).

Biotiitti paragneissi on sedimenttisyntyinen metamorfinen kivi, alkuperältään esim. arkoosi tai grauvakka. Kiillegneissit ja -liuskeet ovat alun perin meren pohjalle kerrostuneiden savien ja savensekaisten hiekkojen metamorfoituneita vastineita. Kiillegneissi koostuu päämineraalien, biotiitin, kvartsin ja plagioklaasin, lisäksi myös paikoin granaatista. Tuffiitti on kivilaji, joka koostuu pääasiassa hienorakeisesta vulkaanisesta aineksesta, mutta jossa on myös sedimenttiainesta. Intermediäärinen kivilaji sisältää 52 – 63 % SiO<sub>2</sub>:a (piidioksidi).

Pohjavesialueilla ei ole ruhjeita tai mustaliusketta. Kalliopaljastumia suunnittelualueilla ei ole.

Kivilajikoostumuksella (kallioperä/maaperä) on merkitystä pohjaveden laatuun siten, että yleensä kalkkikivien ja tummien kivilajien (gabro, amfiboliitti, mustaliuskeet, metavulkaniitit) suhteellisen osuuden lisääntyessä kallioperässä, liuenneiden aineiden määrä kasvaa. Siten esim. graniitista, kiillemäisistä ja kvartsiitista koostuvilla kallioalueilla ainespitoisuudet ovat pienempiä. Usein maaperän raekoko- ja rakenneominaisuudet vaikuttavat enemmän pohjaveden laatuun kuin kivilaji- ja mineraalikoostumus. Esimerkiksi hiekasta ja sorasta tai moreenista koostuvien kerrostumien pohjaveden sisältämät ainesmäärät saattavat nousta moninkertaisiksi, jos pohjavesiesiintymää peittää osaksi tai kokonaan savi-, siltti- tai turvekerrostuma. Mitä hienorakeisempi on maalaji, sitä hitaampaa on veden liike ja tällöin on enemmän aikaa ja reaktiopintaa veden ja mineraalien välisille reaktioille, josta taas on seurauksena aineiden tehokkaampi liukeneminen (Lahermo ym. 2002, 1990).

Taulukko 3. Pohjavesialueiden sijaintialueiden kallioperätiedot ja pohjavesialuekuvaus.

Pohjavesialue	Kallioperä	Pohjavesialuekuvaus (SYKE 2021)
Markkula	Granodioriittia ja osin Raution batoliittia	Muodostuma kuuluu osana Reisjärven ja Sievin kautta kulkevaan pitkittäisharjujaksoon. Alue koostuu soravaltaisesta vettä hyvin johtavasta runko-osasta, joka on paikoin peittyneet tiiviiden hienompien maalajien alle. Tästä johtuen voi pohjavesi alueen reunoilla olla vähähappista ja rautapitoista. Lisäksi peltoviljely alueen vettä läpäisevällä muodostumisalueella kohottaa ennen kaikkea pohjaveden typpipitoisuuksia ja orgaanisen aineen määrää. Orgaanisen aineksen palaminen ja sitä kautta hajoaminen kuluttaa pohjaveden happea. Pohjaveden päävirtaussuunta on kaakosta luoteeseen ja edelleen lounaaseen. Pohjavettä purkautuu alueen lähteistä, eteläpuolen pelto-ojiin sekä suoraan Sievinmäen järveen. Muodostuma on pohjaveden saannin kannalta rakenteeltaan hyvä.
Lähteenkangas	Biotiitti paragneissia ja osin intermediäänistä vulkaniittia	Muodostuma on luode-kaakkoisuuntaisen pitkittäisharjujakson osa, joka jakaantuu kahteen osa-alueeseen. Vedenjakaja sijaitsee muodostuman luoteispäässä ja sen sijainti vaihtelee vedenotosta riippuen. Esiintymän aines on pääosin hiekkalajitteita ja se painuu kaakkoisosastaan hienojakoisten sedimenttien alle. Pohjaveden päävirtaussuunta on kaakkoon ja pohjavettä purkautuu Lähteenkankaan lähteestä sekä ympäröiville soille ja pelloille. Muodostuman rakenne on veden saannin kannalta hyvä. Riskitekijöitä lisäävät kuitenkin maa-aineksenotto sekä peltoviljely alueen vettä hyvin läpäisevällä muodostumisalueella. Muodostuman reunamilla esiintyy orsivesikerros, joka on noin neljä metriä varsinaisen pohjavesipinnan yläpuolella.
Pitkäkangas	Biotiitti paragneissia ja osin intermediäänistä vulkaniittia	Pitkäkangas on luode-kaakkoisuuntaisen pitkittäisharjujakson osa, joka rajoittuu kaakossa Isokankaan pohjavesialueeseen ja jatkuu hienojakoisten sedimenttien peittämänä Ahonpäästä luoteeseen. Muodostuma koostuu vettä hyvin johtavista hiekka- ja sorakerroksista, mutta paikoin esiintyy myös silttisiä välikerroksia, jolloin on orsiveden esiintymismahdollisuus. Hyväojoa virtaa muodostuman poikki ja sen vettä saattaa imeytyä harjuun. Pohjaveden päävirtaussuunta on kaakosta luoteeseen. Pohjavettä purkautuu Hyväojoan, Syväojoan sekä ympäröiville pelto- ja suoalueille. Muodostuman rakenne veden saannin kannalta on hyvä, mutta lisääntynyt maa-aineksenotto aiheuttaa kasvavan riskitekijän pohjaveden laadulle. Lisäksi alueella on vanha saha-alue, hevostalli ja kaksi vanhaa kaatopaikkaa, jotka myös aiheuttavat riskitekijän alueella.
Isokangas	Pohjoisosassa biotiitti paragneissia, jossa esiintyy myös felsistä tuffiittia, pohjavesialue	Muodostuma on lähes luode-kaakkoisuuntaisen pitkittäisharjujakson osa, joka rajoittuu kaakossa Pesokankaan pohjavesialueeseen ja luoteessa Pitkäkankaan pohjavesialueeseen. Harjun keskiosa on yhtenäinen ja koostuu karkearakeisista vettä hyvin johtavista hiekka- ja sorakerroksista. Lisäksi harju on osittain kerrostunut kallioperän heikkous-

	<p>een keskivaiheilla esiintyy osin mafista tuffiittia ja etelä- sekä keski-osassa kallioperä koostuu mafisesta vulkanii-tista</p>	<p>vyöhykkeeseen. Harjun molemmin puolin esiintyy rantavalleja. Pohjaveden päävirtaus-suunta on kaakosta luoteeseen ja pohjavettä purkautuu Hyväojaan, Kangasojaan, Lietejärveen, Maansydänjärveen sekä ympäröiville suo- ja moreenialueille. Muodostuman rakenne on erinomainen vedensaannin kannalta.</p>
--	--	---

## 5.3 Alueen hydrogeologia

### 5.3.1 Pohjaveden korkeus ja virtauskuva

Pohjaveden pinnan asema riippuu sadannasta ja sen määrästä, sääolosuhteista sekä vuodenaajoista. Asiaan vaikuttavat myös maalajit, kasvillisuus ja topografia. Vettä hyvin johtavissa harjuissa pohjaveden pinnan vaihtelu on suhteellisen hidasta, mikä vaihtelee eri vuodenaikoina esiintymän koosta riippuen noin 0,5 metristä 1 metriin. Vaihtelu on luonnontilaisilla harjuilla yleensä alle 0,5 metriä, mutta laajoilla soranottoalueilla, missä ei ole vettä haihduttavaa kasvillisuutta, vaihteluväli on noin metri. Pitkällä aikavälillä vaihtelu voi kuitenkin kasvaa ja pohjaveden pinnat laskea jopa vuosia kestävinä, kuivina kausina. Moreenissa vaihtelu on jyrkempää, kuin harjuissa ja voi olla rinnemaastossa jopa useita metrejä. Kallioalueilla vedenpinnan vaihtelu on vähäisempää (Hatva ym. 2008).

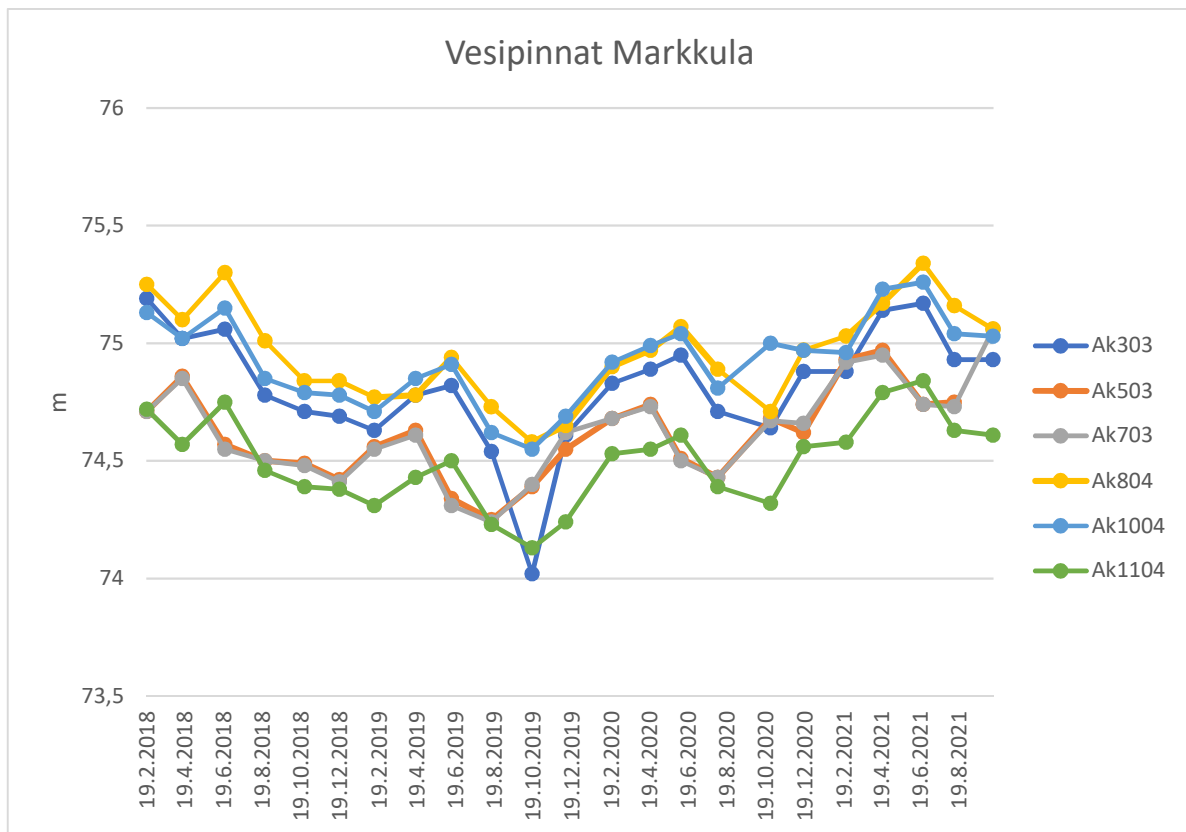
Suunnitelma-alueet sijoittuvat laajalle alueelle ja ovat tyypiltään erilaisia, joten hydrogeologiset olosuhteetkin vaihtelevat sen mukaisesti suuresti. Markkulan muodostuma on antikliininen eli pohjavettä purkautuu alueen lähteistä, eteläpuolella pelto-ojiin ja suoraan Sievinmäenjärveen. Vesipinnoissa on luonnollisesti vaihtelua eri pohjavesialueiden välillä. Markkulan pohjavesialueella vaihtelu on ollut vuosina 2009-2021 keskimäärin 1,15 m. Samaa luokkaa olivat myös muiden pohjavesialueiden vaihtelut. Kuva 2 on esitetty vesipinnan tasoja (N60) alueen havaintoputkista Markkulan-pohjavesialueilla.

Maapohjaveden virtaus tapahtuu korkeammasta potentiaalista matalampaan, joten pääosin virtaukset tapahtuvat topografian mukaisesti. Kalliopohjaveden virtaus tapahtuu pääosin rakoilua ja ruuhjevyöhykkeitä pitkin, joten virtausreitit ovat maaperän virtauksiin nähden monimutkaisemmat. Pohjaveden virtaussuuntia on arvioitu vesipinnan korkeusmittaustulosten sekä karttatarkastelun perusteella.

Lähtenkankaan muodostuma on antikliininen eli pohjavettä purkautuu Lähtenkankaan lähteestä sekä ympäröiville suo- ja peltoalueille. Muodostuman reunaosissa on havaittu orsivesikerros, noin 4 metriä varsinaisen pohjavesipinnan yläpuolella. Havaintoputkista tehtyjen mittaushavaintojen perusteella, pohjavedenpinnan korkeusasema vaihtelee pohjavesialueen eteläosassa tasovälillä +94,82...+97,24, keskiosassa tasovälillä +99,17...+99,46 (mittaukset 22.6.2021). Pohjaveden päävirtaussuunta on kohti kaakkoa. Muodostuman luoteisosassa sijaitsee vedenjakaja, jonka sijainti vaihtelee vedenottomääristä riippuen.

Isokankaan muodostuma on antikliininen eli pohjavettä purkautuu Lähdeojaan, Kangasojaan, Lietejärveen, Maansydänjärveen sekä ympäröiville suo- ja moreenialueille.

Pohjaveden virtauskuva ei ole Markkulan alueella täysin selkeä. Pääosin pohjaveden virtaus tapahtuu harjun ydinosan suunnassa (luode-kaakko), mutta vesipintahavaintojen mukaan virtausta tapahtuu myös muodostuman läpi lännen suuntaan. Pohjaveden virtauskuva ilmenee karttaliitteestä 3 ja vesipintojen vaihtelu Lähtenkankaan, Pitkäkankaan ja Isokankaan pohjavesialueilla liitteessä 2.



Kuva 2 Vesipintojen vaihteluja muutamissa putkissa Markkulan pohjavesialueella.

### 5.3.2 Pintavesi

Sievin alue on 3. jakovaiheen vesistöalue Kalajoki (53) -päävesistössä. Suunnitelma-alue kuuluu pääosin Vääräjoen valuma-alueeseen (53.09). Pintaveden jakajien sijoittuminen ilmenee karttaliitteestä 1. Markkulan pohjavesialue rajautuu lounaisosaltaan Sievinmäenjärveen ja Isokankaan pohjavesialue rajautuu länsi-lounaisosiltaan Maansydänjärveen. Suunnitelma-alueella ei ole luonnonlampia eikä jokia, mutta alueella on aikaisemman maa-ainesten oton jäljiltä pohjavesilammikoita Lähteenkankaan pohjavesialueella. Pohjavesialueella on tehty myös ojituksia etenkin Markkulan, Lähteenkankaan ja Pitkäkankaan alueella.

### 5.3.3 Pohjavesialueiden antoisuus ja potentiaaliset vesivarat

Pohjavesialueet on otettu pääosiltaan vedenhankintakäyttöön. Taulukossa 1 on esitetty pohjavesialueiden tiedot ja arvioidut antoisuudet (SYKE 2021). Veden oton nykytiedot ottamoinen on esitetty taulukossa 4.

Markkulan pohjavesialueen kokonaispinta-ala on 5,33 km<sup>2</sup>, josta pohjaveden varsinaisen muodostumispinta-alan osuus on 3,04 km<sup>2</sup>. Muodostuvan pohjaveden määräksi on arvioitu 1800 m<sup>3</sup>/d (SYKE 2021). Pohjaveden muodostumisalueena toimii luode-kaakko -suuntainen pitkittäisharju, joka on maa-ainekseltaan hyvin vettä johtavaa soraa. Pohjoisosassa muodostuma on paikoin peittyneenä tiiviiden hienoaineskerrosten alla. Kairauksien perusteella hyvin vettä johtavien maakerrosten paksuus on pohjavesialueen eteläpuolisella osalla 20 – 30 metriä. Muodostuma on vedenhankinnan kannalta rakenteeltaan hyvä. Pohjaveden päävirtaussuunta on kaakosta luoteeseen ja edelleen lounaaseen. Muodostuma on antikliininen eli pohjavettä purkautuu alueen lähteistä, eteläpuolella pelto-ojiin ja suoraan Sievinmäenjärveen. (FCG 2011)

Markkulan alueella on suoritettu yhdessä pisteessä koepumppauksia vuonna 2004. Tutkimusten perusteella rakennettiin Vanhakirkon ottamo. Vanhakirkon koepumppauspaikalla pohjaveden pinta laski 0,57 metriä ja kauempana 0,5 – 1,0 metriä. Pohjaveden pinta kohosi koepumppauspaikalla



kahdessa viikossa koepumppauksen jälkeen pumppausta edeltävälle tasolle. Koepumppauksen vaikutusalueella on kolme talousvesikaivoa, joiden vedenpinnat laskivat 0,11 - 0,23 metriä. Sievinmäenjärven pohjoispuolella sijaitsevan lähteen vedenpinnan korkeuteen koepumppauksella ei ollut vaikutusta. Koepumppauksen perustella vedenottamolta jatkuvasti käyttöön saatavaksi vesimääräksi arvioitiin 800 m<sup>3</sup>/vrk.

Markkulan alueella sijaitsee erikseen myös v. 1983 tutkittu vedenottopaikka, jonka arvioitu otto määrä olisi 800-1000 m<sup>3</sup>/vrk. Vedenottopaikka on esitetty karttaliitteessä 3.1.

Lähteenkankaan vedenottamon koepumppauksen aikana 24.1.- 16.4.1973 pohjavettä pumpattiin yhdessä pisteessä nykyisen vedenottamon paikalla. Koepumppaus suoritettiin noin teholla 2 930 m<sup>3</sup>/vrk ja viimeiset kaksi viikkoa teholla 2 045 m<sup>3</sup>/vrk. Pohjaveden pinta alkoi nousta koepumppauspaikalla ja sen eteläpuolella pumppaustehon pienentämisen jälkeen. Pohjaveden pinnat nousivat koepumppauspaikalla ja sen eteläpuolisella alueella verraten nopeasti noin viikon ajan. Kolmen viikon kuluttua pohjaveden pinta oli pumppauspaikalla noin 0,2 metriä pumppausta edeltänyttä vedenpinnantasoa alempana. Koepumppauksen perustella vedenottamolta jatkuvasti käyttöön saatavaksi vesimääräksi arvioitiin normaalisateisina kesinä vähintään 1 700 m<sup>3</sup>/vrk.

Pitkäkankaan pohjavesiesiintymä on luode-kaakko – suuntainen pitkittäisharjujakson osa, joka rajoittuu kaakossa Isokankaan pohjavesialueeseen ja jatkuu hienojakoisten sedimenttien peittämänä Ahonpäästä luoteeseen. Pohjavesiesiintymä sijoittuu Sievin kunnan kaakkoisosaan. Pohjavesialueen kokonaispinta-ala on noin 3,67 km<sup>2</sup> ja pohjaveden varsinaisen muodostumisalueen pinta-ala noin 1,6 km<sup>2</sup>. Muodostuman antoisuudeksi on arvioitu 1 200 m<sup>3</sup>/d. Pitkäkankaan vedenottamon koepumppauksen yhteydessä vuonna 1982, pohjavettä pumpattiin kahdessa pisteessä nykyisen vedenottamon läheisyydessä. Koepumppauksen perusteella tutkimuspisteiltä arvioitiin jatkuvasti käyttöön saatavaksi vesimääräksi noin 700 - 900 m<sup>3</sup>/vrk. Nykyisen vedenottamon eteläpuolella suoritettiin koepumppaus 26.3 - 27.4.1982. Koepumppauksen perusteella tutkimuspisteeltä arvioitiin jatkuvasti käyttöön saatavaksi vesimääräksi 1 100 - 1 300 m<sup>3</sup>/vrk.

Isokankaan pohjavesialueen kokonaispinta-ala on noin 13,46 km<sup>2</sup> ja pohjaveden varsinaisen muodostumisalueen pinta-ala noin 8,13 km<sup>2</sup>. Pohjavesimuodostuman antoisuudeksi on arvioitu 6 000 m<sup>3</sup>/d. Kiiskilä I koepumppauksen aikana vuonna 1968, pohjavettä pumpattiin yhdessä pisteessä nykyisen vedenottamon paikalla. Noin 0,7 - 0,9 kilometrin etäisyydellä vedenottamon alapuolella sijaitsi kaksi kalanviljelylammikkoa, jotka saivat vetensä harjussa sijaitsevan lähteikön kautta. Lähteiden virtaaman arvioitiin todennäköisesti pienentyvän jatkuvan vedenoton vaikutuksesta ja mahdollisesti kuivina kausina ehtyvän kokonaan. Kiiskilä III koepumppauksen aikana 18.2 - 5.4.1993, pohjavettä pumpattiin yhdessä pisteessä ja 8.3.1993 lähtien kahdessa pisteessä nykyisen vedenottamon kaivojen paikoilla. Koepumppauksen perusteella koepumppauspisteistä jatkuvasti käyttöön saatavaksi vesimääräksi arvioitiin yhteensä noin 2 800 m<sup>3</sup>/vrk. Isokankaalla on meneillään vedenhankintatutkimuksia ja alueella on kaksi koepumppauspistettä, joista Kiiskilä 2 sijoittuu pohjavesialueen pohjoisosaan ja Kiiskilä 4 pohjavesialueen eteläosaan lähelle entisiä maa-aineksen ottoalueita. Koepumppauspisteet on esitetty karttaliitteessä 3.4.

Pohjavesialueiden rajauksien tarkentamiseen ei ole tarvetta. Pohjavesialueen rajauksia on tarkistettu viimeksi keväällä 2021 ELY-keskuksen toimesta. Sievin Lähteenkankaalla tehtiin maatulokaluotauksia 3.8.2020 Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen toimeksiannosta. Tutkimuksen tarkoituksena oli muodostaa kuva pohjavesiesiintymän rakenteista, ja tehdä arvio pohjaveden- ja kalliopinnan tasosta.

#### 5.3.4 Veden laatu

Nykyisin käytössä olevilla pohjavesialueilla pohjavesi (raakavesi) on osin lievästi hapanta kuten pohjavesi yleensä Suomessa. Rauta- ja mangaanipitoisuudet ovat yleensä pieniä. Pohjaveden yleistä laatua kuvaava sähkönjohtavuuden arvot ovat olleet pieniä. Mikrobiologiselta laadultaan vesi on ollut pääosin moitteetonta (ei kolibakteereja), mutta pesäkeluvun arvot ovat ajoittain olleet lievästi ko-

holla. Vedenottamoiden raakaveden ja lähtevän veden laatua seurataan kaksi kertaa vuodessa (toukokuussa ja loka-marraskuussa) otettavilla näytteillä. Pohjaveden laatutietoja (raakavesi) on esitetty Taulukko 2.

Taulukko 2 Raakaveden laatutietoja (osa) vedenottamoilla ja taustaseurantapisteissä, 19.5.2020

Tunnus	Happi mg/l	pH	Säh- könj. mS/m	NH <sub>4</sub> µg/l	NO <sub>3</sub> µg/l	CODMn mg/l	Mn µg/l	Fe µg/l	Kloridi, Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Kolit mpn/100	Pesäke- luku 22 °C pmy
<b>STM 683/2017*</b>	-	6,5- 9,5	250	500	50000	5	50	200	250	250	0	-
<b>Vna 341/2009**</b>				200	50000				25	150		
Backman ym. 1999***		6,4	6,7		1000	0,91	5,8	<30	2,1	7,6		
<u>Vedenottamot:</u>												
Lähteenkangas	6,2	7	10	<20	1800	<0,8	<1,1	<3	7	6,4	0	0
Pitkäkangas	6,0	6,5	8	<20	2200	0,8	<1,1	<3	11	5,2	0	0
Vanhakirkko	3,8	6,5	10	<20	<1000	<0,8	49	<3	7,5	15	0	0

\*Talousvesiasetus, \*\*Pohjaveden ympäristölaatu normit, \*\*\* Mediaaniarvoja lähteissä ja lähdekaivoissa.

*Pohjaveden ympäristölaatu normit.* Pohjaveden ympäristölaatu normilla tarkoitetaan vesienhoitoasetuksessa (1040/2006+muutokset) sekä yhteisön tasolla vahvistettua pilaavan aineen, pilaavien aineiden ryhmän tai pilaantumisen indikaattorin pitoisuutta pohjavedessä ilmaistuna laatu normina, jota ihmisen terveyden tai ympäristön suojelemiseksi ei saa ylittää sekä kansallisesti vahvistettua direktiivin 2006/118/EY artiklassa 2 kohdassa 2 tarkoitettua raja-arvoa. Pohjaveden ympäristölaatu normit on esitetty liitteessä 2. Ympäristölaatu normia käytetään pohjaveden kemiallisen tilan arvioimiseen.

Vesienhoitoasetuksen muutoksen (20.5.2009/341) liitteessä 7A esitetyt pohjaveden ympäristölaatu normit ovat talousveden laatuvaatimuksia ja -suosituksia (STM 683/2017) alhaisempia. Viitearvojen erilaisuus liittyy niiden ylittämisestä aiheutuviin toimenpiteisiin. Talousveden viitearvojen ylityksessä on tarvittaessa ryhdyttävä terveydensuojelulain mukaisiin toimenpiteisiin. Pohjaveden ympäristölaatu normien ylittyminen taas ei suoraan johda kemiallisen tilan luokan muuttamiseen, vaan sen uudelleen arviointiin. Lisäksi talousveden laatuvaatimuksia ja -suosituksia sovelletaan suoraan yksittäiseen pitoisuusmittaukseen, mutta vesienhoidon kemiallisen tilan arvioinnissa ympäristölaatu normeihin verrataan seuranta paikan pitoisuuksien vuosikeskiarvoja (Karvonen ym. 2012).

Ympäristölaatu normia käytetään pohjaveden tilan määrittämiseen. Suunnitelma-alueen pohjavesialueiden määrällinen ja kemiallinen tila on luokiteltu hyväksi (<https://paikkatieto.ymparisto.fi/vesikarttaviestit/>).

*Talousveden laatu.* Lupapäätöksissään Pohjois-Suomen vesioikeus ja Pohjois-Suomen Ympäristöluovavirasto sekä nykyinen Pohjois-Suomen Aluehallintovirasto ovat velvoittaneet Vesikolmio Oy:n tarkkailemaan ottamoilta otettavan veden määrää, raakaveden laatua sekä pohjaveden pinnan korkeuksia vedenottamoilla ja niiden lähistöllä olevista kaivoista ja pohjavesiputkista. Nykyinen tarkkailuohjelma on päivitetty vuonna 2019 (Pöyry Finland Oy 2019). Talousvettä valvotaan terveydensuojeluviranomaisen hyväksymän valvontatutkimusohjelman mukaisesti. Uusi ohjelma on laadittu vuosille 2022-2026. Valvontatutkimusohjelma perustuu sosiaali- ja terveysministeriön asetukseen talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista (talousvesiasetus 1352/2015, muutos 683/2017).

Vedenottamoiden raakavesi on ollut hyvänlaatuista ja on täyttänyt sosiaali- ja terveysministeriön asettamat laatuvaatimukset (STM 683/2017) lukuun ottamatta osin lievästi tavoitearvoa alemmaa pH:ta osassa ottamoita. Veden laatutietoja on saatavissa vesi-yhtiön kotisivuilta (<https://www.vesikolmio.fi/pohjaveden-laatu/>).

## 5.4 Alueen merkitys pohjavesialueena

Suunnittelualueiden merkitys pohjavesialueina on suuri, koska alueet on määritelty vedenhankintaa varten tärkeiksi pohjavesialueiksi. Alueiden pohjavettä hyödynnetään Vesikolmio Oy:n raakaveden hankinnassa.

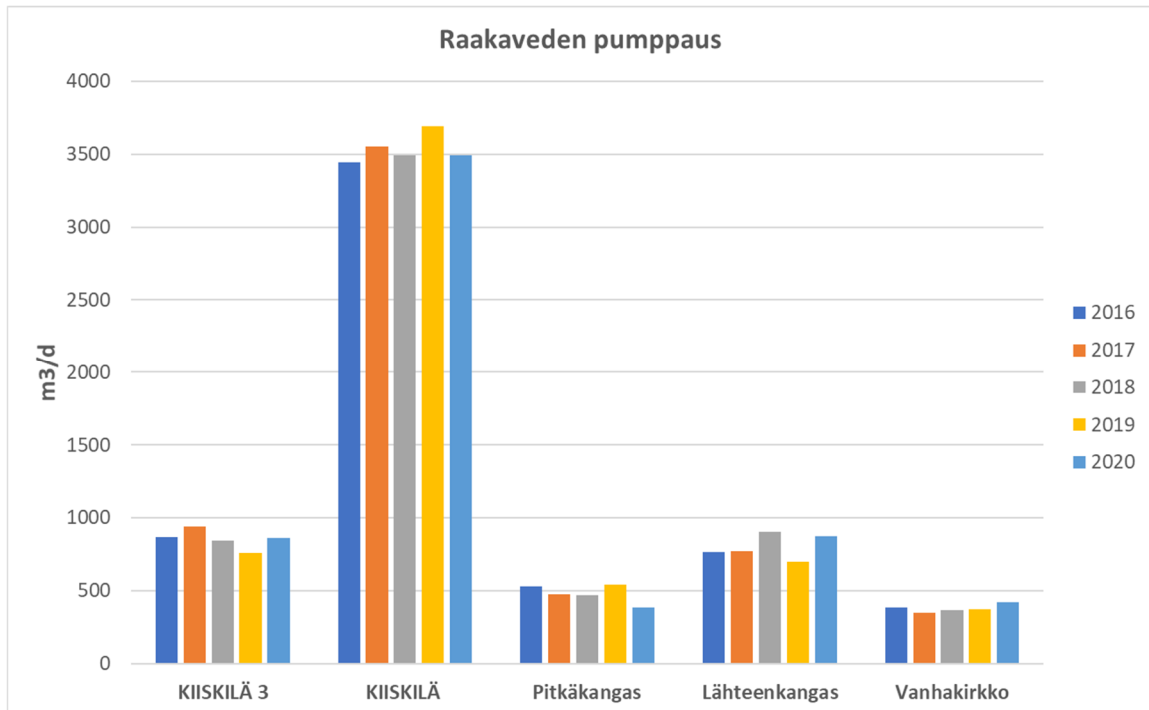
Suunnittelualueelle on rakennettu kaikkiaan 5 pohjavedenottamoita, joissa on useita erillisiä kaivoja. Vedenottamot omistaa Vesikolmio Oy. Sievin vesiosuuskunnalla ei ole omaa vedenhankintaa, vaan kaikki vesi ostetaan Kalajokilaaksossa toimivalta, alueen kuntien omistamalta, tukkuvesiyhtiö Vesikolmio Oy:ltä. Vesikolmio Oy on tukkuvesilaitos, jonka asiakkaita ovat ensisijaisesti osakaskuntien alueilla toimivat vedenjakelulaitokset. Vedenhankinta kattaa suurimman osan Kalajokilaaksoa ja siihen kuuluvat Kalajoen, Ylivieskan, Nivalan ja Haapajärven kaupungit sekä Sievin ja Alavieskan kunnat. Kalajokilaakson talousvedeksi hankitaan vuosittain 3,74 miljoonaa kuutiota hyvälaatuista pohjavettä Sievin, Kalajoen ja Haapajärven pohjavesiesiintymistä. Pumppausmäärät jakaantuvat seuraavasti: Sievi 53,7 %, Kalajoki 27,2 % ja Haapajärvi 19,1 %. Sievin Vesiosuuskunnalle veden Vesikolmio Oy toimittaa Sievin Kiiskilän, Pitkäkankaan, Lähteenkankaan ja Sievin Vanhankirkon pohjavedenottamoista.

Vedenhankinta on mitoitettu siten, että huippukulutusajoinakin vettä on riittävästi saatavilla.

Vedenottamoille ja välipumppaamoille on asennettu kiinteät varavoimakoneet varmistamaan veden jatkuva toimitus. Valmiussuunnitelma on tehty turvaamaan veden toimitusvarmuus myös poikkeus-tilanteissa (<https://www.vesikolmio.fi/talousvesi/>).

Taulukko 5. Vesikolmio Oy:n ottamot suunnitelma-alueella.

Pohjavesialue	Vedenottamo	PSVEO	Lupa m <sup>3</sup> /d <sup>(3)</sup>	Otto, v. 2020 [m <sup>3</sup> /d]
Markkula	Vanhakirkko	4.9.2009, Nro 65/09/2	800	419
Lähteenkangas	Lähteenkangas	25.4.1979, Nro 27/79/II	1700	872
Pitkäkangas	Pitkäkangas	6.2.1985, Nro 1/85/III	2200	386
Isokangas	KIISKILÄ I	20.4.1970, Nro 31/70/I	4000	3491
	KIISKILÄ III	17.6.1994, Nro 34/94/2	2000	863



Kuva 5. Pohjaveden pumppausmääriä Sievin vedenottamoilla (Vesikolmio Oy).

## 5.5 Suojelualueet, lähteet ja arvokkaat geologiset muodostumat

Kiiskilän, Pitkäkankaan ja Lähteenkankaan vedenottamoita varten on laadittu suoja-aluosuunnitelma (Maa ja Vesi, 18.12.1989), mutta suoja-alueita ei ole vahvistettu vesioikeudessa.

Vedenottamoalueiden suoja-alueilla avulla pyritään turvaamaan vedenottamoiden veden laatu estämällä rakentamisesta pohjavedelle aiheutuvat haittavaikutukset. Myös ohjeelliset vedenottamoalueet pyritään jatkossa varaamaan ainoastaan vedenhankintakäyttöön.

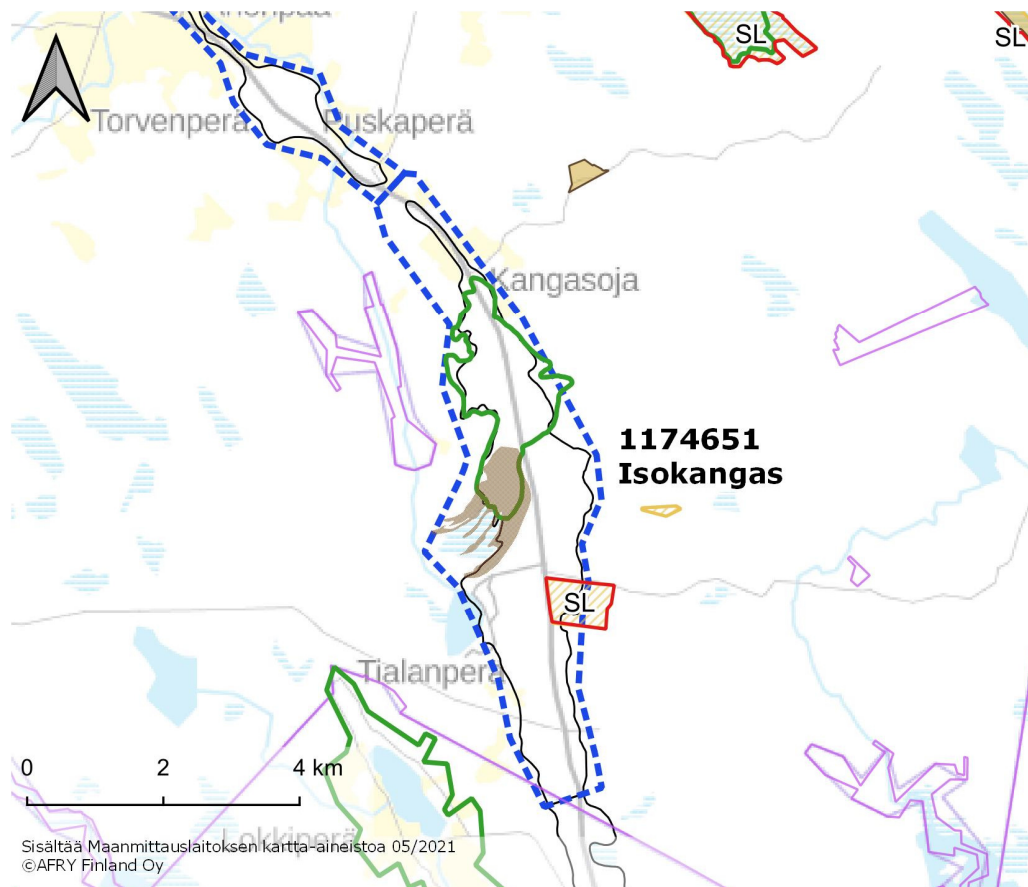
Isokankaan pohjavesialueen itäpuolella on Natura-ohjelmaan kuuluva Alakangas (FI1002008). Alakankaan Natura-alue on tuoreen kankaan ja osin lehtomaisen kankaan metsää. Alueeseen on liitetty myös käsittelemättömiä palon jäljiltä kehittyneitä karumpia harjumänniköitä. Varttunutta, ikääntyvää, kuusivaltaista sekametsää, jossa myös koivua ja mäntyä sekä yksittäisiä vanhoja haapoja ja raitoja. Vanhoja kilpikaarnaisia mäntyjä sekä myös joitain hyvin järeitä kuusia. Maapuita ja pötkelöitä on runsaasti. Vanhan rakennuksen pihapiirissä on niittyjä. Alueella on varttunutta, ikääntyvää kuusivaltaista sekametsää, jossa on runsaasti maapuita ja pötkelöitä. Osa männiköistä käsittelemättömiä, palon jäljiltä kehittyneitä. Vanhojen metsien vähäisyyden takia. Pohjanmaalla on tärkeää että, jäljellä olevat vanhat metsät suojellaan.

Kohdealueen luontotyyppit ja lajit kuuluvat alueen suojeluperusteisiin ja kaikkien niiden suojelutavoitteena on vähintäänkin alueen merkityksen säilyttäminen osana verkostoa. Lisäksi alueen suojelussa ja hoidossa painotetaan seuraavia tavoitteita:









- Alueella vallitseva luontotyyppien ja lajien sekä niiden elinympäristöjen tila säilytetään turvalla luonnon omien prosessien mukainen kehitys.
- Luontotyyppin tai lajin elinympäristön laatua tai lajin populaatiokoon elinvoimaisuutta parannetaan ennallistamis- ja hoitotoimenpitein.

Isokankaan pohjavesialueella on valtakunnallisesti arvokas tuuli- ja rantakerrostuma (TUU-11-049), k. Isokankaan rantakerrostumat sijaitsevat Sievin kunnan kaakkoisosassa Maansydämen pohjoispuolella. Isokankaan rantakerrostuma sijaitsee Sievistä Reisjärvelle jatkuvan lähes pohjois-eteläsuuntaisen harjun länsirinteellä. Muodostuman kaakkoispuolella olevan Isokankaan harjun laki (150 m mpy.) paljastui Itämeren peitosta Ancyliusjärvivaiheen aikana, noin 9 500 vuotta sitten. Aallokko huuhtoi harjun lakea ja kuljetti irrottamaansa hiekkaista ainesta harjua ympäröivään matalaan rantaveteen. Harjun noustessa vähitellen maankohoamisen seurauksena yhä korkeammalle vedenpinnan yläpuolelle syntyi harjun rinteelle sarja allekkaisia kohtalaisen kehittyneitä rantavalleja. Muodostuman alueella olevat rantavallit ovat suuntautuneet koillisesta länsilounaaseen ja ne muodostavat harjun rinteelle viuhkamaisen parven. Rantavallien korkeus on yleensä 0,5-1,5 metriä. Muodostuman kaakkoisreunalla sijaitseva valli on korkeudeltaan 2,5-3,0 metriä. Muilla kohdealueella ei ole valtakunnallisesti arvokkaita kallioalueita, moreenimuodostumia eikä ranta- tai tuulikerrostumia. Alueen mataluudesta ja puustosta johtuen rantavallit hahmottuvat vain lähiympäristöstä. Samasta syystä rantavalleilta avautuu metsä- ja suomaisema vain muodostuman lähiympäristöön. Muodostuman viuhkamainen rakenne ja rantavallien välisiin painanteisiin ulottuvat soistuneet lahdekkeet luovat vaihtelua muodostuman sisäiseen maisemaan. Muodostuman keskiosassa on vanha maaton tervahauta. Alueen eteläpuolella sijaitsee Maasydämen leirintä- ja viihdekeskus, jolta muodostuman poikki kulkee ulkoilureitti. Muodostuman keskiosassa on vanhan tervahaudan jäännökset. Muodostuman pohjoisosa kuuluu Isokankaan harjijensuojeluohjelma-alueeseen (HSO110121). (GTK 2021b)

Isokankaan pohjavesialueeseen kuuluvat suojelualueet on esitetty Kuva 3.



### Merkinnät

	Suojelusuunnitelmassa mukana olevat pohjavesialueet		Luonnonsuojelualue (yksityinen)
	Natura-alue		Luonnonsuojelualue (maakuntakaava)
	Luonnonsuojeluohjelma-alue		Arvokkaat tuuli- ja rantakerrostumat
	Luonnonsuojelualue (valtio)		Kuntaraja

Paikkatietoaineistojen lähteet: Pohjavesialueet, luonnonsuojeluohjelma-alueet, Natura-alueet : SYKE; Yksityiset ja valtion luonnonsuojelualueet: Metsähallitus; Arvokkaat tuuli- ja rantakerrostumat: SYKE, GTK

### Kuva 3 Suojelualueet Isokankaan pohjavesialueella

Vesilaissa (587/2011, 11 §) on määräyksiä vesiluontotyyppien suojelusta; luonnontilaisen enintään kymmenen hehtaarin suuruisen fladan, kluuvijärven tai lähteen taikka muualla kuin Lapin maakunnassa sijaitsevan noron tai enintään yhden hehtaarin suuruisen lammen tai järven luonnontilan vaarantaminen on kielletty.

Pohjavedestä riippuvaisia ekosysteemejä ovat sellaiset pintavedet, joihin pohjavettä purkautuu merkittävässä määrin (pintavesiekosysteemit) ja joissa pohjaveden purkautumisella on merkitystä pintavesiekosysteemin suojelun ja säilymisen kannalta, sekä pohjavesistä riippuvaiset luontotyypit kuten lähteet, lähdepurot ja -lammet sekä lähdevaikutteiset suot (maaekosysteemit). Tyypillisiä pohjavedestä riippuvaisia maaekosysteemejä ovat muun muassa lähteet tai lähteiköt (mukaan lukien tihkupinnat), jotka ovat pohjavesien purkautumispaikkoja usein harjujen juurella (Britschgi ym. 2018).

Karttatarkastelun perusteella alueella ei ole lähteitä. Pohjavesiluokituksen mukaan Markkulan, Lähteenkankaan ja Pitkäkankaan pohjavesialueet kuuluvat luokkaan 1 (Vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue). Isokankaan pohjavesialueeseen liittyy pohjavedestä suoraan riippuvainen pintavesi- tai maaekosysteemi, joten siitä käytetään lisäksi E-merkintää (1E). Muilla suunnitelma-alueella ei ole pohjavedestä suoraan riippuvaisia pintavesi- tai maaekosysteemejä.

### 5.5.1 Suoja-alueiden määrittely

Ympäristöhallinnon ohjeistuksen mukaan, mikäli suojelusuunnitelma-alueella sijaitsevilla vedenotto- moilla ei ole vesilain mukaisia suoja-alueita, voidaan niille määritellä asiantuntijan toimesta ohjeelli- set suoja-alueet (lähi- ja kaukosuoja-alue) suojelusuunnitelmassa. Ohjeelliset suoja-alueet voidaan määrittää myös tutkituille potentiaalisille vedenottopaikoille. Vesihallinto on aikoinaan antanut ohjeen rajauksista (VYH 1991a). Kiiskilän, Pitkäkankaan ja Lähteenkankaan vedenottoa varten on laa- dittu suoja-aluesuunnitelma (Maa ja Vesi, 18.12.1989), mutta suoja-alueita ei ole vahvistettu vesioi- keudessa. Vanhankirkon ja Kiiskilä III vedenottamoiden ohjeellinen suoja-alue on ehdotettu alueella tehtyjen pohjavesitutkimusten ja vedenottomäärien perusteella. Lähteenkankaan vedenottamon suoja-alueen rajausta vastaa suoja-aluesuunnitelmassa esitettyä rajausta. Pitkäkankaan ja Kiiskilä I suojavyöhykkeen rajausta on tarkennettu vuoden 2011 suojelusuunnitelman yhteydessä. (FCG 2011)

Ohjeelliset lähisuoja-alueet on rajattu siten, että pääosan veden virtauksesta ottamolle on katsottu tapahtuvan harjun karkearakeisinta ydinosa pitkin. Rajauksissa on huomioitu myös paikalliset poh- javeden virtausolosuhteet. Ohjeelliset lähisuoja-alueet on karkeasti rajattu ylävirran puolelle noin 500-600 m päähän ja alavirran puolelle noin 300 m päähän ottamopaikasta. Jos ottamoita on useita lyhyin välimatkoin, ovat rajaukset pääosin yhtenäisiä, useiden kilometrien mittaisia. Suoja-alue kat- taa harjun ydinosa ja pohjaveden varsinaisen muodostumisalueen lähiympäristöineen noin 400-500 m levyisinä. Rajaukset vastaavat noin 60-100 vuorokauden virtausviipymää (bakteriologinen raja vähintään 50-60 vrk) virtausnopeutena harjun ydinosa on käytetty 5-8 m/vrk. Karkein materiaali ydinosa on karkeaa hiekkaa ja soraa.

Ohjeellinen kaukosuojavyöhyke kattaa vedenottamoiden ja potentiaalisten vedenottamopaikkojen valuma-alueet. Alueita ei ole erikseen merkitty karttoihin. Pääosa harjumuodostumasta ottamopaik- kojen lähisuoja-alueiden ulkopuolella on ohjeellista kaukosuoja-aluetta eli aluetta, jolla pohjavettä muodostuu ja jonka alueelta pohjaveteen mahdollisesti pääsevät haitta-aineet (joita maaperän puh- distuskyky ei poista tai muuta haitattomaksi) saattavat aiheuttaa vesilaitoksen toimittaman veden pilaantumista.

## 5.6 Alueen kaavoitus ja muu maankäyttö

**Maakuntakaava.** Hankealueella on tällä hetkellä kolme lainvoimaisena voimassa olevaa maakunta- kaavaa:

- Pohjois-Pohjanmaan kokonaismaakuntakaava, joka on hyväksytty maakuntavaltuustossa 11.6.2003 ja vahvistettu ympäristöministeriön päätöksellä (YM3/5222/2003) 17.2.2005, lain- voima 25.8.2006 (KHO).
- kokonaismaakuntakaavan kolmivaiheisen uudistamistyön aloitti 1. vaihemaakuntakaava, joka on hyväksytty 2.12.2013 ja vahvistettu ympäristöministeriössä 23.11.2015 (YM1/5222/2014), lainvoimaiseksi kaava tuli 3.3.2017 (KHO) (energiantuotanto ja -siirto, kaupan palvelurakenne, luonnonympäristö, liikennejärjestelmä ja logistiikka)
- 2. vaihemaakuntakaava on hyväksytty maakuntavaltuustossa 7.12.2016 ja sai lainvoiman 2.2.2017 (kulttuuriympäristöt ja maisema-alueet, maaseudun asutusrakenne, virkistys- ja mat- kailualueet, seudulliset ampumaradat ja materiaalikeskukset, puolustusvoimien alueet).

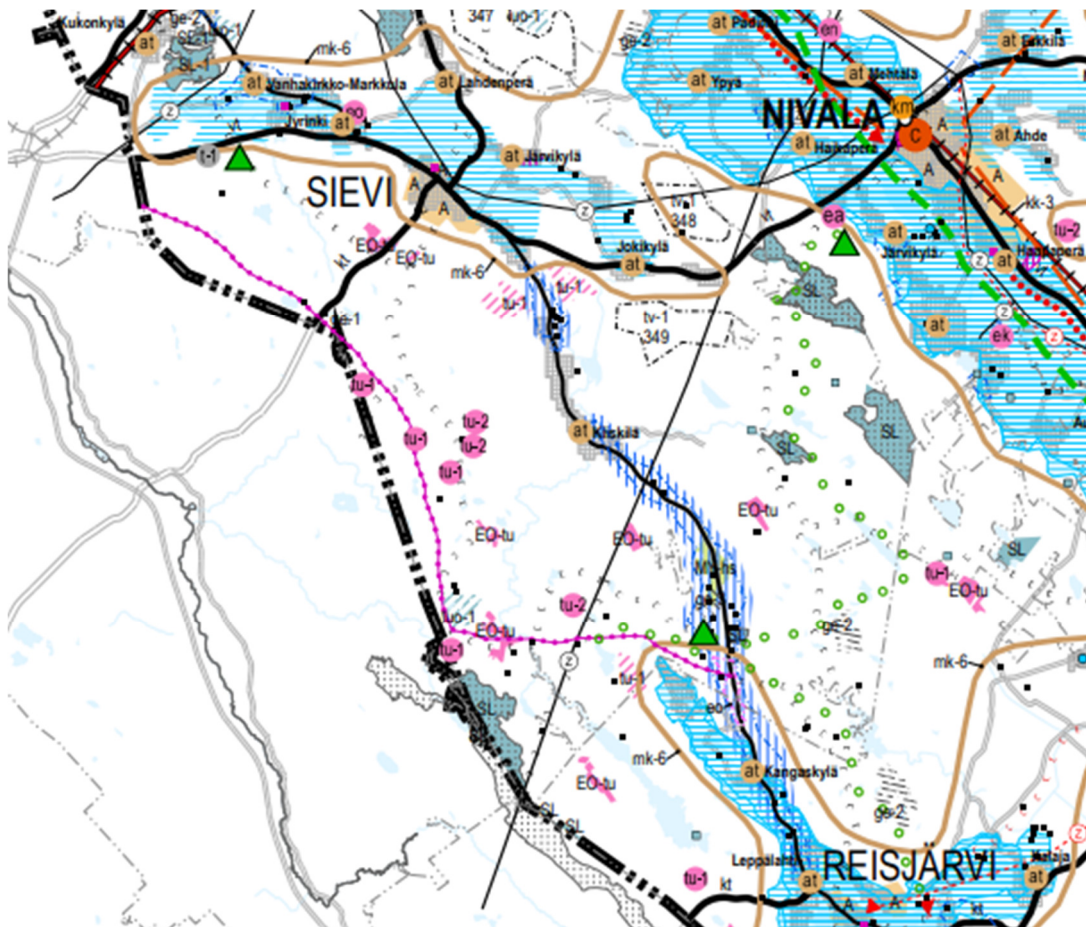
*Pohjois-Pohjanmaan 3. vaihemaakuntakaava.* Maakuntahallitus päätti 5.11.2018 kokouksessaan (§ 232) määrätä 3. vaihemaakuntakaavan tulemaan voimaan maankäyttö- ja rakennuslain 201 §:n no- jalla. Kolmannessa vaihemaakuntakaavassa käsitellään maakunnan alueidenkäyttöä seuraavien tee- mojen ja aihealueiden osalta: Pohjavesi- ja kiviainesalueet (POSKI-hanke), Mineraalipotentiali- ja kaivosalueet (PORTTI-selvitys), Tuulivoima-alueiden tarkistukset ja Muut tarvittavat päivitykset. Ote 3. vaihemaakuntakaavan yhdistelmäkartasta on kuvassa 5. Siitä on kuvattu muutamia merkintöjä seuraavassa. Tarkemmin ne ovat saatavissa Pohjois-Pohjanmaan liiton internet-sivuilta (<https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/aluesuunnittelu/maakuntakaavoitus>).

POHJAVESIALUE (3.vmkk). Merkinnällä osoitetaan yhdyskuntien vedenhankinnan kannalta tärkeät (I luokka / 1-luokka) ja vedenhankintaan soveltuvat (II luokka) / muut vedenhankintakäyttöön soveltuvat (2-luokka) pohjavesialueet. Suunnittelumääräykset: Pohjavesien pilaantumis- ja muuttumisriskiä aiheuttavat laitokset ja toiminnot on sijoitettava riittävän etäälle tärkeistä ja vedenhankintaan soveltuvista pohjavesialueista tai riskien syntyminen on estettävä riittävin vesiensuojelutoimenpitein. Alueella tulee huolehtia pohjavesien suojelun ja maa-ainesten ottotarpeiden yhteensovittamisesta.

TÄRKEÄ POHJAVESIVYÖHYKE (3.vmkk). Merkinnällä osoitetaan laajoja, useista pohjavesialueista muodostuvia vyöhykkeitä, jotka soveltuvat pohjaveden ottamiseen maakunnallista tai seudullista tarvetta varten.

Maakuntakaavassa pohjavesialueet on rajattu pohjavesialueiksi ja lisäksi Isokankaan, Pitkäkankaan, Lähteenkankaan pohjavesialueet on merkitty tärkeiksi pohjavesivyöhykkeiksi. Isokankaan pohjavesialueella on merkintä MY-hs (arvokas harjualue), merkintä eo (maa-ainesten ottoalue) ja Maasydänjärven leirintäalueella on merkintä virkistys- ja matkailukohde. Pitkäkankaan pohjavesialueella sijaitsevalla Kiiskilän kylällä ja Markkulan pohjavesialueella on merkinnät at (maaseutuasutuksen kannalta tärkeä kyläkeskus). Markkulan pohjavesialue sijaitsee osittain valtakunnallisesti ja maakunnallisesti kulttuuriympäristön tai maiseman vaalimisen kannalta tärkeällä alueella sekä kuuluu mk-6-alueeseen (Kalajokilaakso, maaseudun kehittämisen kohdealue). Kaikilla pohjavesialueilla sijaitsee muinaismuistokohteita ja luonnonsuojelualueet on merkitty SL -merkinnällä.

Hankealueen pohjoispuolella on merkintä SL. Merkinnällä osoitetaan luonnonsuojelulain nojalla suojeltuja tai suojeltaviksi tarkoitettuja alueita. Suunnittelumääräys: Alueen ja sen ympäristön maankäyttö tulee suunnitella ja toteuttaa siten, ettei vaaranneta alueen suojelun tarkoitusta, vaan pyritään edistämään alueen luonnon monimuotoisuuden sekä alueiden välisten ekologisten yhteyksien säilymistä. Rakennuslupahakemuksesta tulee pyytää MRL 133 § mukainen elinkeino- liikenne- ja ympäristökeskuksen lausunto.



Kuva 5. Ote maakuntakaavojen (3vmkk) yhdistelmäkartasta (<http://www.pohjois-pohjanmaa.fi/>).

**Sievinkylän osayleiskaava.** Markkulan pohjavesialue sijoittuu Sievinkylän osayleiskaava-alueelle, joka on valmistunut vuonna 2001.

**Maasydän ja Syyryn osayleiskaava.** Isokankaan pohjavesialueella on voimassa 24.3.2011 osittain hyväksytty osayleiskaava. Osayleiskaavassa Kiiskilä I ja Kiiskilä III vedenottamoilla on merkintä et (yhdyskuntateknisen huollon alue). Vedenottamot sijaitsevat varsinaisen osayleiskaava-alueen ulkopuolella.

**Asemakaava.** Pohjavesialueilla ei ole asemakaavaa.

**Maasydämenjärven masterplan.** Maasydämenjärven alueelle on tarkoitus laatia matkailupainotteen yleissuunnitelma eli masterplan. Yleissuunnitelman tarkastelualue ulottuu pohjoisessa-koillisessa Isokankaan pohjavesialueelle. Suunnitelman tarkoituksena on Maasydämen alueen kehittämisen ideointi yhdessä alueen toimijoiden ja alueeseen liittyvien tahojen kanssa. Masterplanissa esitetään suunnitelmakartan lisäksi toimenpidesuunnitelma aikatauluineen ja vastuutahoineen. Masterplanin laatimisen jälkeen harkitaan alueella voimassa olevan Maasydämen ja Syyryn yleiskaavan tarkistamisen tarve.

**Maankäyttö.** Pohjavesialueet ovat pääosin metsätalouskäytössä, mutta myös peltoja on alueella suhteellisen paljon. Taulukko 3 on ote maankäyttötiedoista pohjavesialueella. Tiedot ovat ympäristöhallinnon aineistosta (Corine maankäyttö / maanpeite 2012 - analysoitu 05/2018). Aineisto ei varmankaan ole täysin ajan tasalla, mutta antaa likimääräiset tiedot.

Taulukko 3. Sievin pohjavesialueen maankäyttötietoja (<https://www.wp2.ymparisto.fi/>).

Pohjavesialue	Osa-alue	Kokonaispinta-ala			Väljästi rakennetut asuinalueet			Palveluiden ja teollisuuden alueet			Liikennealueet			Maa-ainesten ottoalueet			Urheilu- ja vapaa-ajan toiminta-alueet			Pellot			Pienipiirtien maatalousmosaiikki			Lehtimetsät			Havumetsät			Sekametsät			Harvapuustoiset alueet			Avosuot ja turvetuotantoalueet		
		[ha]	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	%	[ha]	%						
Markkula	Pv.alue	533	38,9	7,3	16,7	3,1	17,3	3,3	8,8	1,7	2,5	0,5	243,5	45,7	8,0	1,5	4,7	0,9	164,2	30,8	22,2	4,2	47,9	9,0	0,3	0,1														
	Muod.alue	404	31,6	10,4	13,4	4,4	14,4	4,7	8,8	2,9	1,9	0,6	135,2	44,5	5,5	1,8	3,0	1,0	55,4	18,2	8,6	2,8	26,0	8,6	0,0	0,0														
Lähteenkangas	Pv.alue	341	7,4	2,2	4,2	1,2	11,3	3,3	20,6	6,0	0,9	0,3	98,0	28,7	2,3	0,7	2,1	0,6	138,7	40,7	11,5	3,4	44,0	12,9	1,0	0,3														
	Muod.alue	230	6,7	2,9	4,0	1,7	9,0	3,9	20,6	8,9	0,8	0,4	40,8	17,7	1,9	0,8	0,8	0,4	100,5	43,7	7,9	3,4	36,0	15,7	0,5	0,2														
Pitkäkangas	Pv.alue	313	11,0	3,5	5,3	1,7	12,6	4,0	34,4	11,0	0,9	0,3	141,3	45,2	3,9	1,3	3,8	1,2	82,0	26,2	19,6	6,3	47,1	15,1	0,2	0,1														
	Muod.alue	165	7,2	4,4	3,8	2,3	8,7	5,3	34,4	20,9	0,8	0,5	14,2	8,6	1,7	1,0	0,1	0,1	53,1	32,2	5,2	3,1	30,2	18,3	0,0	0,0														
Isokangas	Pv.alue	1346	5,7	0,4	4,4	0,3	23,4	1,7	53,2	4,0	5,9	0,4	38,1	2,8	14,9	1,1	4,2	0,3	768,3	57,1	56,1	4,2	290,4	21,6	66,5	4,9														
	Muod.alue	813	2,9	0,4	3,1	0,4	19,5	2,4	52,8	6,5	5,8	0,7	4,5	0,6	0,7	0,1	1,4	0,2	498,4	61,3	13,6	1,7	198,9	24,5	4,0	0,5														



## 6 POHJAVESIALUEEN RISKITOIMINNOT

Pohjavesialueiden riskitekijöiden tiedot on saatu Sievin kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselta ja tiedot pilaantuneista ja mahdollisesti pilaantuneista maa-alueista (MATTI) Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskukselta. Vanhojen maa-ainesten ottoalueiden osalta tiedot on saatu ympäristöhallinnon kartta-palvelusta, Sievin kunnalta ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskukselta. Lähtöaineistona oli vanha suojelusuunnitelma vuodelta 2011 sekä myös kiinteistökyseily, joka toteutettiin kesäkuussa 2021. Kysely lähetettiin 185 kiinteistön omistajalle ja vastauksia saatiin 92 kpl. Kyselyssä tiedusteltiin mm. öljysäiliöiden olemassaoloa, eläinsuojia ja mahdollisesti muuta pilaavaa toimintaa sekä kaivotilannetta. Lisäksi on hyödynnetty muuta olemassa olevaa aineistoa alueen toimijoista ja maankäytöstä. Alueelle tehtiin konsultin toimesta maastotarkastelu syyskuussa 2021. Riskikohteiden sijainti ilmenee kartta-liitteistä 4 ja riskikohdetaulukko on liitteessä 5.

### 6.1 Ympäristönsuojelulain mukaisen luvan vaatimat toiminnot

Maaperän ja pohjaveden pilaantumista voivat aiheuttaa hyvin erilaiset teollisuuden ja yritystoiminnan alat. Ympäristön pilaantumisen riskin vuoksi näiltä toiminnoilta edellytetään ympäristölupaa. Jos toiminta sijoitetaan tärkeälle tai muulle vedenhankintakäyttöön soveltuvalla pohjavesialueella ja toiminnasta voi aiheutua pohjaveden pilaantumisen vaaraa, on sille haettava ympäristölupa myös siinä tapauksessa, että toiminta on asetuksessa (VNa 713/2014) mainittua vähäisempää.

Suunnitelma-alueella on yksi Sievin kunnan luvittama ja kaksi Avi:n luvittamaa eläinsuojaa. Osa luvanvaraista toiminnoista on päättyneet.

### 6.2 MATTI-rekisterin kohteet

Ympäristöhallinnon maaperän tilan tietojärjestelmässä (MATTI) on tietoja alueista, joiden maaperään on voinut päästä haitallisia aineita, tai joiden tilaa on selvitetty tai jotka on jo puhdistettu. Kohdealueella on MATTI-järjestelmässä kaksi merkintää. MATTI-järjestelmässä kohteet jaetaan neljään lajiin toiminnan tilan ja toimenpidetarpeen, jotka on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 4. MATTI-järjestelmän merkinnät.

Laji	Kohteen tila ja toimenpidetarpeet
Toimiva	Kohteessa käsitellään tai varastoidaan haitallisia aineita. Maaperän tila tulee tarvittaessa selvittää alueella tapahtuvan toiminnan muutoksissa, kuten toiminnan loppuessa tai kohteen omistajan vaihtuessa.
Selvitystarve	Kohteessa on viranomaisten tietojen mukaan harjoitettu mahdollisesti maaperää pilaavaa toimintaa. Tällöin alueen maaperästä tulee hankkia tarkempaa tietoa, jos se esimerkiksi aiotaan myydä, sen käyttötarkoitusta muutetaan, alueelle aiotaan rakentaa tai siellä havaitaan pilaantumiseen viittaavia haittoja.
Arvioitava tai puhdistettava	Kohteen maaperässä on todettu haitallisia aineita. Näillä alueilla tulee tehdä kunnostustarpeen arviointi ja tarvittaessa alue tulee puhdistaa.
Ei puhdistustarvetta	Kohde on kunnostettu hyväksyttävälle tasolle tai todettu tutkimusten perusteella pilaantumattomaksi. Alueelle voi kuitenkin jäädä maankäyttörajoitteita ja jos maankäyttö muuttuu, tulee puhdistustarve arvioida uudelleen.

#### Pitkäkangas, Kiiskilän vanha kaatopaikka

Pitkäkankaan pohjavesialueella, pohjaveden muodostumisalueen luoteisrajalla sijaitsee vanha vuosina 1966 - 1980 toiminut Kiiskilän kaatopaikka (Rn:o 746-405-0006-0069, kohde 57). Kaatopaikka sijaitsee noin 0,7 km etäisyydellä Pitkäkankaan vedenottamosta. Alueella on voimassa maankäyttörajoite ja kohde on ollut suojelusuunnitelmaa laadittaessa Ympäristöhallinnon maaperän tilan tietojärjestelmässä merkinnällä: kaatopaikan alue on puhdistettava tai arvioitava.

Maastokäynnin perusteella alue on metsittyneet, eikä jätejakeita ole havaittavissa. Kaatopaikka-alueella on kaksi muovista todennäköisesti suotoveden tarkkailuputkea. Suojelusuunnitelman laadinnan (v. 2011) yhteydessä asennetut tarkkailuputket sijaitsevat alueen pohjoisreunalla ja keskellä jäte-täyttöaluetta.

Alueen pohjoisreunalla sijaitsevassa havaintoputkessa vedenpinta todettiin 0,49 metrin syvyydellä maanpinnasta (mittaus 27.5.2011). Havaintoputkesta ei saatu edustavaa vesinäytettä, johtuen vähäisestä vesimäärästä. Kaatopaikka-alueen keskellä sijaitsevassa havaintoputkessa vesipinta oli noin 1,20 m syvyydellä maanpinnasta (mittaus 27.5.2011). Havaintoputkesta otettiin vesinäyte noutimella. Vesi oli emäksistä (pH oli 7,4). Sähkönjohtavuus oli kohonnut (270 mS/cm) ja vedessä todettiin pieni pitoisuus tolueenia (9 µg/l), jotka ilmentävät kaatopaikan vaikutusta. Muilta osin tutkitut haitta-ainepitoisuudet olivat alle laboratorion määritysrajojen. (FCG 2011)

### **Kallion saha, nyk.Kallion Murske Oy:n varastoalue, Pitkäkangas Sievi**

Pitkäkankaan pohjavesialueelle, varsinaisen pohjaveden muodostumisalueelle sijoittuva Kallion saha on ollut toiminnassa vuosina 1970 - 1985. Saha-alueella ei ole koskaan käytetty kyllästysaineita. Saha-alueella on tehty maaperän ja pohjaveden pilaantuneisuustutkimuksia vuonna 2005. Tutkimuksissa ei havaittu maaperän pilaantuneisuuskynnyksen ylittäviä pitoisuuksia öljy-yhdisteitä, kloorifenoleja, dioksiini- tai furaaniyhdisteitä. Yhdessä näytteessä todettiin dioksiini- ja furaania 1,7 ng ITEQ/kg (ohjearvo 20 ng ITEQ/kg). Yhdessä pohjavesinäytteessä todettiin kloorifenolia 0,32 µg/l (talousveden laatuvaatimus 10 µg/l). Alueella tehtiin tarkentavia tutkimuksia ja pintamaan kunnostustoimenpiteitä vuonna 2006. Toimenpideraportin mukaan pistemäisiä öljyhiilivedyillä pilaantuneita maa-aineksia poistettiin yhteensä 98 tonnia (noin 60 m<sup>3</sup>) puhtaaseen maakerrokseen saakka. Öljyhiilivetypitoisuudet olivat suurimmillaan 4200 mg/kg. Kohteen pohjavedestä on otettu kontrollinäytteet vuosina 2007 ja 2008. (FCG 2011)

Tutkimukset ja kunnostus on tehty Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen päätöksen mukaisesti. Kunnostuksessa on saavutettu kunnostuksen tavoitepitoisuustasot, eikä maaperään tai pohjaveteen ole jäänyt tavoitepitoisuuksia ylittäviä haitta-ainepitoisuuksia.

Laji / Käyttörajoite: Ei puhdistustarvetta / Ei käyttörajoitetta.

Nykyisin alueella on Kallion Murske Oy:n varastorakennuksia.



*Kuva 4 Pohjavesiveden tarkkailuputki ampumaradan eteläosassa, yleistä kuvaa ampumarata-alueesta*

## **6.3 Muut pistemäiset riskikohteet**

### **6.3.1 Lähteenkankaan ampumarata**

Vanha hirviampumarata sijaitsee Lähteenkankaan pohjavesialueen luoteisreunalla, varsinaisen muodostumisalueen ulkopuolella.

Maaperä- ja pohjavesiselvityksiä on tehty vuonna 2011 suojelusuunnitelman yhteydessä. Selvityksen mukaan tutkimusalueen maaperässä ylittyy lyijyn osalta ongelmajätearvo sekä kromin ja kuparin osalta ylemmät ohjearvot. Tutkimustulosten perusteella etuvallin ja takavallin maaperä on voimakkaasti pilaantunut. Voimakkaan pilaantuneisuuden arvioidaan ulottuvan vähintään 2 metrin syvyyteen. Kynnysarvon ylittäviä pitoisuuksia esiintyy arviolta noin 3 metrin syvyyteen saakka. Pintanäytteissä todettiin suurimmat, ongelmajätearvon ylittävät lyijypitoisuudet (5300 - 7100 mg/kg). Näytesyvyydellä 2 - 3 metriä todettiin kynnysarvon ylittäviä lyijypitoisuuksia (67 mg/kg). Tutkimusalueelle on asennettu maaperään pohjaveden havaintoputki PVP1. Pohjaveden pinta oli noin 1,03 metrin (mittaus 27.5.2011) syvyydellä maanpinnasta. Vesinäytteen haitta-ainepitoisuudet olivat matalia, reilusti alle talousveden laatusuosituksen ja talousvesinormin. Tutkimuspisteissä, joissa todettiin maaperän pilaantuneisuutta, ei havaittu pohjavettä alle 3 metrin syvyydellä maanpinnasta. Pilaantuneelta alueella noin 20 metrin etäisyydellä, pohjavettä tavattiin noin metrin syvyydellä.

### 6.3.2 Moduvia Oy:n entinen romun keräys- ja -käsittelypaikka

Moduvia Oy:n entinen romun keräys-, esikäsittely- ja käsittelypaikka (746-407-2-39) sijaitsee Markkulan pohjavesialueen länsiosassa pohjaveden virtaussuunnassa Vanhankirkon vedenottamon alapuolella. Alueella välivarastoidaan vähäisiä määriä lajiteltua romua. Romut on varastoitu pääosin tarkoituksenmukaisesti jäte- ja keräysastioihin. Kiinteistön piha-alue on sorapintainen. Hulevedet johdetaan kiinteistöltä maastoon. Kohteen maaperää ei ole tutkittu. Kohde sijaitsee noin 2,3 km luoteeseen Vanhankirkon vedenottamolta. Nykyisin Moduvia Oy:n varsinainen romunkeräystoiminta on siirretty pohjavesialueen ulkopuolelle. Sievin kunta on myöntänyt toiminnalle ympäristöluvan vuonna 2003. (FCG 2011)

### 6.3.3 Entinen polttonesteiden jakelupiste, Hilun Valinta

Hilun Valinta- niminen entinen Soili-ohjelman kohde sijaitsee Markkulan pohjavesialueella pohjaveden virtaussuunnassa Vanhankirkon vedenottamon alapuolella. Kiinteistö on tutkittu Pöyry Environment Oy:n toimesta vuonna 2014 ja alueella todettiin pienehkö määrä pilaantunutta maata. Kiinteistöä ei todennäköisesti ole kunnostettu.

### 6.3.4 Entinen polttonesteiden jakelupiste, Osula Markkula Vanhakirkko

Osula Markkula Vanhakirkko- niminen entinen polttoaineen jakelupiste sijaitsee muodostumisalueen itäosassa pohjaveden virtaussuunnassa Vanhankirkon vedenottamon alapuolella. Kiinteistön maaperä on tutkittu Soili-ohjelman ja PSV- Maa ja Vesi Oyn toimesta vuonna 2000. Tutkimusraportin ja Ympäristöhallinnon tietojärjestelmän mukaan maaperä on puhdas.

### 6.3.5 Hautausmaa

Markkulan pohjavesialueella on Vanhankirkon hautausmaa. Hautausmaa sijoittuu etelään pohjaveden varsinaiselle muodostumisalueelle, 0,7 km etäisyydelle Vanhakirkon vedenottamosta pohjaveden virtaussuunnassa Vanhankirkon vedenottamon alapuolelle. Hautausmaiden vaikutukset pohjaveteen liittyvät sekä itse hautaustoimintaan että alueella tehtäviin puutarhahoidollisiin töihin. Muutoksia laatuolosuhteissa aiheuttavat mm. hautausmaiden rakentaminen, ojitukset, vesijohdot, maantäyttö, nurmetukset, istutukset, lannoitukset, mahdollinen torjunta-aineiden käyttö sekä itse hautausmaahan.

Hautausmaihin liittyvissä tutkimuksissa ei ole todettu ehdottoman varmaa hautausmaavaikutuksen yksittäistä indikaattoria. Tulkiten havaintoja kokonaisuutena hautausmaan vaikutus pohjaveteen on mitä todennäköisimmin. Vaikutus ilmenee terveydelle ilmeisesti vaarattomina pohjaveden laadun muutoksina. Fysikaalis-kemiallisten vedenlaatuparametrien osalta korkeat kemiallisen hapenkulutuksen (CODMn)-, kokonaistyppi-, nitraatti (NO<sub>3</sub>)-, kokonaisfosfori- ja fosfaatti (PO<sub>4</sub>)-arvot sekä olosuhteisiin nähden (harjumuodostuma) yleisenä esiintyvä rikkivedyn haju indikoivat hautausmaiden vaikutusta selvimmin. Viitteitä antavia ovat myös kohonneet sulfaatti- ja kloridipitoisuudet. Hautaustoiminnan vaikutukset riippuvat paljolti myös hydrogeologisista olosuhteista (mm. etäisyys pohjavesipintaan, maaperän raekoko). Yleensä pohjavesivaikutukset ulottuvat vain hautausmaan välittömään ympäristöön (Mälkki ym. 1988).

### 6.3.6 Konekorjaamo

Markkulan pohjavesialueen eteläosassa pohjaveden virtaussuunnassa Vanhankirkon vedenottamon alapuolella sijaitsevassa pienehkössä konekorjaamossa tehdään maatalouskoneiden huoltoa. Kiinteistön piha-alue on sorapintainen. Huoltorakennuksessa on öljynerotuskaivo. Kiinteistön hulevedet kulkeutuvat maastoon, ojiin ja painanteisiin. Kohde sijaitsee noin 0,7 km etäisyydellä Vanhankirkon vedenottamosta. (FCG 2011)

### 6.3.7 Muuntamot

Suunnitelma-alueella on yhteensä 25 muuntamoita, joista pylväsmuuntamoita on 18 kpl ja rakennus-/puistomuuntamoita 7 kpl. Öljyä on pylväsmuuntamoissa muuntamon koon mukaan välillä 84-375 kg. Pylväsmuuntajat sijaitsevat osin myös vedenottamoiden läheisyydessä. Pylväsmuuntajista öljy pääsee vahingon sattuessa maahan. Puistomuuntajat on sijoitettu maanpäälle, ja niissä on suoja-altaat (öljynkeräys).

### 6.3.8 Romua kiinteistöllä

Muun muassa Markkulan pohjavesialueen lounaisosassa, seututien774:n eteläpuolella, Vanhakirkon alueella on metalliromua (kuva 8) ja alueella havaittiin myös mm. linja-autonromu.



*Kuva 5 Metalliromua ja entinen maapäällinen säiliö Vanhakirkon alueella*

## 6.4 Asutus

Markkulan pohjavesialue on tiheimmin asutettua taajama-aluetta, muilla pohjavesialueilla on harvempaa haja-asutusta ja näistä erityisesti Isokangas on harvemmin asutettua.

### 6.4.1 Öljysäiliöt

Vuonna 2011 suojelusuunnitelman yhteydessä tehdyn kartoituksen mukaan Markkulan pohjavesialueella sijaitsee yhteensä 21 öljysäiliötä, Lähteenkankaan pohjavesialueella kaksi öljysäiliötä ja Pitkänkankaan pohjavesialueella 7 öljysäiliötä. Jokilaaksojen Pelastuslaitokselta saadun tiedon mukaan ainoastaan yksi säiliö on poistunut. Tehdyn kiinteistökyseilyn (kuvaus kohta 6) mukaan (185 lähetetty / 92 vastausta) 18:sta kiinteistöillä oli öljysäiliöitä, joista 12 kpl on käytössä ja loput 6 kpl on poistettu käytöstä. Kiinteistöillä ei ollut vastausten perusteella pilaantuneita maa-alueita. Pohjavesialueilla sijaitsevista öljysäiliöistä on tehty Jokilaakson pelastuslaitoksen toimesta kartoitus vuoden 2011 suojelusuunnitelmaan, jota on päivitetty nyt tehdyn suojelusuunnitelman yhteydessä. Kartoitustietojen mukaan Markkulan pohjavesialueella sijaitsee yhteensä 21 öljysäiliötä, Lähteenkankaan pohjavesi-

alueella kaksi öljysäiliötä ja Pitkäkankaan pohjavesialueella 7 öljysäiliötä. Pohjavesialueilta oli poistettu käytöstä useita säiliöitä vuoden 2011 suojelusuunnitelman valmistumisen jälkeen. Osa säiliöistä on hoidettu asianmukaisesti luvanvaraiselle vastaanottajalle, mutta osa on edelleen käyttämättömänä kiinteistöillä.

Tarkemmat tiedot öljysäiliöiden koosta, kunnosta, sijainnista (maalainen vai maanpäällinen) ja suojaavista rakenteista tulee selvittää Sievin kunnan ja Jokilaakson pelastuslaitoksen toimesta. Maanalaisten öljysäiliöiden tarkastuspöytäkirjat tulee kiinteistön omistajien toimittaa Jokilaakson pelastuslaitokselle.

Öljysäiliöiden sijainnit on esitetty piirustuksissa 4.1-4.4.

Pelastusviranomaisen valvoo öljysäiliöiden turvallisuutta kolmessa tapauksessa:

Pelastuslaitos valvoo maanalaisten öljylämmityssäiliöiden kuntoa silloin, kun säiliöt sijaitsevat pohjavesialueella. Palolaitos vie niistä säiliöistä, joista saadaan tarkastuspöytäkirja, palotarkastusohjelmaan tiedot tarkastusajankohdasta, sijainnista (maan alla / päällä), säiliöluokasta, -tilavuudesta ja -tyypistä, mikäli säiliö on pohjavesialueella ja maalainen. Tarvittaessa säiliön omistajalle annetaan määräys saattaa säiliö asianmukaiseen kuntoon tai poistaa se.

Pelastusviranomaisen valvoo kemikaalien säilytystä. Säilytys on pienimuotoista toimintaa, joka ei vaadi erillistä hallintopäätöstä. Pelastusviranomaisen voi yksittäistapauksissa rajoittaa vaarallisten kemikaalien säilytysmääriä tai määrätä säilytykselle muita turvallisuuden kannalta tarpeelliseksi katsottuja rajoituksia tai ehtoja kemikaaliturvallisuuslain 36 § perusteella. Säilytystä ei valvota määräaikaisvalvonnalla. Kun polttoöljyn tai dieselin kokonaismäärä on 10 m<sup>3</sup> tai enemmän ja säiliöitä käytetään ajoneuvojen tankkaukseen, noudatetaan jakeluasemapäätöstä.

Vähäinen teollinen käyttö ja varastointi on toimintaa, josta toiminnanharjoittajan on tehtävä ilmoitus pelastusviranomaiselle. Pelastusviranomaisen on tehtävä asiasta hallintopäätös, jossa annetaan lupaehtot. Ilmoitusvelvollisuus määräytyy kemikaalien kokonaismäärän perusteella. Mikäli toiminnanharjoittaja varastoi ja käyttää vain öljyä, on ilmoitusraja 10 tonnia (n. 12 m<sup>3</sup>). Varastointia valvotaan määräaikaisvalvonnalla.

#### 6.4.2 Maalämpöjärjestelmät

Kiinteistökyseleyn mukaan pohjavesialueilla on kymmenen maalämpökaivoa.

Maalämmöllä tarkoitetaan maa- ja kallioperän pintaosiin varastoitunutta lämpöenergiaa. Lämpöenergiaa voidaan hyödyntää rakennusten ja niiden käyttöveden lämmittämiseen ja viilentämiseen lämpöpumpputekniikan avulla. Lämmönsiirtonesteinä käytetään nykyisin vesi-etanoliseosta. Vanhemmissa järjestelmissä on käytetty myös glykoliseoksia.

Maalämpöjärjestelmistä voi aiheutua pohjaveden pilaantumisen riskiä pääasiassa mahdollisista lämmönsiirtoainevuodoista ja pintavesien pääsystä pohjaveteen vuotavien kaivorakenteiden tai suojaputkitusten vuoksi. Mikäli lämpökaivojen rakennustöitä tehdään pilaantuneilla maa-alueilla, on vaarana, että pilaantunut maa-aines tai huonolaatuinen pinta- tai pohjavesi pääsee sekoittumaan hyvälaatuiseen pohjaveteen. (Juvonen ja Lapinlampi 2013).

Lämpökaivon poraus kallioon saattaa aiheuttaa pohjaveden samentumista, muutoksia pohjaveden virtausolosuhteisiin ja pahimmassa tapauksessa lähistön kaivojen kuivumista. Lisäksi porauskalustosta vuotavat poltto- ja voiteluaineet voivat aiheuttaa pohjaveden tai maaperän pilaantumista. (Juvonen ja Lapinlampi 2013).

#### 6.4.3 Jätevedet ja hulevedet

Pohjavesialueet ovat pääosin vesi- ja viemäriverkostojen piirissä. Kiinteistökyseleyn mukaan Markkulan pohjavesialueella kahdeksalla kiinteistöllä on umpisäiliöt, joista muodostumisalueella on 6 umpisäiliötä. Lähteenkankaan ja Pitkäkankaan pohjavesialueelle sijoittuvaa Reisjärventietä ei ole liitetty

viemäriverkostoon eli alueen kiinteistöt eivät ole yleisen viemäroinnin piirissä. Isokankaan pohjavesialueella Maasydänjärven alueella on yksityisen palveluntarjoajan jätevesiviemärointi ja jätevedenpuhdistamo. Puhdistamolla on ympäristölupa, jonka ehtojen toteutumista valvoo ELY-keskus. Puhdistamo sijoittuu Isokankaan pohjavesialueen länsireunalle, pohjaveden muodostumisalueen rajalle. Vuonna 2008 toteutetun saneerauksen jälkeen, puhdistamon käyttövarmuus on hieman parantunut aikaisempaan nähden. Puhdistamolta on purkupuutki pohjavesialueen ulkopuolella sijaitsevalle läheiselle suolle. Jätevedenpuhdistamolta syntyvä liete (noin 50 m<sup>3</sup>) toimitetaan Kalajoen kompostointilaitokselle. Jätevedenpuhdistamon vesistövaikutusten on arvioitu olevan vähäisiä.

Ympäristönsuojelulain muutoksen mukaan haja-asutusalueilla kiinteistön talousjätevesien kiinteistökohtaisen käsittelyn tuli täyttää perustason puhdistusvaatimus 31.10.2019 mennessä, jos se sijaitsee enintään 100 metriä vesistön rannasta tai tärkeällä pohjavesialueella. Määräys koski myös vedenhankintaan soveltuvia pohjavesialueita. Tehdyn kiinteistökyseilyn mukaan vastausten mukaan lähes kaikki kiinteistöt ovat joko liittyneet viemäriverkostoon tai ovat toteuttaneet YSL:n mukaisen jätevesisijärjestelmän.

Kyselyn mukaan seitsemällä (7) kiinteistöillä ei ollut vesikäymälää. Kiinteistöt toimivat pitkälti lomaikätyksessä tai eivät olleet käytössä lainkaan.

Suunnitelma-alueella ei ole hulevesiverkostoa.

## 6.5 Liikenne ja liikenneväylien kunnossapito

Talvikunnossapitoon käytettävän tiesuolan (natriumkloridi, NaCl) tai kaliumformiaatin (KHCOO) käyttömäärä riippuu suuresti keliolosuhteista ja tien hoitoluokituksista.

Seututie 774 kulkee Markkulan pohjavesialueella noin 3,6 km matkan. Väyläviraston (<https://julkinen.vayla.fi/>) liikennetietojen mukaan vuoden 2020 keskimääräinen vuorokausiliikenne (KVL) oli kyseisellä osuudella 713, josta raskaan liikenteen osuus oli 53. Tie kuuluu hoitoluokkaan II. Talvikunnossapidon osalta tämä tarkoittaa sitä, että tien pinta on pääosin polannepintainen, ja polanne voi olla osittain urautunut. Lunta voi sataa useampi sentti, ennen kuin toimenpiteet käynnistyvät. Uusimmissa urakoissa klo 02-20 välisenä aikana toimenpiteet aloitetaan vähän aikaisemmin. Teiden pintoja karhennetaan sekä risteysalueet, mäet ja kaarteet hiekoitetaan säännöllisesti. Kaikkein ongelmallisimmilla keleillä myös tiet hiekoitetaan kokonaan. Hiekoitustarve varmistetaan keliolosuhteiden mukaan. Markkulan pohjavesialueen länsiosassa sijaitsee itä-länsisuuntaisesti yhdystie 1831 2,4 km pituisella matkalla ja pohjois-eteläsuuntaisesti yhdystie 18202 3,6 km pituisella matkalla. Tiet kuuluvat hoitoluokkaan III, m9ikä tarkoittaa sitä, että tiestö on pääosan aikaa polannepintainen ja paikoin voi olla uria. Laatu on pääosin sama kuin hoitoluokan II teillä, mutta auraus voi kestää tuntia ja liukkaudentorjunta kaksi tuntia pidempään. Lunta sallitaan myös vähän enemmän kuin hoitoluokassa II. Sään muuttuessa keli voi olla useiden tuntien ajan ongelmallinen, jolloin ajaminen vaatii erityistä varovaisuutta. (<https://vayla.fi/vaylista/aineistot/avoindata>)

Seututie 760 kulkee Lähteenkankaan, Pitkäkankaan ja Isokankaan pohjavesialueilla yhteensä noin 18,3 km pituisella matkalla. Pohjavesialueilla sijaitsevilla tieosuuksilla liikennemäärä on enimmillään noin 1200 ajoneuvoa vuorokaudessa (kvl + kvl raskas liikenne). Seututie 760 on talvihoitoluokassa luokassa Ib. Hoitoluokassa Ib tie on yleensä pääosin paljas, mutta pakkaskelien aikaan ajokaistojen ja ajourien välissä voi ajoittain esiintyä matalia kapeita polannekaistoja. Polanteet pyritään ohuena nopealla lumen ja polanteen poistolla. ELY-keskukselta saadun tiedon mukaan seututien 760 Liukkauden torjunta tehdään pääosin hiekalla, mutta suolaus on mahdollista. Liukkautta pyritään torjumaan ennakoivasti. Tie hoidetaan melko korkeatasoisesti. Polanneurat ja -pinta tasataan mahdollisimman tasaiseksi. Talvi (2019-2020) oli poikkeuksellinen ja suolausta on jouduttu tekemään koko urakka-alueella paljon. Seututiellä 760 ei ole tällä hetkellä suolausrajoitusta, mutta se on tehty 2021/22 kaudesta eteenpäin. Urakan kokonaissuolauksen määrää seurataan ja lisäksi suolauksen määrää seurataan myös pohjavesialueilla.

Muilta osin pohjavesialueille sijoittuva tiestö on pihateitä, metsäautoteitä ja tilusteitä.

Seututie 760 vieressä sijaitsevat Pitkäkankaan ja Isokankaan (Kiiskilä I) vedenottamoiden kaivot (Kuva 6) sekä tien lähellä Kiiskilä III vedenottamon kaivot. Mahdollisissa onnettomuustilanteissa edellä mainittujen vedenottamoiden kaivojen vedenlaadulle aiheutuu suuri riski.



Kuva 6 Seututie 760 varrelle sijoittuva Isokankaan pohjavedenottamo, Kiiskilä I.

Vaarallisten aineiden kuljetukset keskittyvät pääosin Sievi – Reisjärvi Kiiskilän ja Pesonkankaan alueelle, josta Kiiskilän alue on erittäin merkittävä, sillä alueelta tuotetaan käyttövesi seuraaviin kuntiin: Sievi, Ylivieska, Nivala, Alavieska. Vaarallisten aineiden kuljetustaaajuus on kuitenkin vähäinen. Onnettomuuden todennäköisyys on matala, mutta seuraukset vakavat, koska alueella ei ole suojausta. (Jokilaaksojen Pelastuslaitos 2019)

## 6.6 Maa-ainesten otto

Nykyisellään suunnitelma-alueella ei ole voimassa olevia maa-aineslupia. Suunnittelualueelta on otettu maa-aineksia jo ennen maa-aineslain (v. 1982) voimaantuloa. Entisten maa-ainesten ottoalueiden pinta-ala on noin 117 ha eli noin 5,7 % suunnittelualueen pohjavesialueiden kokonaisalasta ja 9,8 % pohjaveden varsinaisen muodostumisalueiden pinta-alasta.

Yksi viimeisimpiä maa-aineksen ottamisalueita on Isokankaan pohjavesialueella sijaitseva entinen Morenia Oy: maa-aineksen ottoalue (36 ha), jonka ottamislupa päättyi vuonna 2021. Morenia Oy on laatinut alueelle YVA-selvityksen, jonka mukaan maa-aineksen otto on toteutunut vaihtoehto VE1 mukaisesti. Morenia Oy on suorittanut alueella ottotoiminnan aikaista pohjavesitarkkailua, ja tulosten perusteella havaintoputken vesi on ollut pääasiassa neutraalia. Mangaani- ja rautapitoisuutta sekä ajoittaista hygieenistä laatua lukuun ottamatta, pohjaveden laatu on täyttänyt tutkituilta ominaisuuksista talousvedelle asetetut laatuvaatimukset. Maa-aineksen ottotoiminta ei ole heikentänyt pohjaveden laatua alueella. Maa-aineksen ottamistoiminnalla ole ollut havaittavissa vaikutusta lähialueen pohjaveden pinnan tasoon. Entiselle maa-ainesten ottoalueelle on sijoittunut myös Morenia Oy:n kiviaineksen siirrettävä murskausasema, joka on poistettu alueelta toiminnan päättymisen jälkeen. On suunnitelmissa, että alue maisemoidaan. Pienelle osaa vanhaa ottoaluetta on edelleen suunnitteilla maa-ainesten ottoa.

Maa-ainesten ottamisalueiden kunnostustarpeen arvioimiseksi on tehty vuonna 2007 selvitystyö (SOKKA-projekti), jonka tarkoituksena oli osoittaa ensisijaisesti ne vanhat maa-ainesten ottoalueet, joissa pohjaveden suojelun ja vedenhankinnan kannalta on kunnostustarve. Selvityksen perusteella

Sievissä on 8 suuren kunnostustarpeen ottoaluetta ja 3 kohtalaisen kunnostustarpeen ottoaluetta (Taulukko 5).

Taulukko 5 Ensisijaisesti kunnostettaviksi ehdotetut kohteet Sievissä

Pohjavesialue	Pinta-ala (ha)	Tila	Jälkihoitotarve
Pitkäkangas	59	metsittynyt	suuri
Pitkäkangas	58	metsittynyt	suuri
Lähteenkangas	34	metsittynyt	suuri
Lähteenkangas	32	metsittynyt	suuri
Lähteenkangas	31	metsittynyt	suuri
Lähteenkangas	-	Lammikoitunut	suuri
Markkula	14	metsittynyt	suuri
Markkula	14	metsittynyt	suuri
Isokangas	65		kohtalainen
Isokangas	66		kohtalainen
Isokangas	-		kohtalainen
	Yht. 94,3		

Yksi SOKKA-hankkeen tavoitteista on ohjata kunnostustoimet sellaisille soranottoalueille, jotka aiheuttavat uhkaa pohjaveden laadulle tai ovat epäsiistejä. Soranottoalueiden kunnostustoimia on mm. alueiden siistiminen ja muotoilu sekä kasvillisuuden palauttaminen levittämällä pintarakennemateriaalia ja istuttamalla tai kylvämällä puustoa. Lisäksi alueille kuulumaton käyttö tulisi estää esimerkiksi teitä sulkemalla. Nyt tehdyn maastokatselmoinnin yhteydessä todettiin, että osalle entisistä maa-ainesten ottoalueista oli luontaisesti lähtenyt kasvamaan puustoa ja maan pintaan oli muodostunut luontainen humuskerros ns. hajoavan orgaanisen aineksen myötä.

Aikaisemman maa-ainesten oton vuoksi pohjavesialueilla on kuitenkin paikoin ohuemmat kerrospaksuudet. Nykyisellään vanhat ottoalueet ovat pääosin kasvittuneet, ja niillä kasvaa jo osin kookas puusto, mutta kuten jo mainittiin, vesialueet ovat osin suhteellisen laajoja ja kattavat merkittävän osan harjun ydinosa.

Jälkihoidon toteuttamista alueella vaikeuttaa kuitenkin pohjavedenpinnan alaisen maa-ainesten ottamisen myötä syntyneet pohjavesilammet, joita esiintyy Lähteenkankaan alueella. Sorakuoppien pohjavesilammikoissa veden laatu on usein vain tyydyttävä. Suurikokoisissa ja syvissä pohjaveden virtauskentissä sijaitsevilla lammissa vesi on tavallisesti hyvälaatuista. Matalille pohjavesilammille on ominaista pintavesien kaltainen suuri veden laatuominaisuuksien vuodenaikojen mukainen vaihtelu. Matalan, suuren pohjavesilammen vaikutus pohjaveden laatuun voi ulottua jopa yli kilometrin etäisyydelle lammesta. Lisäksi pohjavettä suojaavan maakerroksen puuttuessa on pohjavesi alttiina liikaantumiselle.

## 6.7 Maatalous

Peltoviljely on riski pohjaveden laadulle, etenkin hyvin vettä johtavien maalajien alueilla, jos ravinteiden käyttö runsasta ja maakerros pohjavesipinnan päällä on ohut. Pohjavesien ravinnekuormitus koostuu pääasiassa nitraatista, sillä fosforilla on taipumus kiinnittyä maaperään. Kotieläintalouden vesistö- ja pohjavesivaikutukset aiheutuvat lähes kokonaan lannan levittämisestä pelloille. Paikallisesti ravinteita ja ulosteperäisiä bakteereita voi kulkeutua merkittävästi vesiin myös lannan varastointitiloista (lantala) ja jaloittelutarhoista. Karjatalouden aiheuttamia pohjaveden pilaantumispauksia on kuitenkin Suomessa ollut vähän (Juvonen ym. 2017).

Pohjavesialueilla on peltoa noin 522,4 ha eli noin 20,6 % ja pohjaveden varsinaisella muodostumisalueella noin 194,7 ha eli 12,1 %. Peltoalueiden määrä vaihtelee suuresti suunnittelualueella. Markkulan ja Pitkäkankaan pohjavesialueilla lähes puolet pohjavesialueesta on peltoaluetta, koska alueet ovat tiheimmin asutettuja, ja vastaavasti Isokankaan pohjavesialueella peltoalueiden osuus on hyvin



vähäinen 2,8 % johtuen pohjavesialueen suojelualueista ja eteläisen osan maankäytöstä maa-ainosotona. Alla olevassa Taulukko 6 on esitetty peltoalueet suunnitelma-alueelle sijoittuvilla pohjavesialueilla.

Taulukko 6 Peltoalueiden esiintyminen pohjavesialueilla

Pohjavesialue	Osa-alue	Kokonaispinta-ala	Pellot	
			[ha]	%
Markkula	Pv.alue	533	243,5	45,7
	Muod.alue	404	135,2	44,5
Lähteenkangas	Pv.alue	341	98,0	28,7
	Muod.alue	230	40,8	17,7
Pitkäkangas	Pv.alue	313	141,3	45,2
	Muod.alue	165	14,2	8,6
Isokangas	Pv.alue	1346	38,1	2,8
	Muod.alue	813	4,5	0,6

Pohjavesialueelle sijoittuvilla pelloilla viljellään v. 2021 tietojen mukaan pääosin ohraa, nurmea ja perunaa, mutta alueella on myös luonnonhoitopeltoja ja ei käytössä olevia kasvulohkoja. Osa pelloista on luonnonhoitopeltoina tai eivät ole viljelykäytössä. Osa pelloista sijoittuu lähelle arvioitua harjun ydinosaa. Tilat ovat ympäristötuen piirissä, jolloin heillä on rajoituksia lannoituksen ja torjunta-aineiden käytössä.

Suunnitelma-alueen pohjavesialueilla olevien peltojen lannoitusmääristä ei ole tarkempia tietoja. Lietelannan käytöstä ei ole tietoa. Lainsäädäntö ei suoraan estä karjanlannan käyttöä pohjavesialueella, mutta nitraattiasetus, täydentävät ehdot ja ympäristökorvauksen ehdot rajoittavat useilla tavoilla karjanlannan käyttöä vesistöjen varrella, kaltevilla alueilla ja pohjavesialueilla. Kasvissuojeluaineiden osalta on käyttörajoitteita.



Kuva 7 Peltoalueita Pitkäkankaan pohjavesialueella.



Kuva 8 Entistä peltoaluetta ja luonnonhoitopelto.

Suunnitelma-alueella on useita karjataloustiloja. **Markkulan pohjavesialueella** on 7 kpl, jotka kaikki sijaitsevat muodostumisalueella. Kahdelle tiloista on myönnetty ympäristölupa. Maataloustoiminnan lopettaneita tiloja pohjaveden muodostumisalueella on 8 kappaletta. Ympäristölupaehtojen mukaisesti tiloilla suoritetaan pohjaveden laadun tarkkailua pohjaveden havaintoputkista. Muun muassa typpipitoisuudet ovat olleet matalia ja ne ovat alittaneet talousveden laatuvaatimuksien mukaiset enimmäispitoisuudet. **Lähteenkankaan pohjavesialueen** muodostumisalueella sijaitsee 5 lopettanutta tilaa. **Pitkäkankaan pohjavesialueen** muodostumisalueella sijaitsee 1 lypsykarjatila ja 1 hevostalli.

Tilojen sijainnit on esitetty piirustuksissa 4.1-4.4. ja tarkemmat tiedot Taulukko 7.

Taulukko 7 Pohjavesialueelle sijoittuvat kotieläinsuojat

Tilan osoite	Pohjavesialue	Eläinten lkm	Lantalatyyppi, lupatilanne	Lupatilanne
Lypsykarjatila, Sievinmäentie 191	Markkula	40	Lietesäiliöt ja kuivalantala	-
Lypsykarjatila, Sievinmäentie 59	Markkula	40	Kuivalantala ja virtsasäiliöt	-
Lypsykarjatila, Sievinmäentie 56	Markkula	150	Kuivalantala ja lietesäi- liöt, virtsasäiliöt	ympäristölupa
Emolehmänavetta, Kaskentie 12	Markkula	150	Kuivalantala ja lietesäi- liöt, virtsasäiliöt	ympäristölupa
Lypsykarjatila, Aholanperäntie 103	Markkula	30	Lietesäiliöt ja kuivalantala	-
Lypsykarjanavetta, Vanhankirkontie 39	Markkula	40	Lietesäiliöt ja kuivalantala	-
Lypsykarjanavetta, Rääsiöntie 36	Markkula	60	Lietesäiliöt ja kuivalantala	-
Tila, Isokoskentie 11	Pitkäkangas	70	Lietesäiliöt ja kuivalantala	-

Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta asetuksen (1250/2014) mukaan tuotantoeläinten lannassa ja orgaanisissa lannoitevalmisteissa vuosittain levitettävä kokonaistypen määrä saa olla enintään 170 kg/ha. Asetuksessa on annettu liukoisien typen vuotuiset enimmäismäärät (kg/ha) eri kasveille kivennäismailla ja eloperäisillä mailla. Esimerkiksi perunalle kivennäismailla on 120 kg/ha, ohralle 160 kg/ha ja nurmelle 250 kg/ha. Liukoisien typen enimmäismääriin sisältyy epäorgaanisissa lannoitteissa, tuotantoeläinten lannassa,

eläinten laiduntaessa syntyvä lanta mukaan lukien, ja orgaanisissa lannoitevalmisteissa annettava liukoinen tyyppi. Laidunnukseen käytettävillä peltolohkoilla laitumelle jäävän lannan sisältämä tyyppi on otettu huomioon tyypilannoituksen enimmäismäärissä. Jos liukoisen typen lannoitusmäärä ylittää 150 kg/ha vuodessa, määrä on jaettava vähintään kahteen erään, joiden levittämisen välisen ajan on oltava vähintään kaksi viikkoa. Syyskuun alusta alkaen tuotantoeläinten lannassa ja orgaanisissa lannoitevalmisteissa levitettävän liukoisen typen määrä saa olla enintään 35 kg/ha. Syksyllä levitetyn liukoisen typen määrä huomioidaan kokonaisuudessaan osana seuraavan viljelykasvin lannoitusta. Toiminnanharjoittajan on teetettävä viiden vuoden välein lanta-analyysi, jossa määritetään lannan sisältämä liukoinen tyyppi, kokonaistyyppi ja kokonaisfosfori. Lannoitus suunnitellaan joko lanta-analyysin tai asetuksen 1250/2014 liitteessä 2 esitettyjen taulukkoarvojen perusteella. Toiminnanharjoittajan on säilytettävä lanta-analyysin tiedot ja orgaanisten lannoitevalmisteiden tuoteselosteet ja esitettävä ne pyydetessä valvontaviranomaiselle. Toiminnanharjoittajan on pidettävä lannoituksesta vuosittain kirjaa ja pyydetessä toimitettava tiedot valvontaviranomaiselle.

## 6.8 Metsätalous ja ojitukset

Metsätalouden toimenpiteistä lähinnä kunnostusojitus, hakkuut ja maanmuokkaus lisäävät valumavesien määrää ja mahdollisesti myös ravinteiden huuhtoutumista pohjaveteen. Metsätalouden vesistökuormitus voidaan jakaa ravinne- (pääasiassa fosfori ja tyyppi), kiintoaine-, metalli- ja happamuuskuormitukseen. Viime aikoina on kiinnitetty huomiota myös humuskuormitukseen, jolla tarkoitetaan lähinnä liukoisen orgaanisen aineksen huuhtoutumista vesistöihin (Joensuu ym. 2012). Tutkimuksissa (Rusanen ym. 2004, Antikainen ym. 2009) on havaittu metsänhakkuun aiheuttavan esimerkiksi pohjaveden nitraattipitoisuuden lievää kohoamista. Karkearakeisten maalajien alueella pohjaveden pinnan korkeus voi nousta sadeveden imeytymisen ja haihduntaolojen muutosten seurauksena.

Ojitusten pohjavesiriskit liittyvät ojien kuivattavaan vaikutukseen, mikä voi pienentää pohjavesivaraa sekä humuspitoisten ojavesien pääsyn pohjaveteen, mikä voi puolestaan johtaa pohjaveden happipitoisuuden pienenemiseen ja sen myötä rauta- ja mangaanipitoisuuksien kasvuun. Ojituksista voi olla riskiä (laatu ja määrä) pohjavedelle erityisesti alueilla, joilla pohjavesi on lähellä maanpintaa. Tärkeillä ja vedenhankintaan soveltuvilla pohjavesialueilla ei nykyisin enää pääsääntöisesti suoriteta kunnostusojituksia eikä metsälannoituksia.

Suunnitelma-alue rajoittuu suurimmalta osaltaan pelto-/suoalueisiin, joten ojituksia on tehty alueen reunaosilla runsaasti etenkin Markkulan, Lähteenkankaan ja Pitkäkankaan pohjavesialueilla. Vähäiseltä osin ojitukset sijoittuvat myös harjun ydinosaalle tai sen läheisyyteen. Alueella ovat korkeuserot vähäisiä. Isokankaan alueella ojitus on vähäistä ja sijoittuu lähinnä pohjavesialueen rajalle.

Metsän lannoituksia ei alueella ole tiettävästi tehty.

Suunnitelma-alueella on tehty, lähinnä Markkulan ja Lähteenkankaan alueella, pienialaisia hakkuita. Metsänhoidollisilla toimilla hakkuiden jälkeen (äestys/auraus) voi olla vaikutuksia pohjavesiolosuhteisiin varsinkin alueilla, jossa pohjavesi on lähellä maanpintaa.

## 6.9 Pohjaveden otto

Pohjaveden muodostumiseen nähden liiallinen pohjaveden otto voi pohjavedenpinnan alenemisen lisäksi heikentää pohjaveden laatua. Useimmiten laadun heikkeneminen aiheutuu pintaveden sekoittumisesta pohjaveteen.

Vesienhoidon järjestämisestä annetun asetuksen (1040/2006) 14a §:n mukaan pohjaveden määrällinen tila luokitellaan hyväksi, jos keskimääräinen vuotuinen vedenotto ei ylitä muodostuvan uuden pohjaveden määrää ja pohjavedenpinnan korkeus ei ihmistoiminnan seurauksena pysyvästi laske. Lisäksi vesipolitiikan puitedirektiivin (2000/60/EY) liitteessä V pohjaveden hyvästä määrällisestä tilasta todetaan, että pohja-vedenkorkeuteen ei kohdistu sellaisia ihmistoiminnan aiheuttamia muutoksia, jotka aiheuttaisivat: pohjaveteen yhteydessä olevien pintavesien 4 artiklassa määriteltyjen ympäristötavoitteiden saavuttamatta jäämisen, näiden vesien tilassa oleellista huononemista tai oleellista haittaa pohjavesimuodostumasta suoraan riippuvaisille maakekosysteemeille. Määrällisen

tilan seuranta koostuu pohjaveden pinnankorkeuden ja otetun vesimäärän seurannasta. Kemiallisen tilan seuranta koostuu raakaveden laadun seurannasta ja pohjaveden laadun taustaseurannasta.

Suunnittelualueella on yhteensä viisi vedenottamoita. Pohjavedenottoa toteutetaan vedenottolupien puitteissa ja tarkkailua suoritetaan hyväksytyyn tarkkailuohjelman mukaisesti. Jatkuva seuranta on palvellut tämän suojelusuunnitelman laadintaa ja hyvä myös mahdollista tulevaa vedenhankintaa varten.

## 7 RISKITEKIJÖIDEN ARVIOINTI

### 7.1 Riskinarviointimenettely

Pohjavesialueiden suojelusuunnitelmissa on käytetty hyvin erilaisia riskinarviointimenetelmiä. Riskinarviointi on tehty yleensä joko subjektiivisen asiantuntijanäkemyksen tai yksinkertaisen pisteytysmenetelmän perusteella. Yleisimmin suojelusuunnitelmien riskien suuruuden arvioinnissa on käytetty menetelmää, jossa jokaisen riskitekijän kohdalla on arvioitu sijaintiriskin ja päästöriskin suuruus pisteyttämällä. Viime vuosina on kehitetty uusia riskinarviointimenetelmiä. Yksi tällainen on verkkopohjainen WSP-työkalu (talousveden riskien arvioinnin ja hallinnan –ohjelma). Pohjavesialueen suojelusuunnitelmassa ja WSP-mallissa käsitellään osin samoja asioita. WSP-malli on otettu käyttöön vasta viime vuosina ja se on käytössä vasta muutamilla vesilaitoksilla.

Tämän suunnitelman riskinarviointi perustuu päästö- ja sijaintiriskin muodostamaan kokonaisriskiarvioon. Se on tehty asiantuntija-arvioina alla olevaa pisteytysmenetelmää (Britschgi ja Rintala 2016) pisteytysmenetelmää soveltaen, liite 5.

Sijaintiriskillä pyritään arvioimaan, miten vakavia seurauksia pohjaveden likaantumisen tai pilaantumisen olisi. Sijaintiriskin arviointi perustuu pohjavesialueen hydrogeologisen kartoituksen tuloksiin. Päästöriskin arvioinnissa pyritään selvittämään suunnitelma-alueella käytettyjen ja varastoitujen aineiden haitallisuus sekä vaarallisuus. Lisäksi tarkastellaan, miten paljon ja miten helposti näitä aineita voi tai on voinut päästä maaperään ja pohjaveteen. Päästöriskin selvittämiseksi tarvittavien lähtötietojen määrään vaikuttaa tarkasteltavan laitoksen tai toiminnan laajuus ja toimintaympäristö. Päästöriski liittyy usein onnettomuus- tai vahinkotilanteeseen. Eri kohteiden riskipisteet muodostuvat sijaintikohdan hydrogeologisten olosuhteiden, toiminnon tyyppin ja haitallisen tai vaarallisen aineen ominaisuuksien yhteisvaikutuksesta. Ohessa on esimerkki (Britschgi ja Rintala 2016) pisteytyksen riskikuvauksesta, jota on sovellettu myös tämän suunnitelman riskinarvioinnin apuna.

Jokaiselle muuttujalle on annettu pisteet 1...3 siten, että riskin kasvaessa pistemäärä suurenee. Riskikohteen kokonaispistemäärä muodostuu muuttujien tulosta ( $=I*II*III*IV*V*VI$ ). Eri kohteiden riskipisteet muodostuvat sijaintikohdan hydrogeologisten olosuhteiden, toiminnan luonteen ja liikaavan aineen ominaisuuksien sekä suojatoimenpiteiden yhteisvaikutuksesta. Riskipistemäärän perusteella riskikohteet on jaettu neljään luokkaan A-D. Riskiluokka kuvastaa arvioidun pohjavesiriskin suuruutta sekä riskienhallintatoimenpiteiden tarvetta sekä kiireellisyyttä. Monien kohteiden päästötiedot ovat puutteellisia. Näiden osalta arviointi on suuntaa antava ja tehty toiminnan luonteen ja vastaavista toiminnoista saadun tiedon perusteella.

### 7.2 Riskiarvioinnin tulokset

Pohjavesialueiden riskinarvioinnin tulokset ilmenevät taulukosta 4. Liitteessä 4 on kuvattu tarkemmin riskin muodostuminen. Pistemäisten riskikohteiden lisäksi arviointiin samalla periaatteella myös haja-kuormituksen riskikohteita (esim. liikenneväylät, pellot).

On syytä korostaa, että riskiarvioinnissa käytetty laskentataulukko on vain apuneuvo arvioinnissa eikä pistemääriä ole tarkoitus ottaa kirjaimellisesti. Esimerkiksi päästöriskin arvioinnissa on suurta epävarmuutta, koska tiedot toiminnasta ovat puutteellisia ja tutkimuksia toimintojen pohjavesivai- kutuksista ei ole. Alueaisten kohteiden päästöriskiä on vaikea pisteyttää (esim. peltolannoitus).

Tulosten perusteella pääosa riskiohteista sijoittui vähäisen riskin luokkaan (D). Merkittävää riskiä aiheutuu Markkulan alueella olevasta entisestä Soili-kohteesta, jossa on havaittu pilaantunutta maata, ja jota ei ole kunnostettu sekä Lähteenkankaan alueella maanalaisesta lämmitysöljysäiliöstä pohjaveden muodostumisalueella. Kohtalaista riskiä aiheutuu liikenteestä ja tienpidosta sekä vaarallisten aineiden kuljetuksista (Seututie 760). Vaarallisia aineita (öljytuotteet/kemikaalit) voi onnettomuustilanteessa päästä valumaan maaperään ja pohjaveteen. Kohtalaista riskiä aiheutuu myös Markkulan vedenottamon entisestä maa-aineksen ottoalueesta, jolla sijaitsee Vanhankirkon pohjavedenottamo. Lisäksi kohtalaista riskiä aiheutuu Lähteenkankaan ampumaradasta, jossa on todettu haitta-ainepitoisuuksia ja suunnittelualueen pylväsmuuntamoista pohjaveden muodostumisalueilla. Reijärventien umpisäiliöt aiheuttavat myös kohtalaisen riskin. Vähäistä riskiä aiheutuu vanhoista maanottoalueista. Siten hydrogeologiset olosuhteet ovat heikentyneet. Myös maalämpökaivot aiheuttavat vähäisen riskin. Vähäistä riskiä aiheuttavat myös Markkulan ja Pitkäkankaan tilakeskukset sekä suunnittelualueen peltoviljely, jota on melko runsaasti pohjavesialueen reunaosalla, mutta osin myös harjun arvioidulla ydinosalla. Peltoviljelystä aiheutuu osin kohtalaista riskiä. Metsänhoidollisilla toimilla hakkuiden jälkeen (äestys/auraus) voi olla paikallisia vaikutuksia pohjavesiolosuhteisiin varsinkin, kun pohjavesi on alueella pääosin lähellä maanpintaa. Ojitukset ovat myös ulottuneet osin pohjavesialueen ydinalueelle.

Taulukko 8. Riskinarvioinnin tulokset. Taulukon tiedot on esitetty laajemmin liitteessä 5.

Kartta nro	Tunnus	Kohde	Tila	Toiminta	Sijainti I - etäisyys vo:sta	Sijainti II -maaperän laatu / pvp:n syvyys	Päästö III - aineen määrä ja laatu	Päästö IV -kohteen suojaus	Päästö V -havaittavuus ja valvonta	Päästö VI -todennäköisyys	Kokonaisriski Tulo: I*II+III*IV+V*VI	Merkitävyys A-D
1	MK1	Pitkäkankaan entinen Kallion saha-alue, nyky. Kallion Murske Oy:n varastoalue	Loppunut	ei toimintaa, tutkittu v.2005, ei kunnostettu	2	2	1	2	1	1	8	-
2	MK2	Kiiskilän vanha kaatopaikka	Loppunut	ei toimintaa, tutkittu v.2011, ei kunnostettu	1	2	3	3	3	3	162	C
3	R1	Lähteenkankaan ampumarata	Loppunut	ei toimintaa, tutkittu v.2011, ei kunnostettu	1	2	3	3	3	3	162	C
4	R2	Polttonesteiden jakelupiste, entinen Hilun valinta, Markkula	Loppunut	ei toimintaa, tutkittu v.2014	3	2					0	D
5	R3	Polttonesteiden jakelupiste, Osula Markkula Vanhakirkko	Loppunut	ei toimintaa, tutkittu v.2000, maaperä todettu puhtaaksi	2	2	1	1	1	1	4	-
6	R4	Hautausmaa	Toimiva	Hautaus toiminta	2	2	2	3	3	2	144	C
7	YL1	Moduvia Oy:n entinen romun keräys- ja käsittelypaikka, Markkula	Loppunut	ei toimintaa, toiminta siirretty pv-alueen ulkopuolelle	1	2	3	2	2	2	48	D
<b>Muuntamot</b>												
<b>Markkula</b>												
8	R_M1	pylväsmuuntamo	Toimiva	Sähköjakelu	1	2	2	3	2	2	48	D
9	R_M2	Puistomuuntamo (0+0) 50 kVA	Toimiva	Sähköjakelu	1	2	1	1	1	1	2	D
10	R_M3	Puistomuuntamo (0+0) 100 kVA	Toimiva	Sähköjakelu	2	2	1	1	1	1	4	D
11	R_M4	pylväsmuuntamo	Toimiva	Sähköjakelu	3	2	2	3	2	2	144	C
12	R_M5	pylväsmuuntamo, vedenottamon suoja-alueella	Toimiva	Sähköjakelu	3	2	3	3	2	2	216	B
13	R_M6	pylväsmuuntamo, vedenottamon suoja-alueella	Toimiva	Sähköjakelu	3	2	3	3	2	2	216	B
14	R_M7	pylväsmuuntamo, vedenottamon suoja-alueella	Toimiva	Sähköjakelu	3	2	3	3	2	2	216	B
15	R_M8	pylväsmuuntamo	Toimiva	Sähköjakelu	3	2	2	3	2	2	144	C
16	R_M9	pylväsmuuntamo	Toimiva	Sähköjakelu	1	2	2	3	2	2	48	D
<b>Lähteenkangas</b>												
17	R_M1	pylväsmuuntamo, vedenottamon suoja-alueella	Toimiva	Sähköjakelu	3	2	3	3	2	2	216	B
18	R_M1	pylväsmuuntamo, vedenottamon suoja-alueella	Toimiva	Sähköjakelu	3	2	3	3	2	2	216	B
19	R_M1	pylväsmuuntamo, vedenottamon suoja-alueella	Toimiva	Sähköjakelu	3	2	3	3	2	2	216	B
20	R_M1	pylväsmuuntamo	Toimiva	Sähköjakelu	3	2	2	3	2	2	144	C
<b>Pitkäkangas</b>												
21	R_M1	Puistomuuntamo (0+0) 100 kVA	Toimiva	Sähköjakelu	2	2	1	1	1	1	4	D
22	R_M1	Puistomuuntamo (0+0) 50 kVA	Toimiva	Sähköjakelu	2	2	1	1	1	1	4	D
23	R_M1	pylväsmuuntamo, vedenottamon suoja-alueella	Toimiva	Sähköjakelu	3	2	3	3	2	2	216	B
24	R_M1	pylväsmuuntamo	Toimiva	Sähköjakelu	3	2	2	3	2	2	144	C
25	R_M1	pylväsmuuntamo	Toimiva	Sähköjakelu	2	2	2	3	2	2	96	D
<b>Isokangas</b>												
26	R_M1	pylväsmuuntamo, vedenottamon suoja-alueella	Toimiva	Sähköjakelu	3	2	3	3	2	2	216	B
27	R_M2	pylväsmuuntamo	Toimiva	Sähköjakelu	1	2	2	3	2	2	48	D
28	R_M2	Puistomuuntamo (0+0) 200 kVA	Toimiva	Sähköjakelu	1	2	1	1	1	1	2	D
29	R_M2	Puistomuuntamo (0+0) 30 kVA	Toimiva	Sähköjakelu	3	2	1	1	1	1	6	D
30	R_M2	pylväsmuuntamo, vedenottamon suoja-alueella	Toimiva	Sähköjakelu	3	2	3	3	2	2	216	B
31	R_M2	pylväsmuuntamo, vedenottamon suoja-alueella	Toimiva	Sähköjakelu	3	2	3	3	2	2	216	B
32	R_M2	Puistomuuntamo (0+0) 315 kVA	Toimiva	Sähköjakelu	3	2	1	1	1	1	6	D
<b>Asutus</b>												
33	R_O1	Öljysäiliöt maan päällä, Markkula	Toimiva	Polttoainesäiliöt 3 m3 ja 2,5 m3	2	2	2	1	1	2	16	D
34	R_O2	Öljysäiliö maan päällä, Markkula	Toimiva	Lämmitysöljysäiliö 1,5 m3	2	2	2	1	1	2	16	D
35	R_O3	Öljysäiliö maan alla, Markkula	Toimiva	Lämmitysöljysäiliö 3 m3	1	2	2	3	3	3	108	C
36	R_O4	Öljysäiliöt maan päällä, Markkula	Toimiva	Polttoainesäiliöt 5 m3 ja 3 m3	2	2	2	1	1	2	16	D
37	R_O5	Öljysäiliö maan alla, Lähteenkangas	Toimiva	Lämmitysöljysäiliö 3 m3	2	2	2	3	3	3	216	B
<b>Maalämpökaivot</b>												
38	R_ML	Maalämpökaivot, Markkula	Toimiva	Kierteistöjen lämmitys, vuodesta 1998	3	2	2	2	2	2	96	C
39	R_ML	Maalämpökaivot, Markkula	Toimiva	Kierteistöjen lämmitys, vuodesta 2000	2	2	2	2	2	2	64	D
40	R_ML	Maalämpökaivot, Markkula	Toimiva	Kierteistöjen lämmitys, vuodesta 2011	1	2	2	2	2	2	32	D
41	R_ML	Maalämpökaivot, Markkula	Toimiva	Kierteistöjen lämmitys, vuodesta 2016	3	2	2	2	2	2	96	D
42	R_ML	Maalämpökaivot, Pitkäkangas	Toimiva	Kierteistöjen lämmitys, vuodesta 2015	3	2	2	2	2	2	96	D
43	R_ML	Maalämpökaivot, Pitkäkangas	Toimiva	Kierteistöjen lämmitys, vuodesta 2019	3	2	2	2	2	2	96	D
44	R_ML	Maalämpökaivot, Pitkäkangas	Toimiva	Kierteistöjen lämmitys, vuodesta 2001, jatkettu v. 2015	1	2	2	2	2	2	32	D
<b>Maa-ainesten otto</b>												
45	MAA1	Maa-ainesten otto entinen, Morenia, Isokangas	Loppunut	Maa-ainesten otto, useampia lupia	2	3	2	3	2	1	72	D
46	MAA2	Maa-ainesten otto entinen, Lähteenkangas	Loppunut	Maa-ainesten otto, useita pohjavesilampia	1	3	2	3	2	3	108	C
47	MAA3	Maa-ainesten otto entinen, Markkula	Loppunut	Maa-ainesten otto, useampia lupia	3	3	2	3	2	2	216	B
<b>Viemäriverkosto</b>												
R_JV		Viemäriverkosto Markkula	Toimiva	Jäteveden siirto	3	2	2	2	3	2	144	C
R_JV		Viemäriverkosto Pitkäkangas	Toimiva	Jäteveden siirto	3	2	2	2	3	2	144	C
R_JV		Maasydänjärven jätevedenpuhdistamo	Toimiva	Jätevesien käsittely	2	2	2	2	2	2	64	D
R_U		Ei viemäriverkostoa, Reijärventie, Umpisäiliöt	Toimiva	Jätevedet	3	2	2	2	3	3	216	B
T1		Seututie 774, Markkulan vo:n alue	Toimiva	Liikenne ja tienpito	3	3	2	2	3	1	108	C
T2		Seututie 760, Kiiskilän vo:n alue	Toimiva	Liikenne ja tienpito	3	3	3	3	3	1	162	C
P1		Peltoviljely Markkula, yli 10 kpl	Toimiva	Peltoviljely, ympäristöstötoumus	2	2	1	3	3	2	72	D
P2		Peltoviljely Pitkäkangas, yli 10 kpl	Toimiva	Peltoviljely, ympäristöstötoumus	2	3	1	3	3	2	108	D
O		Ojitukset / metsätalous	Toimiva	Kuivatukset / maanmuokaus	3	3	1	3	3	1	81	D

Luokittelu	Riskipisteet
• A Erittäin merkittävä riski	300–729
• B Merkittävä riski	200–299

• C Kohtalainen riski	100–199
• D Vähäinen riski	1–99
• Ei riskiä; kohde esim. kunnostettu	-

## 8 TOIMENPIDESUOSITUKSET

### 8.1 Yleistä

Pohjaveteen kohdistuvia riskejä voidaan vähentää poistamalla tai siirtämällä riskit pois pohjavesialueelta. Jos riskejä ei voida siirtää, niitä on pienennettävä. Riskejä voidaan pienentää mm. luvituksella, valvonnalla ja tiedottamisella sekä suojarakenteilla ja parantamalla vahinkojen torjuntavalmiutta. Myös kaavoitus ja maankäytön suunnittelu ovat merkittävässä asemassa uusien pohjavesiriskien välttämiseksi.

Uudet riskitoiminnot pyritään ohjaamaan maankäytön suunnittelulla pohjavesialueen ulkopuolelle. Pohjavesialueille on yleensä vanhastaan keskittynyt runsaasti asutusta, teollisuutta, liikenneväyliä, jakeluasemia, kaatopaikkoja, maa-ainestenottoa ja muuta vastaavaa maankäyttöä. Pohjavesialueilla jo sijaitsevat vanhat laitokset ja toiminnot ovat pohjaveden suojelun kannalta ongelmallisimpia, sillä niiden aiheuttamien pohjavesiriskien selvittäminen on usein hankalaa ja työlästä. Jo tiedossa olevien pohjaveden tai maaperän pilaantumistapauksissa voidaan esittää maaperän ja pohjaveden kunnostustoimia.

Seuraavissa luvuissa käydään läpi toimenpidesuosituksot toimialoittain, jossa annetaan yleisiä ohjeita tuleville ja nykyisille toiminnoille. Liitteessä 6.1 on koontitaulukko yleistä toimenpidesuosituksista ja liitteessä 6.2 on toimenpidesuosituksot nykyisille toiminnoille.

### 8.2 Teollisuus- ja yritystoiminta

Teollisuuden aiheuttamat pohjaveden pilaantumistapaukset ovat useimmiten aiheutuneet siirtoputkiston, viemärin tai säiliön vuodoista, kemikaalien käsittelyalueiden puutteellisesta suojauksesta tai jätevesien väärästä tai puutteellisesta käsittelystä. Myös varastoinnissa ja kuljetuksessa voi olla puutteita. Kemikaalia voi päästä maaperään ja pohjaveteen myös tulipalon ja sen sammutusvesien seurauksena sekä onnettomuuden tai huolimattoman käsittelyn seurauksena. Pohjavettä pilaavista aineista yleisiä ovat bensiinin lisäaineet, kemiallisten pesuloiden pesuaineet sekä metalliteollisuusyritysten rasvanpoistoon käytetyt liuottimet, puutavaran suojaukseen käytetyt kyllästysaineet sekä polttoöljy tai polttoaineet ja kemikaalit.

Suunnitelma-alueella ei ole tällä hetkellä teollisuutta ja erilaista yritystoimintaa on lähinnä Markkulan pohjavesialueella. Maankäyttöä suunniteltaessa alueelle ei tule ohjata uusia pohjavedelle vaarallisia toimintoja, jotta alueen pohjaveden laatu ja määrä voitaisiin turvata. Oheisessa taulukossa on koottu keskeiset toimenpidesuosituksot teollisuus- ja yritystoiminnalle. Uusien pohjavesille haitallisiksi katsottavien yritysten ja toimintojen sijoittumiseen ja suojelunäkökohtien huomioon ottamiseen voidaan vaikuttaa luvussa 3 esitetyn hallinnollisin keinoin.

## TOIMENPIDESUOSITUKSET TEOLLISUUS- JA YRITYSTOIMINNALLE

- Pohjavesialueelle ei tule sijoittaa uusia valtioneuvoston asetuksen 713/2014 1 luvun 1 §:ssä mainittuja tehtaita, laitoksia ja varastoja.
- Pohjavesialueella ei tule käsitellä ja varastoida asetuksen 713/2014 liitteessä 1 lueteltuja aineita siten, että niitä voi päästä maaperään tai pohjaveteen. Helposti haihtuvia myrkyllisiä aineita voi päästä maaperään myös ilman kautta, mikä on otettava huomioon aineiden käsittelyssä.
- Pohjavesialueelle ei tule sijoittaa muita pohjaveden puhtautta vaarantavia laitoksia, rakenteita tai varastoja kuten kauppapuutarhoja, palavien nesteiden jakelupaikkoja ja huoltoasemia sekä fenolipitoisten aineiden, myrkkujen, kasvinsuojelu- ja tuholaistorjunta-aineiden ja veteen liukenevien kemikaalien varastoja.
- Ympäristöluvuissa tulee toiminnanharjoittajaa velvoittaa seuraamaan pohjaveden laatua siten, että toiminnan mahdolliset haitalliset vaikutukset voidaan havaita.
- Olemassa olevat öljytuotteiden tankkaus- ja käsittelypaikat on tehtävä alustaltaan tiiviiksi. Pohjavesialueella olevista lupa- ja ilmoitusvelvollisista toiminnoista tulee olla ajan tasalla oleva rekisteri, jota kemikaali- ja ympäristöviranomaiset ylläpitävät.
- Kemikaalit tulee säilyttää kaksoisvaipallisissa säiliöissä tai siten, että kemikaalialue on sijoitettu maan päälle, katokselliseen, reunukselliseen ja pinnaltaan tiivistettyyn suoja-altaaseen, jonka tilavuus vastaa säiliön tilavuutta.
- Nestemäisten vaarallisten jätteiden määrän ylittäessä 500 litraa on ne yritysalueilla varastoitava erillisessä merkityssä vaarallisten jätteiden varastossa, josta jätteet eivät pääse valumaan viemäriin, maaperään tai vesistöön.
- Vaarallisten jätteiden astioiden päällysmarkkinointia on käytävä ilmi jätehuollon kannalta tarpeelliset tiedot. Vaaralliset jätteet on säilytettävä lukitussa tai valvotussa tilassa. ohjavettä vaarantavien vahinko- ja onnettomuustilanteiden varalle on oltava saatavilla riittävä määrä alkutorjuntakalustoa, kuten imeytysmateriaalia (esim. turve).

### 8.3 Liikenne ja tienpito

Maanteiden ja rautateiden käyttö ja kunnossapito kuormittavat maaperää ja siten saattavat aiheuttaa uhan pohjaveden laadulle. Liikenteen aiheuttama pohjavesien pilaantumisvaara voi aiheutua liikenneonnettomuudesta, vaarallisten aineiden kuljetusten vahingoista, tienpidosta ja liikenteen päästöistä. Liukkauden torjunnassa teiden suolaus on tärkein menetelmä. Vaarallisia aineita voi joutua maantiekuljetusten yhteydessä ympäristöön esimerkiksi säiliöauton ulosajossa.

Seututie 760 kulkee pohjavesialueen poikki muodostuman kaakkoisosalla. Tien talvikunnossapitoon käytetään ajoittain suolaa, tiellä ei ole pohjaveden suojausrakenteita. Edellä mainitun lisäksi Seututie 760 vieressä sijaitsevat Pitkäkankaan ja Isokankaan (Kiiskilä I) vedenottamoiden kaivot sekä tien lähellä Kiiskilä III vedenottamon kaivot. Mahdollisissa onnettomuustilanteissa vedenottamoiden kaivojen vedenlaadulle aiheutuu suuri riski. Tien perusparannuksen yhteydessä tulee myös huomioida pohjaveden mahdollinen suojaus alueella. Pohjavesisuojaus vähentävät riskiä merkittävästi. Oheisessa taulukossa on keskeiset toimenpidesuosituksukset.

## TOIMENPIDESUOSITUKSET LIIKENTEELLE JA TIENPITOON

- Pohjavesialueelle ei tule sijoittaa uusia maanteitä ilman erillistä tarveharkin-tatarkastelua ja riskiarviointia.
- Mikäli teitä perusparannetaan, tulee niille rakentaa riittävät suojaukset. Suojaukset on rakennettava niin, että ne suojaavat kemikaalionnettomuuksien li-säksi liukkauden torjunnassa käytetyiltä suoloilta.
- Pelastuslaitoksella tulee olla käytössä tiedot teiden pohjavesisuojauksista.

### 8.4 Maa-ainesten otto

Maa-ainesten otto ja jälkihoitamattomat ottoalueet ovat yleinen riskitekijä pohjavesialueilla. Ottamis-toimintaan ja siihen liittyvään liikenteeseen sisältyviä riskejä pohjavedelle ovat mm. polttoaineiden käsittely ja varastointi, työkoneiden öljyvuodot sekä kulkuteiden ja toiminta-alueiden pölynsidon-tasuolaus. Maa-ainesten otossa pohjavettä suojaavat kerrokset ja kasvillisuus poistetaan. Paljaan mineraalimaan alla monien aineiden pitoisuudet pohjavedessä ovat korkeampia kuin luonnontilaisilla alueilla, esimerkiksi pohjaveden nitraatti-, sulfaatti-, magnesium-, kalsium-, kloridi- ja alumiinipitoi-suudet sekä sähkönjohtavuus voivat kohota. Myös sorakuoppien pohjalla olevat lammet voivat muut-taa pohjaveden laatua. Ottoalueiden jälkihoito on tärkeää, jotta alueelle kuulumattomat aineet, kuten jätteet ja ylijäämämassat, eivät lisäisi pohjaveden laadulle aiheutuvaa riskiä.

Suunnitelma-alueella ei ole nykyisellään voimassa olevia maa-ainesten ottolupia.

Maa-ainesten ottoa säätelee maa-aineslaki (MAL 555/1981) ja valtioneuvoston asetus maa-ainesten ottamisesta (926/2005). Tärkeälle pohjavesialueelle sijoittuvasta maa-aineksen ottohankkeesta on pyydetty alueellisen ELY-keskuksen lausunto (MAL 7 § kohta 2), jos alueella on merkitystä vesien suojelun kannalta. Maa-ainesten ottoon tarvitaan tietyissä tapauksissa myös ympäristölupa (713/2014 2 §, kohta 6): a) kivenlouhimo tai sellainen muu kuin maanrakennustoimintaan liittyvä kivenlouhinta, jossa kiviainesta käsitellään vähintään 50 päivää; b) kiinteä murskaamo tai kalkkikiven jauhatus tai sellainen tietylle alueelle sijoitettava siirrettävä murskaamo tai kalkkikiven jauhatus, jonka toiminta-aika on yhteensä vähintään 50 päivää. Edellä mainittua vähäisempään toimintaan on haettava ympäristölupaa, jos toiminta sijoitetaan tärkeälle tai muulle vedenhankintakäyttöön so-veltuvalla pohjavesialueelle ja toiminnasta voi aiheutua pohjaveden pilaantumisen vaaraa.

Suunnitelma-alueella maa-ainesten ottoa rajoittaa vedenoton lisäksi aikaisemmasta maa-aineksen otosta johtuva pohjavesipinnan yläpuolella olevien maakerrosten ohut kerrospaksuus sekä muu maankäyttö.

Pohjavesialueille rajatuille ohjeellisille lähisuoja-alueille ei tule myöntää uusia maa-ainesten ottolupia. Mikäli muille pohjavesialueen osille ollaan hakemassa lupia, jota ei tässä suositella, tulee maa-aines-ten otossa tarkoin huomioida olemassa oleva lainsäädäntö (ks. luku 3.7) ja ympäristöhallinnon ajan-tasainen ohjeistus (Ympäristöministeriö 2009). Ottoluvissa annetaan tarkempia määräyksiä pohjave- den pilaantumisen ehkäisemiseksi, esimerkiksi suojakerroksen paksuuksista (vähintään 4 m), öljy- tuotteiden käsittelystä (suojaus tai ensisijaisesti pohjavesialueen ulkopuolelle) ja öljyntorjuntatoi- mista, vaikutusten tarkkailusta (korkeuden seuranta ja tarvittaessa laatu) ja riittävien jälkihoitotoi- menpiteiden ja maisemointien toteutuksesta (vaativan tason ottamissuunnitelma ja jälkihoito). Kai- kista lupahakemuksista tulee pyytää ELY-keskuksen lausunto.

Vasta päättyneissä luvissa on edellytetty tarvittavat jälkihoitotoimenpiteet, joten niiden osalta tulee huolehtia, että toimenpiteet tulevat tehdyiksi suunnitelmien mukaisesti.

#### **Vanhat ottoalueet**

Alueella on aikaisemman maa-ainesten otton jäljiltä monin paikoin ohentunut kerrospaksuus ja poh- javesipinta on osin myös näkyvillä Lähteenkankaan pohjavesialueen eteläosalla.



Jo vähäinenkin kerrospaksuuden lisääminen parantaa / turvaa veden laatua. Tutkimusten mukaan veden laadun muutokset ovat suurimmat maan pinnan ylimmässä osassa eli maannoskerroksessa. Maannoskerroksen alapuolella vajoveden koostumuksen vaihtelut vähenevät ja yli 2,5 metrin syvyydellä vajoveden laatumuutokset ovat vähäisiä ja sen ominaisuudet ovat lähes pohjaveden kaltaisia (Rintala 2014).

Vanhoja ottamisalueita kunnostettaessa tehdään pääsääntöisesti samat toimenpiteet kuin nykyisin toiminnassa olevien ottamisalueiden jälkihoidossakin. Mikäli ottaminen on ulottunut alle kahden metrin etäisyydelle pohjaveden pinnasta tai pohjaveden pinnan alapuolelle, voidaan aluetta joutua täyttämään. Mikäli ottamisen seurauksena alueelle on muodostunut matalia ja rehevöityneitä pohjavesilampia, niin nämä lammet siistitään ennen täyttämistä, jonka jälkeen lammet täytetään puhtaalla vettä läpäisevällä hiekalla. Täyttöjä tehdään ensisijaisesti vedenhankinnan kannalta tärkeillä pohjavesialueilla. Ellei täyttäminen ole mahdollista, voidaan lampia vaihtoehtoisesti syventää ja yhdistää. Alueille luontaisesti muodostunut kasvillisuus pyritään jättämään luonnontilaan. Tarkemmin jälkihoitotoimenpiteitä on kerrottu Ympäristöministeriön julkaisussa "Maa-ainesten ottaminen. Opas ainesten kestäväan käyttöön" (Ympäristöministeriö 2020).

Vanhojen ottoalueiden kunnostustarpeet oli tuotu esille jo edellisessä suunnitelmassa, mutta niitä ei ole toteutettu. Olevan aineiston ja maastotarkastelun perusteella vanhojen ottoalueiden kunnostustarvetta on etenkin Markkulan, Lähteenkankaan ja Pitkäkankaan pohjavesialueella.

Suunnitelma-alueelle ei tässä esitetä välittömiä kunnostustoimenpiteitä. Markkulan Vanhankirkon pohjavesialueen muodostumisalueella pohjavedenottamon länsipuolella sijaitsee vanha maa-ainesten ottoalue (kohde 14, pinta-ala 1,0 ha). Montun kunnostustarve on suuri, koska kyseinen ottoalue sijaitsee vedenhankinnan kannalta tärkeällä pohjavesialueella, lähellä vedenottamoita ja asutusta sekä pohjavesi on ollut paikoin näkyvillä. Alue on jälkihoitamaton, mutta luontaisesti jonkin verran metsittyä.

Muut kunnostusta vaativat alueet ovat kauempana vedenottamoista ja ne ovat myös laajoja, joten kunnostukseen ei liene taloudellisia edellytyksiä eikä kunnostus ole "kustannustehokasta" huomioiden nykyinen vedenotto.

Vanhojen ottoalueiden osalta on myös huomioitava, että ne ovat monin osin jo kasvittuneet luontaisesti ja niillä kasvaa osin jo kookas puusto, joten ei ole tarkoituksenmukaista tehdä esim. luiskien loivennusta tai muitakaan jatkotoimenpiteitä. Lisäksi on huomioitava, että vanhojen alueiden täyttämiset vaativat paljon muualta tuotavia maa-aineksia ja ovat myös sen vuoksi kalliita.

#### **TOIMENPIDESUOSITUKSET MAA-AINESTEN OTOLLE**

- Maa-ainestenottolupia ei tule myöntää ohjeelliselle lähisuojavyöhykkeelle. Myöskään pohjavesialueen muulla osalla ei maanottoa suositella mm. ohuen kerrospaksuuden vuoksi.
- Maa-ainestenoton suunnittelussa, järjestämisessä ja jälkihoidossa tulee huomioida ympäristöministeriön julkaisun "Maa-ainesten kestävä käyttö"-ohjeet (Ympäristöhallinnon ohjeita 24/2020).
- Maa-ainesten kotitarveoton tulee olla omalta maalta ja liittyä omaan tavanomaiseen käyttöön esim. rakentamiseen ja kulkuyhteyksien ylläpitoon.
- Maa-ainesten ottoon tarvitaan tietyissä tapauksissa myös ympäristölupa (713/2014 2 §).
- Kaikista lupahakemuksista tulee pyytää ELY-keskuksen lausunto.
- Vanhojen ottoalueiden kunnostustarvetta on etenkin Markkulan pohjavesialueella.

## 8.5 Asutus

### 8.5.1 Öljysäiliöt

Öljysäiliöt ovat riski pohjavesialueilla, joille sijoittuu öljylämmitteisiä pientaloja sekä yrityksiä, joissa käsitellään ja varastoidaan nestemäisiä polttoaineita. Vanhat maanalaiset säiliöt muodostavat erityisen suuren riskin pohjavesialueilla, sillä maan alle sijoitetun öljysäiliön rikkoutuessa vuoto on vaikeampi havaita kuin maanpäällisessä säiliössä. Öljyvuoto maaperään voi tapahtua myös öljyn siirtoputkiston vuodon, öljyn kuljetusauton onnettomuuden tai tankkaustapahtuman häiriön seurauksena. Pohjaveden pilaantumisen kannalta vaarallisempia öljytuotteita ovat kevyt polttoöljy ja dieselöljy, koska ne läpäisevät maakerrokset helpommin ja ovat huonosti haihtuvia verrattaessa raskaaseen polttoöljyyn. Pohjaveteen päässeen öljyn on todettu pysyvän muuttumattomana vuosikymmeniä. Pohjavesialueella sijaitsevien öljysäiliöiden tarkastukset tulee suorittaa määrävälein. Öljysäiliöitä koskevaa lainsäädäntöä on tarkasteltu tarkemmin luvussa 3.2.

Öljysäiliöiden osalta on noudatettava Sievin kunnan rakennusjärjestystä (luku 3.2) eli tärkeillä ja muilla vedenhankintaan soveltuvilla pohjavesialueilla öljy- ja polttoainesäiliöt sekä muiden pohjaveden puhtautta vaarantavien aineiden säiliöt ja varastot tulee sijoittaa maan päälle ja varustaa kate-tulla suoja-altaalla. Suoja-altaan tulee olla niin suuri, että vuototapauksessa vuotava öljy mahtuu kokonaisuudessaan suoja-altaaseen. Pohjavesialueilla suositellaan käytettävän kaksoisvaippasäiliöitä. Maanalaiset öljysäiliöt on pidettävä siinä kunnossa, ettei niistä aiheudu haittaa maaperälle tai pohjavesille. Rakennusjärjestyksen määräyksiä noudatettava, mikäli laissa, asetuksessa, oikeusvai-kutteisessa yleiskaavassa, asemakaavassa tai Suomen rakentamismääräyskokoelmassa ei ole toisin säädetty tai määrätty.

Vastuu maanalaisen säiliön tarkastamisesta on aina kiinteistön omistajalla. Pelastuslaitos määrää säiliön korjattavaksi tai poistettavaksi tarkastuksen perusteella. Jos säiliön luokka on ollut sellainen, että sille tulee tehdä jotain, on se Pelastuslaitoksen valvontatoimien alainen ja siitä löytyy pöytäkirjat (arkistointiaika 10 vuotta). Tiedot suunnitelma-alueen öljysäiliötilanteesta olivat osin puutteellisia, joten ne tulee selvittää tarkemmin.

#### **TOIMENPIDESUOSITUKSET ÖLJYSÄILIÖILLE**

- Noudatettava Sievin kunnan rakennusjärjestystä (ks. luku 3.2)
- Pohjavesialueelle sijoitettavien säiliöiden tulee olla kaksivaippaisia ja ne on varustettava ylitäytönestimin. Määräyksen tulee koskea myös maatiloilla, maa-ainestenottoalueilla ja rakennustyömailla sekä vastaavissa olosuhteissa olevia tilapäisiä säiliöitä.
- Vanhat, käytöstä poistetut, tyhjät maanalaiset öljysäiliöt on syytä poistaa, koska niihin voi muodostua räjähdysvaarallia kaasuja ja ne voivat aiheuttaa maaperässä ns. romahdusvaaran. Ja siten ne aiheuttavat ympäristöriskin. Käytöstä poistetut maanalaiset/-päälliset säiliöt on syytä tyhjentää, puhdistaa ja kaasuvapauttaa ennen poistoa.
- Paikallisella pelastusviranomaisella tulee olla öljyvahinkojen torjuntalain mukainen öljyvahinkojen torjuntasuunnitelma.

### 8.5.2 Jätevedet ja hulevedet

Pohjavesialueella jätevesien puutteellinen käsittely, rikkoutunut viemäri tai jäteveden pumppaamoiden ylivuoto voivat aiheuttaa pohjaveden pilaantumisen. Jätevesi nostaa pohjaveden sähkönjohtavuutta sekä kloridi-, nitraatti- ja fosfaattipitoisuuksia. Jäteveden mukana pohjaveteen päätyy myös bakteereja ja viruksia, minkä seurauksena vesi ei enää sovellu talousvedeksi. Talousvesiin voi tulla myös haju- ja makuhaittoja.

Sievin kunnan rakennusjärjestyksen, yleisten määräyksien 5§, mukaan (luku 3.2) tärkeillä ja vedenhankintaan soveltuvilla pohjavesialueilla jätevesien maahan imeyttäminen on kielletty. Jätevedet on

ensisijaisesti johdettava asianmukaiseen käsittelyyn pohjavesialueen ulkopuolelle. Mikäli tämä ei teknisesti ole mahdollista, jätevedet on johdettava puhdistettavaksi pohjavesialueen ulkopuolelle tai kerättävä tiiviiseen tehdasvalmisteiseen jäteveden umpisäiliöön, joka on varustettu täyttymishälyttimellä. Erillinen tiivisrakenteinen pienpuhdistamo voidaan sijoittaa myös pohjavesialueelle, mikäli jätevesien purkupuutki johdetaan pohjavesialueen ulkopuolelle.

Suunnitelma-alueella, Lähteenkankaan, Pitkäkankaan ja Isokankaan pohjavesialueilla, Reisjärventien varrella, ei ole vesiyhtiöllä viemäriverkostoa. Alueella on haja-asutusta ja kiinteistöillä on käytössä umpikaivot.

Ympäristönsuojelulain muutoksen mukaan haja-asutusalueilla kiinteistön talousjätevesien kiinteistökohtaisen käsittelyn tuli täyttää perustason puhdistusvaatimus 31.10.2019 mennessä, jos se sijaitsee enintään 100 metriä vesistön rannasta tai tärkeällä pohjavesialueella. Määräys koskee myös vedenhankintaan soveltuvia pohjavesialueita. Kiinteistöillä oli pääosin umpisäiliöt / sakokaivot tai ei ollut vesikäymälää (loma-asunnot).

Käsittelyjärjestelmän toteutumisvaatimuksia tulee pohjavesialueilla tarkastella tapauskohtaisesti, ratkaisuun vaikuttavat kiinteistön jätevesien määrä ja laatu sekä sijainti pohjavesialueella. Huomioitavaksi tulee ympäristönsuojelulaista myös pohjaveden pilaamiskielto sekä vesihuoltolain säädökset verkostoon liittämistä vesihuoltolaitoksen toiminta-alueella. Tarkempia vaatimuksia voidaan antaa kunnan ympäristönsuojelumääräyksissä.

Viranomaisella on oikeus tarkistaa kiinteistön jätevesijärjestelyt. Myös kiinteistön omistaja voidaan velvoittaa tarkistamaan viemärien ja jätevesisäiliöiden kunto, mikäli vuotoja on syytä epäillä. Mikäli jätevetä pääsee pohjaveteen, tulee kiinteistön omistajan tai haltijan kustannuksellaan suorittaa tarvittavat kunnostustoimenpiteet.

#### **TOIMENPIDESUOSITUKSET JÄTEVESILLE**

- Suunnitelma-alueella, Lähteenkankaan, Pitkäkankaan ja Isokankaan pohjavesialueilla, Reisjärventien varrella ei ole vesiyhtiöllä viemäriverkostoa
- Noudatettava Sievin kunnan rakennusjärjestystä ja ympäristönsuojelumääräyksiä eli pohjavesialueilla talousvesien maahan imeyttäminen on kielletty. Jätevedet on ensisijaisesti johdettava asianmukaiseen käsittelyyn pohjavesialueen ulkopuolelle. Mikäli tämä ei käytännössä ole mahdollista, voidaan olemassa olevan asutuksen jätevedet käsitellä pohjaveden puhtautta vaarantamattomalla tavalla paikalla ja johtaa tämän jälkeen pohjavesialueen ulkopuolelle (tarkemmin asiasta on luvussa 3.2).
- Jätevesiverkoston/jätevesijärjestelmän kunto pohjavesialueella tulee tarkistaa säännöllisesti.
- Ajoneuvojen, veneiden, koneiden ja vastaavien pesu liuotinpitoisilla pesuaineilla on kielletty lukuun ottamatta tarkoitukseen soveltuvia pesupaikkoja.

#### **8.5.3 Maalämpöjärjestelmät**

Maalämpöjärjestelmät aiheuttavat riskin pohjaveden laadulle. Lämpökaivojen pohjavesiriskit liittyvät pohjaveden laadun ja määrän muutoksiin. Riskiä aiheuttavat esimerkiksi maanpinnalta valuvien vesien suora pääsy pohjaveteen puutteellisesti tiivistettyjen kaivorakenteiden kautta ja lämmönsiirtoainevuodot. Lämpökaivojen poraus voi myös muuttaa pohjaveden virtausolosuhteita ja siten vaikuttaa pohjaveden määrään. Poraaminen voi avata uusia kulkureittejä esimerkiksi maaperässä mahdollisesti esiintyville erillisille pohjavesikerroksille ja kallioperän pohjavedelle, mikä voi johtaa paitsi veden antoisuuden myös laadun muutoksiin. Maalämpöjärjestelmissä yleisimmin käytettävät etanoli-pohjaiset lämmönsiirtonesteet eivät ole ympäristölle taikka terveydelle vaarallisia, mutta ne ovat kuitenkin pohjavedelle haitallisia aineita ja voivat aiheuttaa pohjaveden pilaantumista.

Maalämpökaivon poraaminen edellyttää maankäyttö- ja rakennuslain mukaista toimenpidelupaa. Lisäksi hankkeesta on tehtävä ilmoitus kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle ennen hankkeeseen ryhtymistä.

Sievin kunnan rakennusjärjestyksen (luku 3.2) mukaan pohjavesialueelle asennettaessa maalämpöputkistossa tulee käyttää vain ympäristölle vaarattomia aineita.

Pohjavesialueella, vedenottamon suoja-alueilla tai vesistöön sijoittamisessa tulee huomioida myös vesilain mukaisen lupatarpeen selvittäminen ennen toimenpiteeseen ryhtymistä. Vesilain mukaisen luvantarpeen arvioi Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus.

Korkein hallinto-oikeus (KHO) on antanut vuosikirjaratkaisunsa (KHO: 2019:37) koskien yhden maalämpökaivon sijoittamista pohjavesialueelle, jossa katsoi yksittäisen kiinteistön energiakaivohankeen aiheuttavan merkityksellistä riskiä pohjavedelle. Oikeuskäytännön kehittymisen takia ELY-keskusten on tullut arvioida uudelleen suhtautumistaan maalämpökaivojen rakentamiseen pohjavesialueella.

Pohjavesialueelle sijoituessa katsotaan usein, että kyseessä oleva maalämpöjärjestelmähanke voi aiheuttaa vesilain 3 luvun 2 §:n tarkoittaman muutoksen pohjavesimuodostumassa, jolloin on tarvetta hakea vesilain mukaista lupaa Pohjois-Suomen aluehallintovirastosta.

Vedenottamoiden tai potentiaalisten vedenottamoiden ohjeellisille lähisuoja-alueille ei tule myöntää toimenpidelupia energiakaivojen rakentamiseen. Myöskään harjun karkealle ydinosalle ei energiakaivoja tulisi sijoittaa. Kaikista pohjavesialueille sijoittuvista energiakaivohankkeista tulee ilmoittaa ELY-keskukselle, joka arvioi hankkeen soveltuvuuden pohjavesialueelle ja vesilainmukaisen luvan tarpeen.

Maalämpöjärjestelmissä tulee käyttää pohjavedelle vaarattomia kemikaaleja (ei glykolia). Järjestelmien rakentamisessa on noudatettava erityistä huolellisuutta. Rakenteiden tulee olla tiiviitä.

#### **TOIMENPIDESUOSITUKSET MAALÄMPÖJÄRJESTELMILLE**

- Maankäyttö- ja rakennuslain 126a §:n mukaan maalämpökaivon poraaminen tai lämmönkeruuputkiston asentaminen on toimenpideluvan varaista.
- Vedenottamoiden ohjeellisille lähisuoja-alueille ei saa myöntää toimenpidelupia lämpökaivojen rakentamiseen. Muilta osin on noudatettava ELY-keskuksen antamaa ohjeistusta.
- Pohjavesialueella maalämpöjärjestelmän lupakäsittelyn yhteydessä on arvioitava hankkeen vaikutus pohjaveden määrään ja laatuun. Arvioinnissa on huomioitava olemassa olevat vedenottamat sekä tutkitut vedenottopaikat ja yksityiskaivot. Lisäksi tulee huomioida mahdolliset pilaantuneet maa-alueet.
- Jos maalämpöjärjestelmän rakentaminen voi ennalta arvioituna aiheuttaa vesilain 3 luvun 2 §:ssä tarkoitettuja vaikutuksia, tarvitaan toimenpideluvan lisäksi vesilain mukainen lupa.
- Huollon ja laitteiston purun yhteydessä lämmönsiirtoaineet on otettava talteen. Liuosta ei saa päästä maaperään tai pohjaveteen.
- Olemassa olevista ja uusista maalämpökaivoista on kunnan rakennusvalvonnan ylläpidettävä paikkatietorekisteriä.
- Asukkaita ja yrityksiä on tiedotettava maalämmön hyödyntämiseen liittyvistä riskeistä sekä maalämpöjärjestelmien rakentamiseen liittyvistä asioista.

## **8.6 Maatalous**

Yleisin peltoviljelystä ja kotieläintaloudesta pohjavesille aiheutuva haitta on nitraattipitoisuuden kasvaminen. Peltoviljelyn ja karjatalouden aiheuttamat vaikutukset riippuvat paikallisista maaperä- ja pohjavesiolosuhteista ja niitä on sen vuoksi aina tarkasteltava tapauskohtaisesti. Vedenhankintaa

varten tärkeillä ja soveltuvilla pohjavesialueilla ei saa käyttää kasvinsuojeluinerekisterissä olevia valmisteita, joilla on pohjavesirajoitus.

Peltoviljelyä on eri puolilla pohjavesialuetta. Peltoviljelyn riski liittyy pohjaveden ravinnepitoisuuden mahdolliseen kohoamiseen ja osin myös mikrobiologisen laadun muutoksiin.

Maa- ja metsätalouden osalta noudatetaan suunnitelma-alueella olemassa olevaa lainsäädäntöä (mm. VNa 1250/2014, YSL, YSA) ja ympäristöhallinnon ajantasaista ohjeistusta (Ympäristöministeriö 2010). Valtioneuvoston asetuksessa 1250/2014 (nitraattiasetus) on määräyksiä mm. eläintilojen rakenteista, lannan varastoinnista, lannoitteiden käytöstä ja typpimääristä, joiden tavoitteena on ehkäistä ja vähentää lannan sekä 2 §:ssä tarkoitettujen muiden lannoitteiden käytöstä, varastoinnista ja käsittelystä sekä eläintuotannosta aiheutuvia päästöjä pintavesiin, pohjavesiin, maaperään ja ilmaan.

Kasvinsuojeluaineiden osalta on olemassa rajoituksia, mitä kemikaaleja tulee välttää vesiympäristöjen läheisyydessä. Tiettyjen kasvinsuojeluaineiden käyttö on kielletty tai käyttöä rajoitettu pohjavesialueilla. Tukesin internet-sivulla on kasvinsuojeluinerekisteri, josta löytyy ajantasaiset tiedot kasvinsuojelukäyttöön hyväksytyistä valmisteista (<http://www.tukes.fi/fi/>). Kasvinsuojeluinerekisteristä voi kunkin valmisteen tiedoista tarkistaa, minkälainen rajoitus on. Ehdoton käyttökielto pohjavesialueilla on yleensä muodossa: "Kasvinsuojeluaine (ja/tai sen hajoamistuote/-tuotteet) voi kulkeutua maassa, minkä vuoksi sitä ei saa käyttää tärkeillä tai muilla vedenhankintakäyttöön soveltuvilla pohjavesialueilla (pohjavesialueluokat I ja II, nykyiset 1 ja 2). Talousveden hankintaan käytettävien kaivojen ja lähteiden ympärille tulee jättää vähintään 30-100 metrin levyinen kasvinsuojeluaineella käsittelemätön suojavyöhyke. Kasvinsuojeluaineen käyttöä karkeilla hietamailla tai sitä karkeammilla maalajeilla tulisi välttää."

Ympäristöministeriön kotieläintalouden ympäristönsuojeluohjeen mukaan pohjavesialueille ei tulisi sijoittaa uusia eläinsuojia tai lantaloita. Myöskään merkittäviä eläinsuojien tai lantaloiden laajennuksia ei suositella tehtäväksi pohjavesialueille. Nitraattiasetuksen 1250/2014 4 §:n mukaan lannan ja pakkaamattomien orgaanisten lannoitevalmisteiden varastointitilaa, tuotantoeläinten jaloittelualueita ja ulkotarhojen ruokinta- ja juottopaikkoja ei saa sijoittaa pohjavesialueelle, ellei maaperäselvitysten perusteella osoiteta, että tällaiselle alueelle sijoittaminen ei aiheuta pohjavesien pilaantumista tai sen vaaraa.

Peltolohkojen pohjavesialueilla sijaitseville osille ei tule levittää lietelantaa, virtsaa, pesuvesiä, käsiteltyjä jätevesiä, käsiteltyjä puhdistamo- tai sakokaivolietteitä, puristenestettä tai muutakaan neste-mäistä orgaanista lannoitetta. Kuivalantaa voidaan levittää pohjavesialueen ulkorajan ja pohjavesialueen varsinaisen muodostumisalueen väliselle vyöhykkeelle keväällä, kun lanta mullataan mahdollisimman nopeasti. Lantaa tai muita orgaanisia lannoitteita voidaan käyttää lannoitteena pohjavesialueilla sijaitsevilla pelloilla, jos esimerkiksi maaperätutkimukset tai riittävät tiedot pohjavesialueista osoittavat, ettei käytöstä aiheudu pohjaveden laadulle riskiä. Riittävien maaperätutkimusten tekeminen on ensisijaisesti toiminnanharjoittajan vastuulla. Pohjavesialueella tulee ottaa huomioon myös ELY-keskuksen ja sen edeltäjän pohjaveden suojelusta antamat lausunnot, kunnan ympäristönsuojelumääräykset, pohjavesialueiden suojelusuunnitelmat, vesilain nojalla perustettujen vedenottamoiden suoja-alueääräykset ja vesienhoitoalueiden vesienhoitosuunnitelmat. Tällöin ELY-keskuksen kanta perustuu alueella tehtyihin maaperätutkimuksiin ja se on esitetty joko suojelusuunnitelmassa, ympäristöluvassa tai ELY-keskuksen pohjaveden suojeluun liittyvässä lausunnossa. Toiminnanharjoittajaa tulee tarvittaessa kehottaa tarkkailemaan toimintansa pohjavesivaikutuksia. Kasvinsuojeluaineen myyntipäällyksen merkinnöistä käy ilmi, voidaanko tuotetta käyttää pohjavesialueella.

## 8.7 Metsätalous ja ojitukset

Vesilain (VL 587/2011, 5 §) mukaan ojitushankkeesta vastaavan on ilmoitettava muusta kuin vähäisestä ojituksesta valtion valvontaviranomaiselle vähintään 60 vuorokautta ennen ojitukseen ryhtymistä. ELY-keskus tarkastelee vesiensuojelu- ja luonnonsuojeluasiat saadusta ilmoituksesta. Tapio

Oy:n ”Metsänhoidon suositukset talousmetsien luonnonhoitoon” työoppaan mukaan (Saaristo ja Vanhatalo 2015) ilmoitusta ei tarvitse tehdä pienehkön, alle 5 ha:n suuruisen yksittäisen metsäosan ojitamisesta. Ilmoitus on kuitenkin tehtävä aina, jos tarkoituksena on ojittaa useita pienehköjä alueita lähekkäin samalla valuma-alueella, alue sijaitsee pohjavesialueella tai happamilla sulfaattimailla tai ojituksen voidaan olettaa vaikuttavan haitallisesti vesistöön tai muihin luontoarvoihin. Myös ojan kunnossapidosta on ilmoitettava, jos ojan voidaan kokonaisuutena tarkasteltuna katsoa muuttuneen luonnontilaisen kaltaiseksi uomaksi. Vesilaissa kunnostusojitukset rinnastetaan ojitukseen ja niihin sovelletaan samoja ilmoitusvelvollisuuden edellytyksiä.

Tapio Oy:n ”Metsänhoidon suositukset talousmetsien luonnonhoitoon” työoppaan mukaan (Saaristo ja Vanhatalo 2015) metsikön sijainti pohjavesialueella ei rajoita runkopuuston käsittelyä. Hakkuissa ja muissa metsätalouden toimenpiteissä tulee noudattaa pohjavesien määrän ja hyvän laadun turvaavia suosituksia. Näin vältetään rikkomasta vesilain (587/2011) pohjaveden muuttamiskieltoa ja ympäristönsuojelulain (527/2014) pohjaveden pilaamiskieltoa.

Tärkeällä tai muulla vedenhankintakäyttöön soveltuvalla pohjavesialueella toimittaessa on kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, ettei aiheuteta pohjaveden pilaantumista eikä pohjaveden haitallista purkautumista. Erityisesti pohjavesialueella tehtävässä konetyössä on olennaista estää öljyn ja polttoaineen pääsy maaperään. Vähäisenkin öljymäärän pääsy maaperään tulisi estää. Koneissa on lisäksi aina oltava mukana öljyntorjuntaa varten liittyvää imeytyskalustoa. Työkoneiden huoltoapaikat ja polttoainevarastot on suositeltavaa sijoittaa pohjavesialueiden ulkopuolelle.

Pohjavesialueilla ei suositella kulotusta, torjunta-aineiden käyttöä eikä kantojen nostoa. Myöskään lannoituksia ei pääsääntöisesti suositella, mutta puuston terveyden ylläpitämiseksi tarpeelliset lannoitukset ovat mahdollisia.

Pohjavesialueille suositellaan vain kevennettyä maanmuokkausta, kuten kivennäismaan pintaa paljastavaa kevyttä laikutusta tai äestystä. Mikäli pohjavesialueella maanpintaa peittää moreenikerros, alueella voidaan käyttää myös laikku- ja kääntömätästystä sillä edellytyksellä, että muokkausjälki ei ulotu moreenikerroksen läpi. Turvemaiden pohjavesialueilla voidaan tehdä naveromätästystä, jos naverot eivät ulotu kivennäismaahan asti. Myös kääntömätästys on turvemaiden suositeltava menetelmä.

Ojitukset saattavat vaarantaa pohjaveden laatua etenkin alueilla, joilla pohjaveden pinta on lähellä maanpintaa. Aiemmin ojitetuilla turvepinta-alueilla pohjavesialueen osilla voidaan usein perata ojia aiheuttamatta pohjavesihaittoja, kun perkausta ei uloteta alkuperäistä kuivatussyvyyyttä syvemmälle. Tällöin varmistetaan, että vanha kuivatus ei ole aiheuttanut pohjaveden purkautumista. Mikäli ojasyvyyden lisääminen olisi välttämätöntä vesien johtamisen takia, varmistetaan asiantuntija-arvioilla, että pohjaveden purkaantumista syvennettäviin ojiin ei voi tapahtua. Arviointiapua voi kysyä esimerkiksi alueellisesta ELY-keskuksesta.

Tienrakennuksessa maa-aineksen ottoapaikoille on jätettävä riittävä suojakerros pohjavesipinnan yläpuolelle pohjavesialueilla. Suoalueiden pinta- ja pohjavesien pääsy pohjavesialueille on estettävä ja suo-vesien virtausmuutoksia on vältettävä. Tie on linjattava riittävän kauas lähteistä ja hetteistä, jotta tien rakentaminen ja käyttö eivät aiheuta pohjaveden pilaantumisvaaraa eivätkä haitallista pohjaveden purkautumista.

### **Pohjavesialueet metsäsertifiointissa**

Suomessa on käytössä kaksi metsänomistajille ja metsäalan toimijoille vapaaehtoista kansainvälistä metsäsertifiointijärjestelmää: PEFC- ja FSC. Ne pitävät sisällään luonnonhoitoa koskevia, lain minimaatimustason ylittäviä kriteereitä, joiden toteutumisesta metsäsertifiointissa mukana olevat metsänomistajat ovat sitoutuneet huolehtimaan.

PEFC-kriteeristön mukaan pohjavesien laatu turvataan metsätalouden toimenpiteissä. Vedenhankintaa varten tärkeillä (luokka I) pohjavesialueilla ei käytetä kemiallisia kasvinsuojeluaineita, korjata kantoja eikä käytetä lannoitteita. Turvemaiden tuhkalannoitus on kuitenkin sallittua. Vedenhankin-

taan soveltuvilla (luokka II) pohjavesialueilla ei käytetä kemiallisia kasvinsuojeluaineita. Kasvinsuojeluaineiden käytöllä ei tarkoiteta taimitarhoilla tukkimiehentäin torjunta-aineella käsiteltyjen taimien istutusta pohjavesialueella eikä kantokäsittelyaineiden levitystä, kun levityksessä noudatetaan Turvallisuus- ja kemikaaliviraston kasvinsuojelurekisterissä antamia ohjeita ja rajoituksia.

FSC-kriteerin mukaan metsänomistajan tulee olla tietoinen alueellisen viranomaisen määrittämistä pohjavesialueista (luokat I ja II) ja merkitä ne metsäsuunnitelmiin. Metsänomistajan tulee turvata pohjavesien laadun säilyminen pidättäytymällä tärkeillä pohjavesialueilla (I ja II luokka) kunnostus- ja täydennysojituksista, lannoituksista, kemiallisten torjunta-aineiden käytöstä, kantojen korjuusta sekä kulotuksista. Kulotuksia voidaan kuitenkin toteuttaa, mikäli siihen on ympäristöviranomaisen lupa. Metsänomistajan tulee varmistua, ettei polttoaine- ja öljysäiliöitä, muita kemikaaleja ja ongelmajätteitä ole varastoitu edes väliaikaisesti pohjavesialueille tai kohteille, joissa on onnettomuuden sattua pintavesien välitön pilaantumisriski.

#### **TOIMENPIDESUOSITUKSET MAA- JA METSÄTALOUDELLE**

- Pohjavesialueella tulee minimoida käytettyjen lannoitteiden ja kasvinsuojeluaineiden määrä.
- Pohjavesialueella saa käyttää vain pohjavesialueilla sallittuja kasvinsuojeluaineita.
- Lietelannan ym. nestemäisen lannoitteen käyttö pohjavesialueella on kielletty ilman viranomaisen antamaa lupaa.
- Eläinsuojia ei tulisi sijoittaa pohjavesialueelle.
- Pohjavesialueella ei sallita maaperästä eristämättömiä karjasuojia, lantaloita, virtsakaivoja, tuorerehuvarastoja eikä lietelantasäiliöitä. Lantavarastojen on täytettävä vähintään maa- ja metsätalousministeriön rakentamismääräysten ja -ohjeiden mukaiset tiiviysvaatimukset. Karjasuojien lattioiden on oltava tiiviitä ja jätevedet tulee johtaa tiiviiseen viemäriin.
- Muusta kuin vähäisestä ojituksesta on hankkeesta vastaavan ilmoitettava valtion valvontaviranomaiselle (ELY-keskus)
- Mikäli ojitus kohdistuu pohjavesialueelle, ei sitä voida pitää vähäisenä ja ojitusilmoitus on tehtävä. Yleisesti ottaen pohjavesialueilla ei tule tehdä täydennys- eikä kunnostusojia.
- Metsänhoidossa on noudatettava metsänhoitoyhdistyksen pohjavesialueelle antamaa ohjeistusta.

## **8.8 Pilaantuneet tai mahdollisesti pilaantuneet kohteet**

Maa-aluetta kutsutaan pilaantuneeksi, jos siinä olevan haitallisen aineen pitoisuus ylittää kyseessä olevan alueen luontaisen pitoisuuden ja aineen kokonaismäärä maaperässä on merkittävä. Maaperän pilaantuminen on seurausta ihmisen toimintojen aiheuttamasta lisäkuormituksesta maaperään. Ympäristönsuojelulain mukaan 16 §:n mukaan (maaperän pilaamiskielto) jätettä tai muuta ainetta ei saa jättää tai päästää maaperään siten, että seurauksena on sellainen maaperän laadun huononeminen, josta voi aiheutua vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle tai viihtyvyyden melkoista vähenemistä. Pilaantuneet maa-alueet aiheuttavat pohjaveden pilaantumista, mikäli haitta-aineet pääsevät kulkeutumaan maa-aineksesta pohjaveteen.

Ympäristönsuojelulain 133 §:n mukaan maaperän ja pohjaveden puhdistamisvelvollisuus on sillä, jonka toiminnasta on aiheutunut maaperän tai pohjaveden pilaantumista. Jos maaperän pilaantumisen aiheuttajaa ei saada selville tai täyttämään puhdistamisvelvollisuuttaan, ja jos pilaantuminen on tapahtunut alueen haltijan suostumuksella tai hän on tiennyt tai hänen olisi pitänyt tietää alueen tila sitä hankkiessaan, on alueen haltijan puhdistettava alueen maaperä siltä osin kuin se ei ole ilmeisen kohtuutonta. Jollei pilaantuneen alueen haltijaa voida velvoittaa puhdistamaan pilaantunutta maaperää, kunnan on selvittettävä maaperän puhdistamistarve ja puhdistettava.

Niissä tapauksissa, kun on aihetta epäillä maaperän tai pohjaveden pilaantumista, puhdistamisesta 133 §:n mukaan vastuussa olevan on selvitettävä alueen pilaantuneisuus ja puhdistamistarve.

Ympäristöhallinnon MATTI-rekisterissä on suunnitelma-alueella kaksi merkintää. Osa näistä on toimintoja, joilla on ympäristölupa ja osa toiminnosta on lopetettu tai kohde jo kunnostettu. Kiiskilän kaatopaikalla, Pitkäkangankaalla on merkintä, että entisen kaatopaikan alueella kannattaisi selvittää maaperän ja pohjaveden nykytila. Samoin Lähteenkankaan vanhalla ampumaradalla on syytä tehdä lisätutkimuksia, joilla voisi selvittää maaperän ja pohjaveden nykytilan.

#### **TOIMENPIDESUOSITUKSET MAHDOLLISESTI PILAANTUNEILLE MAA-ALUEILLE**

- Markkulan alueelle sijoittuva Soili-kohde, Hilun valinta, jossa on todettu haitta-ainepitoista maata, on syytä kunnostaa
- Kiiskilän vanhan kaatopaikan alueen maaperän ja pohjaveden nykytilan selvitys
- Lähteenkankaan ampumaradan alueen maaperän ja pohjaveden nykytilan selvitys
- Alueella ei ole tiedossa muita mahdollisesti pilaantuneita kohteita.
- Toiminnassa olevilla kohteilla toiminnanharjoittajan tulee selvittää mahdollisesti pilaantuneen maaperän ja pohjaveden tila ja suorittaa tarvittavat jatkotoimenpiteet.
- Käytöstä poistettujen kohteiden osalta tulee tehdä tarkastelu kiireellisimmistä kunnostettavista kohteista. Tarkastelussa tulisi huomioida kohteen sijainti suhteessa vedenottamoon sekä mahdollisten pilaavien aineiden ominaisuudet.

## 8.9 Valvonta ja seuranta

Suojelusuunnitelman toimenpidesuosittelusten valmistuttua aloitetaan niiden täytäntöönpano aikataulun mukaisesti. Liitteessä 6 on koontitaulukko toimenpidesuosituksista ja niiden vastuutahoista sekä ohjeellisesta aikataulusta ja kiireellisyyjärjestyksestä.

Toimenpiteiden toteutumisen varmistamiseksi on syytä perustaa seurantaryhmä, johon kuuluvat samat tahot kuin itse suojelusuunnitelman valmisteluunkin. Lisäksi kannattaa laajentaa ryhmää kulloinkin käsiteltävän asian mukaisesti, esim. maatalouspuolen, kaavoituksen sekä alueella toimivien yritysten edustajilla. Seurantaryhmän tarkoitus on tarkastella toimenpidesuosittelusten toteutumista määräajoin. Seurantaryhmän koollekutsuja on Sievin kunta. Suojelusuunnitelmassa esitettyä toimenpideohjelmaa seurataan ja päivitetään vuosittain.

#### **SEURANTARYHMÄ**

- Sievin kunta, tekniset palvelut (kunnallistekniikka, kaavoitus, rakennusvalvonta)
- Ylivieskan kaupungin ympäristöterveydenhuolto
- Pohjois-Pohjanmaan hyvinvointialueen pelastustoimi
- Vesikolmio Oy
- Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus
- Suunnitelma-alueella toimivien yritysten/toimijoiden edustaja/edustajat

## 9 ENNAKOIVA POHJAVEDEN SUOJELU

Pohjaveden suojelua voidaan edistää maankäytön suunnittelun avulla. Pohjavesialueilla tehtävien kaavojen taustaksi tulisi aina tehdä riittävän laajat selvitykset alueen pohjavesiolosuhteista sekä kaavan mahdollisista vaikutuksista pohjaveden määrään ja laatuun.

Pohjavesialueilla rakentamista rajoittavat vesilain ja ympäristönsuojelulain mukaiset pohjaveden muuttamis- ja pilaamiskiellot. Lisäksi maankäyttö- ja rakennuslaissa määritellään alueiden käytön tavoitteeksi edistää ympäristönsuojelua ja ehkäistä ympäristöhaittoja. Lisäksi lain tavoitteena on edistää luonnon monimuotoisuuden ja muiden luontoarvojen säilymistä.



Pääsääntöisesti kaavoituksessa tulisi välttää uusien mahdollisesti pohjaveden puhtautta vaarantavien teollisuusalueiden sijoittaminen pohjavesialueille. Kaavoituksen yhteydessä tulisi myös huomioida, että pohjavesialueille jää riittävästi rakentamatonta, vettä läpäisevää pintaa, jotta pohjaveden muodostuminen on turvattu. Vedenottamoiden lähialueet tulisi mahdollisuuksien mukaan rauhoittaa rakentamiselta. Myöskään lähialueille ei tulisi kaavoittaa uutta asutusta, maanteitä tai sijoittaa etenkään toimintoja, joista voisi aiheutua pohjaveden pilaantumisen riskiä.

Kaikkissa kaavoissa tulee näkyä pohjavesialuerajaus. Eriasteisissa kaavoissa voidaan myös antaa määräyksiä siitä, miten pohjaveden suojelu tulee huomioida alueen rakentamisessa. Kunnan rakennusjärjestyksessä ja ympäristönsuojelumääräyksillä voidaan lisäksi antaa paikallisia määräyksiä, joita pidetään tarpeellisina hyvän elinympäristön säilymisen ja toteutumisen kannalta.

## 10 HÄIRIÖTILANTEET

Mahdollisiin kemikaalivahinkoihin sekä muihin onnettomuuksiin ja häiriötilanteisiin pohjavesialueilla ja vedenottamoilla tulee varautua ennalta, sillä likaantuneen pohjaveden puhdistaminen on usein hidasta, vaikeaa ja kallista. Tyypillisiä pohjaveden laatua uhkaavia vahinkotapauksia ovat vaarallisten aineiden kuljetusonnettomuudet, öljysäiliöiden vuodot, jakeluasemien polttoainevuodot, ilkivalta pohjavedenottamoilla sekä jätevesien, pintavesien ja -valumiin kulkeutuminen pohjavesiin. Vahinkotapauksiin varautumisen tarkoituksena on, että vahingon tapahtuessa torjuntatoimiin voidaan ryhtyä nopeasti ja tehokkaasti.

Pohjavesivahinkojen torjuntaan voidaan varautua suojelu- ja valmiussuunnitelman avulla etukäteen. Pelastuslaitoksen öljyntorjuntasuunnitelman lisäksi kunnalla pitäisi olla kriisiajan toimintasuunnitelma sekä vesihuoltolaitoksella ajantasainen varautumissuunnitelma. Pohjavesivahinkojen torjunta edellyttää, että pohjavesialueesta on käytettävissä mahdollisimman hyvät tiedot.

Selvitys edellyttää yleensä maastotutkimusten suorittamista vahinkoalueella ja sen ympäristössä. Tutkimustulosten perusteella määritetään jatkotoimenpiteet vedenottamoiden suojaamiseksi. Suojaustoimenpiteenä voi olla esim. pohjaveden suojauspumppaus, jonka avulla rajoitetaan likaantuneen pohjaveden virtausta vedenottamon suuntaan. Haihtuvien aineiden kulkeutumista voidaan rajoittaa maaperän huokosilmapumppauksilla.

Onnettomuustilanteessa on otettava vesinäytteen mahdollisimman pian likaantumisalueelta sekä onnettomuuspaikan sijainnista riippuen myös vedenottamoilta. Mikäli haitta-aineen kulkeutumista otta-  
malle ei voida estää, on pohjavedenotto keskeytettävä.

Öljy- ja kemikaalionnettomuuksien alkutorjunta kuuluu pelastustoimelle ja jälkitorjunta kunnan jälkitorjuntaviranomaiselle. Mikäli ensi- ja jälkitorjuntatoimilla ei saada riittävässä määrin haitta-aineita poistetuksi pohjavedestä tai maaperästä, on pilaantuneella alueella tehtävä kunnostussuunnitelma sekä tehtävä PIMA-ilmoitus tai haettava ympäristölupaa. Kunnostussuunnitelman laatiminen edellyttää yksityiskohtaisia maaperä- ja pohjavesitutkimuksia.

Ei-äkillisestä maaperän tai pohjaveden pilaantumisesta on tehtävä ilmoitus viranomaiselle. Ympäristönsuojelulain 134 §:n mukaan: Jos maaperään tai pohjaveteen on päässyt jätettä tai muuta ainetta, joka saattaa aiheuttaa pilaantumista, on aiheuttajan välittömästi ilmoitettava siitä valvontaviranomaiselle (Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus ja kunnan ympäristönsuojeluviranomainen).

## **VAHINKOTAPAUKSEN SATTUESSA ON VÄLITTÖMÄSTI**

### **SUORITETTAVA SEURAAVAT TOIMENPITEET:**

- Mahdollisuuksien mukaan pyrittävä tyrehdyttämään mahdollinen vuoto sekä estää lisäpilaantumisen ja henkilövahingot.
- Ilmoitus onnettomuudesta hätäkeskukseen (112).
- Selvitettävä haitallisen aineen kemiallinen koostumus ja ominaisuudet.
- Mikäli kyseessä ei ole nopeasti haihtuva aine, on imeytyminen maaperään estetävä mahdollisuuksien mukaan imeyttämällä aine esim. turpeeseen tai sahajauhoon.
- Likaantunut maa-aines on kaivettava pois ja kuljetettava sellaiselle vastaanotto paikalle, jolla on lupa pilaantuneiden maiden vastaanottoon.
- Mikäli haitallisia ainetta epäillään pääsevän tai jo päässeen pohjaveteen, on välittömästi aloitettava tutkimukset likaantuneen alueen laajuuden ja suojatoimenpiteiden (esim. suojapumppaus) selvittämiseksi.
- Pohjaveden oton keskeyttäminen ottamalla.

### **Tiedonvälitys ja onnettomuusilmoitus**

Yleisin pohjaveteen kohdistuva äkillinen vahinkotapaus on öljy- tai muu kemikaalionnettomuus. Mikäli pohjavesialueella tapahtuu tällainen onnettomuus, on siitä ilmoitettava hätäkeskukseen, jolla on ohjeet torjuntatoimien käynnistämisestä ja edelleen tiedottamisesta.

Jokilaaksojen pelastuslaitos johtaa öljy- ja kemikaalivahinkojen ensitorjuntatyötä alueella. Mikäli vahinko edellyttää myös kunnan jälkivahinkojen torjuntatoimia, pelastuslaitos siirtää vastuun ensitorjunnan jälkeen kirjallisesti jälkitorjunnalle. Pelastuslaitoksen onnettomuus- tai vahinkopaikalle saapuvalla pelastusyksiköllä on ajantasainen tieto pohjavesialueiden ja vedenottamoiden sijainnista.

Pohjavesialueella tapahtuneesta ympäristövahingosta on jokaisella velvollisuus ilmoittaa pelastuslaitokselle sekä aloittaa olosuhteisiin nähden tarpeelliset ja välittömät torjuntatoimenpiteet. Öljy- ja kemikaalivahingosta tulee ilmoittaa myös kunnan ympäristönsuojeluviranomaisille ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskukselle. Vedenottamoiden valuma-alueilla tapahtuneista onnettomuuksista ilmoitetaan edellä mainittujen lisäksi vesilaitokselle.

Vahinkojen torjunnan tehokkuus riippuu olennaisesti tiedonvälityksen nopeudesta.

### **Toiminta vahinkotapauksissa**

Öljy- ja kemikaalivahinkojen vahinkotapauksissa torjuntatoimia johtaa Jokilaaksojen pelastuslaitos, joka ryhtyy torjuntatoimiin hälytyksen tai ilmoituksen saatuaan. Pelastuslaitoksen suorittamalla välittömällä torjuntatoimenpiteillä pyritään rajaamaan maaperän sekä pinta- ja pohjaveden likaantumisen mahdollisimman pienelle alueelle ja estämään lika-aineen kulkeutuminen kaivoihin tai vedenottamolle. Vaikka torjuntatoimien päävastuu on pelastuslaitoksella, tulee myös kunnan ympäristönsuojeluviranomaisilla ja vesilaitoksella olla toimintasuunnitelma mahdollisten onnettomuustilanteiden varalle. Vahingon aiheuttaja vastaa vahinkojen selvittämisen ja ennallistamiskustannuksista. Vahingon aiheuttaja vastaa myös vahinkojen jälkitorjunnasta. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus ja kunnan ympäristönsuojeluviranomainen antaa tarvittaessa asiantuntija-apua kemikaalivahinkojen torjuntaan. Mikäli torjuntatoimenpiteillä ei saada lika-ainetta poistettua riittävän tehokkaasti, tulee alueelle laatia pilaantuneen maan tai pohjaveden kunnostamissuunnitelma.

Pohjavettä uhkaavan onnettomuuden torjuntatoimenpiteiden yhteydessä saatetaan tarvita nopeasti erityisasiantuntemusta, jotta pilaantumiselta vältytään. Kunnan ja vesilaitoksen varautumissuunnitelmissa on oltava tiedot niistä asiantuntijoista, laboratorioista ja urakoitsijoista, joiden apua tarvitaan. Etukäteen tulee sopia myös tiedottamiseen ja tiedonvälitykseen liittyvistä järjestelyistä vahinkotilanteessa.

Vesilaitosten tulee olla varautunut vedenjakeluun erilaisissa häiriötilanteissa. Vesihuollon erityistilanteet voivat olla lyhytaikaisia, vesilaitoksen toimintaan liittyviä häiriöitä tai suurempia ongelmia, kuten raakavesilähteen likaantuminen, vesijohtoverkoston jäätyminen tai likaantuminen, ilkivalta tai suur-onnettomuus.

Alueen vesilaitosten ottamot sijoittuvat laajalle alueelle, joten jos joku ottamoista jouduttaisiin sulkemaan esim. öljyvahingon tai muun onnettomuuden vuoksi, voidaan muiden ottamoiden pumpausta vastaavasti lisätä. Lisäksi on huomattava, että vesiyhtiöllä on yhteys Vesikolmio Oy:n verkostoon, josta ne myös tällä hetkellä saavat merkittävän osan jakamastaan raakavedestä. Vahinkopai-kan vaikutusalueella sijaitsevan vedenottamon sulkeminen pelastus-/kunnostustöiden ajaksi on tärkeää, jottei pumppaus nopeuttaisi aineiden leviämistä pohjavedessä.

Tämän suunnitelman toimenpidesuosituksen toteuttamista ja valvontaa varten perustettava seurantaorganisaatio voi omalta osaltaan toimia asiantuntijaelimenä mahdollisissa onnettomuustilanteissa.

# 11 VIITTEET

AFRY Finland Oy 2020. Pohjaveden suolapitoisuuden seuranta. Yhteenveto 2019. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus.

Antikainen Merja, Hentilä Hanna, Rautio Liisa Maria, Gustafsson Juhani 2009. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen alueen vesienhoidon toimenpideohjelma pohjavesille. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 2009.

Backman, B. Lahermo, P., Väisänen, U., Paukola, T., Juntunen, R., Karhu, J., Pullinen, A., Rainio, H. ja Tanskanen, H. 1999. Geologian ja ihmisen toiminnan vaikutus pohjaveteen. Seurantatutkimuksen tulokset vuosilta 1969-1996. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 147- 261 s.

Britschgi Ritva ja Rintala Jari 2016. Pohjavesialueet –määrittäminen, luokitus ja suojelusuunnitelmat. Luonnos 29.11.2016. Suomen ympäristökeskus.

Britschgi Ritva, Rintala Jari ja Puharinen Suvi-Tuuli 2018. Pohjavesialueet– opas määrittämiseen, luokitukseen ja suojelusuunnitelmien laadintaan. Ympäristöhallinnon ohjeita 3/2018. Ympäristöministeriö, Helsinki 2018

Korpelan Voima Oy 2021. Muuntajatiedot (Korpelan Voima Oy / 30.6.2021)

Geologian tutkimuskeskus 2021a. Geologiset aineistot. (<http://gtkdata.gtk.fi/maankamara/>).

Geologian tutkimuskeskus 2021b. Maa-ainesottoluvat ja kiviainesvarannot. <http://www.d3.ymparisto.fi/d3/Tuura/pdf/TUU-11-049.pdf>

Hatva Tuomo, Lapinlampi Toivo ja Vienonen Sanna 2008. Kaivon paikka. Selvitykset ja tutkimukset kiinteistön kaivon paikan määrittämiseksi. Ympäristöopas. Suomen ympäristökeskus.

Joensuu, S., Kauppila, M., Lindén, M. & Tenhola, T. (toim.) 2013. Hyvän metsänhoidon suositukset – Vesiensuojelu. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja.

Joensuu Samuli 2017. Metsätalous pohjavesialueilla 2016 – 2017. Kunnostusojitus ja terveyslannoitus erityistarkastelussa. Tapio.

Juvonen, J. ja Lapinlampi, T. 2013. Energiakaivo. Maalämmön hyödyntäminen pientaloissa. Ympäristöopas 2013.

Juvonen Janne ja Gustafsson Juhani 2015. Ohje pohjaveden määrällisen ja kemiallisen tilan luokitteluun — päivitetty arviointiperusteet 23.8.2012 lopullinen versio, 21.9.2015 lisätty liite 2. Suomen ympäristökeskus ja Ympäristöministeriö.

Juvonen Janne, Hentilä Hanna ja Aroviita Jukka 2017. Maa- ja metsätalouden kuormittamien pohjavesien MaaMet-seuranta. Torjunta-aineet ja ravinteet 2007–2015. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 15/2017.

Kalliokoski, P., Sihvonen, K., Etula, A., Pärjälä, E., Mälkki, E. ja Suokko, T. 1986. Kaatopaikoilta liukenevat haitalliset yhdisteet ja niiden vaikutus pohjavesiin. Ympäristöministeriön Ympäristön- ja luonnonsuojeluosasto. Sarja A: 53. 107 s.

Karvonen, A., Taina, T., Gustafsson, J., Mannio, J., Mehtonen, J., Nysten, T., Ruoppa, M., Sainio, P., Siimes, K., Silvo, K., Tuominen, S., Verta, M., Vuori, K-M., Äystö, L. 2012. Vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annettujen säädösten soveltaminen. Kuvaus hyvistä menettelytavoista. Ympäristöministeriön raportteja. 15/2012. Ympäristöministeriö.

Lahermo, P., Väänänen, P., Tarvainen, T. & Salminen, R. 1996. Suomen Geokemian Atlas, osa 3: Ympäristögeokemia – purovedet ja sedimentit. Geologian tutkimuskeskus, Espoo.

Lahermo, P., Tarvainen, T., Hatakka, T., Backman, B., Juntunen, R., Kortelainen, N., Lakomaa, T., Nikkarinen, M., Vesterbacka, P., Väisänen, U. & Suomela, P. 2002. Tuhat kaivoa - Suomen kaivovesien

fysikaalis-kemiallinen laatu vuonna 1999. Summary: One thousand wells –the physical-chemical quality of Finnish well waters in 1999. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti – Geological Survey.

Molarius, R. 1998. Riskinarviointi pohjaveden vaarantumistilanteissa. Taustaselvitys. Alueelliset ympäristöjulkaisut, nro 71. Pirkanmaan ympäristökeskus. Tampere. 39 s.

Mälkki, E., Hedlund, Heinonen-Tanski, H., M., Korhonen, L., Martikainen, P. ja Vartiainen, T. Ihmisen toiminnan vaikutus pohjaveteen. III Hautausmaat. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 51.

Nyros Hannele, Partanen-Hertell Marjut, Silvo Kimmo ja Kleemola Pauli (toim.) 2006. Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015. Taustaselvityksen lähtökohdat ja yhteenveto tuloksista. Suomen ympäristö 55/2006, Ympäristönsuojelu, 68 s. Suomen ympäristökeskus (SYKE).

Pohjois-Pohjanmaan liitto 2015. Pohjois-Pohjanmaan ampumaradat, selvitys maakuntakaavan uudistamista varten, 25.3.2015 (täydennetty 29.4.2016).

Rintala, J. 2014. Pohjaveden laadun muutokset soranottoalueilla 1985-2013. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 20/2014.155 s. ISBN 978-952-11-4348-9

Rintala, J., Hyvärinen, V., Illmer, K., Nylander, E., Pulkkinen, P., Rantala, P. & Siiro, P. 2007. Pohjavesialueiden suojelusuunnitelmat osana vesienhoidon järjestämisestä – taustaselvitys. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 7/2007. 62 s. ISBN 978-952-11-2621-5.

Rusanen, K., Finér, L., Antikainen, M., Korkka-Niemi, K., Backman, B. & Britschgi, R. 2004. The effect of forest cutting on the quality of groundwater in large aquifers in Finland. Boreal Environment Research 9: 253-261.

Saaristo, L. & Vanhatalo, K. (toim.) 2015. Metsänhoidon suositukset talousmetsien luonnonhoitoon, työopas. Tapion julkaisuja.

Salminen Jani, Nystén Taina ja Tuominen Sirkku 2010. Vaihtoehtoiset liukkauden-torjunta-aineet ja pohjavesiensuojelu MIDAS2-hankkeen loppuraportti. Suomen ympäristö 22/2010. Suomen ympäristökeskus.

Sievin kunta, 2008. Sievin kunnan ympäristönsuojelumääräykset, Kv 7.5.2008 § 19.

SYKE 2021. [http://www.syke.fi/fi-FI/Avoin\\_tieto/Ymparistotietojarjestelmat](http://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat)

Tidenberg Sanna, Kosonen Emilia ja Gustafsson Juhani, 2007. Teiden talvikunnossapidon vaikutukset pohjaveteen. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 10/2007, 131 s., Suomen ympäristökeskus.

Torvinen Satu ja Laine Anne (toim.) 2015. Oulujoen-Iijoen vesienhoitoalueen toimenpideohjelma 2016–2021. Osa 2. Toimenpiteet. Raportteja 129/2015. Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.

Vepsäläinen Milja, Pyy Outi, Sjölund Marko, Nikunen Seppo, Rajala Anna-Maria ja Jussi Reinikainen 2016. Pilaantuneen maa-alueen kunnostushankkeen tilaaminen. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 1 / 2016. Suomen ympäristökeskus.

Trafi 2013. Vaarallisten aineiden kuljetukset 2012. Trafim julkaisuja 20-2013.

Vesi- ja ympäristöhallitus 1991a. Pohjavesialueiden suojelusuunnitelmat. Valvontaohje nro 65.

Vesi- ja ympäristöhallitus 1991b. Maa-ainesten ottoon kohdistuva valvonta vesi- ja ympäristöviranomaisten kannalta. Valvontaohje nro 49.

Ympäristöministeriö. Ehdotus pohjavesiseurannan järjestämisestä Suomessa. Työryhmän loppuraportti. 31.3.2004.

Ympäristöministeriö 2020. Maa-ainesten kestävä käyttö. Opas maa-ainesten ottamisen sääntelyä ja järjestämistä varten. Ympäristöhallinnon ohjeita 24/2020.

Ympäristöministeriö 2010. Kotieläintalouden ympäristönsuojeluohje. Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2010.

Vesi- ja viemärlaitosyhdistys 2000. Soveltamisopas talousvesiasetukseen 461/2000. Suomen kuntaliitto.

Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2014. Metsänhoidon suositukset. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja.