



Finnish
Consulting
Group

Mäntsälän pohjavesiselvitys ja vaikutusten arviointi

MÄNTSÄLÄN STRATEGINEN YLEISKAAVA 2050

Mäntsälän kunta

Kärkkäinen Jari

10.3.2025

P47258P001

Sisällys

1	Johdanto	6
2	Lähtöaineisto	6
3	Vaikutusmekanismit	7
3.1	Yleistä	7
3.2	Ilmastomuutos	8
4	Pohjavesialueiden haavoittuvuusherkkyys	9
5	Pohjavesialueet.....	10
5.1	Vedenhankintaa varten tärkeät pohjavesialueet.....	12
5.1.1	Lukko	12
5.1.2	Levanto-Vasaraissennummi	15
5.1.3	Ojala	17
5.1.4	Saari.....	21
5.2	Muut vedenhankintakäyttöön soveltuvat pohjavesialueet	24
5.2.1	Iilimäki	24
5.2.2	Kaipainen ja Kukkuranmäki	26
5.2.3	Keravanjärvi	27
5.2.4	Ketunnummi.....	29
5.2.5	Louhela.....	30
5.2.6	Hautjärvi ja Patamäki	32
5.2.7	Riihikorvennummi.....	34
5.2.8	Sääksjärvi.....	36
5.2.9	Myllylänkulma.....	37
6	Vaikutusten arviointi.....	39
7	Lähteet.....	45

Liitteet

Liite 1. Mäntsälän pohjavesialueet

Kuvaluettelo

Kuva 1. Kokonaan Mäntsälän puolella on 14 luokitettua pohjavesialuetta ja Myllylänkulma sijoittuu osittain Mäntsälän puolelle.	12
Kuva 2. Lukon vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue.	13
Kuva 3. Lukon pohjavesialueella on useita pilaantuneiden maiden kohteita (PIMA) (Ympäristökarttapalvelu Karpalo).	14
Kuva 4. Lukon pohjavesialueen haavoittuvuus ((Geologian tutkimuskeskus 2022)).	15
Kuva 5. Levanto-Vasaraissennummen vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue.	16
Kuva 6. Levanto-Vasaraissennummen pohjavesialueen haavoittuvuus (Geologian tutkimuskeskus 2022).	17
Kuva 7. Ojalan pohjavesialue.	18
Kuva 8. Ojalan pohjavesialueen pohjeveden korkeustaso ja virtaussuunnat (Valjus ym. 2023).	20
Kuva 9. Alueella on useita pilaantuneiden maiden kohteita (PIMA) (Ympäristökarttapalvelu Karpalo).	20
Kuva 10. Ojalan pohjavesialueen haavoittuvuus (Geologian tutkimuskeskus 2022)	21
Kuva 11. Saaren vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue.	22
Kuva 12. Saaren pohjavesialueella on kaksi pilaantuneiden maiden kohdetta (PIMA) (Ympäristökarttapalvelu Karpalo).	23
Kuva 13. Saaren pohjavesialueen haavoittuvuus (Geologian tutkimuskeskus 2022).	23
Kuva 14. Iilimäen pohjavesialue.	24
Kuva 15. Iilimäen pohjavesialueella on yksi pilaantuneiden maiden kohde (PIMA) (Ympäristökarttapalvelu Karpalo).	25
Kuva 16. Iilimäen pohjavesialueen haavoittuvuus (Geologian tutkimuskeskus 2022).	25
Kuva 17. Kaipaisen (pohjoinen) ja Kukkuranmäen pohjavesialue (eteläinen).	26
Kuva 18. Kaipaisen ja Kukkuranmäen pohjavesialueiden haavoittuvuusherkyys (Geologian tutkimuskeskus 2022).	27
Kuva 19. Keravanjärven pohjavesialue.	28
Kuva 20. Keravanjärven pohjavesialueen haavoittuvuus (Geologian tutkimuskeskus 2022).	28
Kuva 21. Ketunnummen pohjavesialue.	29
Kuva 22. Ketunnummen pohjavesialueen haavoittuvuus (Geologian tutkimuskeskus 2022).	30
Kuva 23. Louhelan pohjavesialue.	31
Kuva 24. Louhelan pohjavesialueen haavoittuvuus (Geologian tutkimuskeskus 2022).	31
Kuva 25. Hautjärven ja Patamäen pohjavesialue.	32
Kuva 26. Hautjärven pohjavesialueella on kaksi pilaantuneiden maiden kohdetta (PIMA) (Ympäristökarttapalvelu Karpalo).	33
Kuva 27. Hautjärven ja Patamäen pohjavesialueiden haavoittuvuus (Geologian tutkimuskeskus 2022).	33
Kuva 28. Riihikorvennummen pohjavesialue.	34
Kuva 29. Riihikorvennummen pohjavesialueella on yksi pilaantuneiden maiden kohde (PIMA) (Ympäristökarttapalvelu Karpalo).	35
Kuva 30. Riihikorvennummen pohjavesialueen haavoittuvuus (Geologian tutkimuskeskus 2022).	35
Kuva 31. Sääksjärven pohjavesialue.	36
Kuva 32. Sääksjärven pohjavesialueen haavoittuvuusherkyys (Geologian tutkimuskeskus 2022)	37

Kuva 33. Myllylänkulman pohjavesialue.....	38
Kuva 34. Myllylänkulman pohjavesialueella on neljä pilaantuneiden maiden kohdetta (PIMA) (Ympäristö- karttapalvelu Karpalo).....	38
Kuva 35. Myllylänkulman pohjavesialueen haavoittuvuusherkyys (Geologian tutkimuskeskus 2022).....	39
Kuva 36. Ote kaavakartasta ja merkintöjen selite. Jurvalan asuinalue ja Sälinkääntien tilaa vaativa elinkeino- alue ovat olemassa olevia. Pääosa pohjavesialueesta on maaseutuelinkeinojen aluetta ja alue kyt- keytyy kahteen laajaa yhtenäiseen metsäalueeseen	41

*FCG Finnish Consulting Group Oy ("FCG") on laatinut tämän raportin FCG:n asiakkaan ("Asiakas") toimeksianton ja ohjeiden mukaisesti. Tämä raportti on laadittu FCG:n ja Asiakkaan välisen sopimuksen ehtojen mukaisesti. **FCG ei ole vastuussa tästä raportista tai sen käytöstä suhteessa mihinkään muuhun tahoon kuin Asiakkaaseen.***

Tämä raportti voi perustua kokonaan tai osaksi kolmansien osapuolten FCG:lle antamiin tietoihin tai julkisiin lähteisiin ja näin ollen tietoihin, joihin FCG:llä ei ole ollut vaikutusmahdollisuuksia. FCG toteaa nimenomaisesti, ettei sillä ole vastuuta sille annettujen virheellisten tai puutteellisten tietojen perusteella.

Kaikki oikeudet (mukaan lukien tekijänoikeudet) tähän raporttiin kuuluvat FCG:lle, tai Asiakkaalle, mikäli niin on sovittu FCG:n ja Asiakkaan välillä. Tätä raporttia tai sen osaa ei saa muokata tai käyttää uudelleen toiseen tarkoitukseen ilman FCG:n kirjallista lupaa.

1 Johdanto

Tämä pohjavesiselvitys on laadittu Mäntsälän kuntaa koskevan strategisen yleiskaavan laatimista varten. Mäntsälän strateginen yleiskaava 2050 on yleispiirteinen maankäytön suunnitelma koko kunnan alueelle. Siinä yleispiirteiset aluevaraukset ohjaavat alueidenkäytön suunnittelua ja järjestämistä, asemakaavoitusta ja tarvittaessa osayleiskaavoitusta. Mäntsälän strateginen yleiskaava 2050 on oikeusvaikutteinen. Työ perustuu kaavaluonnokseen, joka on päivätty 6.11.2024.

Tässä työssä esitetään yleiskaava-alueen luokitellut pohjavesialueet sekä arvioidaan kaavan toteutumisen vaikutuksia pohjavesialueisiin. Pohjaveden suojelu perustuu ympäristönsuojelulain (YSL, 527/2014) 17 §:n pohjaveden pilaamiskieltoon sekä maaperän pilaamiskieltoon (YSL 16 §). Vaikutusten arviointi on yleiskaavatasoinen. Riskitarkastelu perustuu pääosin vuoden 2013 pohjavesien suojelusuunnitelmaa (Ramboll Finland Oy 2013), jolloin nykytilanteen tiedot puuttuvat. Mäntsälän kunta on käynnistänyt Mäntsälän pohjavesialueiden suojelusuunnitelman laadinnan vuonna 2025.

Työstä on vastannut FM, biologi Jari Kärkkäinen.

2 Lähtöaineisto

Keskeiset lähteet työlle olivat

- Geologian tutkimuskeskus 2024: Hakku - geologiset tietotuotteet (<https://hakku.gtk.fi>)
- Geologisen rakenteen selvitys Mäntsälän Ojalan pohjavesialueella. Geologinen tutkimuskeskus. Tutkimustyöraportti 6/2023.
- Mäntsälän strategisen yleiskaavan 2050 selostus (yk0274).
- Ramboll Finland Oy 2013: Mäntsälän pohjavesialueiden suojelusuunnitelma. Mäntsälän kunta ja Uudenmaan ELY-keskus.
- Suomen ympäristökeskus (2024a). Ympäristötiedon hallintajärjestelmä Hertta, pohjavesitietojärjestelmä.
- Suomen ympäristökeskus (2024b). WFS-taso, pohjavesialueet (https://paikkatie-dot.ymparisto.fi/geoserver/inspire_ge/wfs).

Pohjavesialueiden kuvaukset perustuvat Hertta-pohjavesitietojärjestelmän tietoihin.

3 Vaikutusmekanismit

3.1 Yleistä

Pohjavettä syntyy, kun sade-, sulamis- tai pintavesi imeytyy maakerrosten läpi maaperään tai virtaa kallioperän rakoihin. Lumen sulamisvedet ja sateet täydentävät pohjavesivarastoja. Veden imeytymiseen maaperään vaikuttaa mm. pintamaan läpäisevyys. Rakennetut alueet vähentävät pohjaveden muodostumista ja saattavat pitkään jatkuneina kuivina kausina alentaa pohjavedenpinnan tasoa. Tällöin pohjavesivarastot eivät täydenny yhtä tehokkaasti kuin rakentamattomilla alueilla.

Maanrakennus- ja louhintatyöt voivat vaikuttaa väliaikaisesti pohjaveden laatuun aiheuttamalla esimerkiksi veden samentumista ja paikoin muuttaa pohjaveden virtausolosuhteita. Yleensä pohjavedenpinnan yläpuolella tapahtuvan maanmuokkauksen aiheuttama vaikutus pohjaveteen on vähäinen, eikä se välttämättä ole havaittavissa pohjaveden laadussa tai määrässä. Vaikutus on suurempi ja mahdollisesti havaittavissa, kun rakentaminen tapahtuu pohjavedenpinnan alapuolella tai jopa pohjavedenpintaa tilapäisesti tai pysyvästi alentaen.

Rakennusten ja rakenteiden perustamistavat vaikuttavat myös pohjavesien laatuun ja määrään. Suurin pohjavesiriski liittyy pohjarakentamistekniikoihin, joissa injektointiainneiden, hydraulisten sideainneiden, sementtien, bentoniittien, akryyli- tai epoksihartsien, uretaanien, tuhkien tai vastaavien aineiden sekoittamista tai syöttämistä maaperään sen kantavuuden, rakennettavuuden tai muiden geoteknisten ominaisuuksien parantamiseksi tai kasvannon tukemiseksi (Nurminen 2023).

Rakentamisvaiheessa työkoneiden rikkoutumisesta tai polttoainetankkauksesta johtuvien päästöjen valuminen maaperään ja edelleen pohjaveteen muodostaa maaperän ja pohjaveden pilaantumisen riskin. Sama riski on olemassa henkilöauton tai työkoneen rikkoutumisesta maaseutuelinkeinojen alueilla ja kyläalueilla.

Tyypillisesti omakoti- ja pientaloasutuksessa pohjavesiriskit liittyvät jätevesien käsittelyyn ja niiden johtamiseen sekä lämmitykseen (maalämpökaivot). Haja-asutuksen kiinteistökohtainen jätevedenkäsittely muodostaa riskin pohjavedelle, mikäli jätevedenkäsittelyjärjestelmän mitoitus tai puhdistusteho ei ole riittävä, jätevesijärjestelmä on vuotava tai puutteellisesti huollettu sekä jos jätevettä imeytetään maahan (Ramboll Finland Oy 2013). Jätevesien pääsy maaperään ja imeytyminen pohjaveteen voi aiheuttaa mm. pohjaveden hygieenisen laadun (bakteerit) heikkenemistä sekä ravinnepitoisuuksien kohoamista (Ramboll Finland Oy 2013). Öljylämmityksessä maa-alainen öljysäiliö on erityinen riski pohjavesialueella, mutta nykyään öljylämmitystä ei uusissa pientaloissa käytetä.

Energiakaivojen rakentaminen ja käyttö pohjavesialueella voi uhata pohjaveden laatua tai määrää. Energiakaivojen osalta suurimmat riskit liittyvät kaivon porausvaiheeseen ja siinä polttoaineena käytettävän dieselin tai kevyen polttoöljyn mahdollisiin pintamaavuotoihin. Haitta-aineita voi päästä maaperään energiakaivon porauksen aikaisen onnettomuuden, huolimattomuuden tai koneiden rikkoutumisen seurauksena.

Energiakaivojen rakentamisessa ja käytössä pohjaveden muutoksen riskiä aiheuttavat myös (Juvonen ja Lapinlampi 2013):

- Pinnalta valuvien hulevesien pääsy suoraan pohjaveteen puutteellisesti tiivistettyjen kaivorakenteiden tai suojaputkitusten takia.
- Poraaminen ja kaivutyöt pilaantuneilla maa-alueilla.
- Kalliopohjaveden eri kerrosten sekoittuminen, esim. suolaisen pohjaveden sekoittuminen makeaan veteen.
- Orsivesikerroksen puhkeaminen¹.
- Porauksen aiheuttamat muutokset pohjavedenpinnan tasossa ja veden laadussa.
- Pohjaveden lämpötilamuutos.
- Lämmönkeruunestevuodot.

Ympäristöministeriön julkaisemassa oppaassa on esitetty 500 m suojaetäisyyttä energiakaivojen ja pohjavedenottamon väliin (Juvonen ja Lapinlampi 2013). Energiakaivon rakentaminen edellyttää rakentamislain (751/2023) mukaisen rakennusluvan ja pohjavesialueella vesilain (587/2011) mukaisen luvan. Mäntsälän rakennusjärjestyksessä (ehdotus 11.2.2025) todetaan, että energiakaivoa ei saa sijoittaa pohjavesialueille tai 500 metrin suojaetäisyydelle vedenottamosta.

Teollisuus- ja yritystoiminnasta pohjavedelle aiheutuva riski muodostuu pääasiallisesti toiminnassa käsiteltävistä, varastoitavista ja kuljetettavista kemikaaleista sekä toiminnassa muodostuvien jäte- ja hulevesien käsittelystä ja johtamisesta (Ramboll Finland Oy 2013).

3.2 Ilmastonmuutos

Ilmastonmuutos aiheuttaa pohjavesiolosuhteissa muutoksia, jotka lisäävät ihmistoimintojen vaikutusta pohjavesien antoisuuteen ja laatuun. Yleisesti ottaen ilmastonmuutoksen

¹ Orsivedellä tarkoitetaan hienojen, huonosti vettä läpäisemättömien maakerrosten päälle jäänyttä vesikerrosta. Orsivesi ei ole maakerrosten suodattamaa pohjavettä, vaan se sijaitsee pohjaveden yläpuolella.

seurauksena Suomessa lämpötilat nousevat ja sadanta kasvaa. Ilmastonmuutos lisää myös sään ääri-ilmiöitä, joka ilmenee kuivina ja lämpiminä kesinä, rankkasateina ja talvet voivat olla todella kylmiä ja runsaslumisia tai leutoja ja vähälumisia. Edellä mainitut tekijät vaikuttavat pohjaveden muodostumiseen ja pohjavesivaroihin.

Ilmastonmuutoksen vaikutukset pohjaveteen määräytyvät sen perusteella, miten lähellä maanpintaa esiintymän pinnan taso on. Lähellä maanpintaa olevassa pohjavesiesiintymässä pohjaveden muodostumisen vaihtelu on vahvasti riippuvaista sade- ja sulamisvesien määrästä (Luoma 2023).

Pitkäaikaisten pohjavesiskenaarioiden perusteella pohjaveden pinnat laskevat ilman lämpötilan kohoamisen seurauksena merkittävästi Keski- ja Pohjois-Suomessa ja hieman myös Etelä-Suomessa (Orvoma 2020). Talvien ja syksyn sadannan lisääntyminen kasvattaa pohjavesivarantoja, kun taas kesäisin yleistyvät kuivuusjaksot ja haihdunnan lisääntyminen heikentää pohjavesitilannetta. Pohjaveden pinnat laskevat etenkin loppukesällä ja syksyllä, koska kevät aikaistuu ja sulamisvesien pohjavesivarastoja täydentävä vaikutus vähenee kesän kuivuusjaksojen pidentyessä. Kuivuus heikentää pohjaveden laatua määrän lisäksi. Pohjaveden pintojen ollessa alhaalla voi rantaimetyminen lisääntyä, jolloin järvien ja jokien vedenlaatu voi heikentää lähellä rantaa sijaitsevien kaivojen vedenlaatua. Myös tulvat ja rankkasateet voivat heikentää pohjaveden laatua, koska ne lisäävät mahdollisuutta pintavesien pääsyyn vedenotto-kaivojen rakenteisiin. Kuivien kausien yleistyminen ja pidentyminen lisää pohjavesivarojen varassa olevalle vesihuollolle aiheutuvia riskejä ja ongelmia (Orvoma 2020).

Loppusyksyllä routakerroksen muodostuminen vähenee ja se pidentää pohjavesivaraston täydentymisaikaa. Talvisin lumen toistuvat sulamisjaksot lisäävät pohjavesivarastojen täydentymistä etenkin Etelä- ja Keski-Suomessa (Orvoma 2020).

4 Pohjavesialueiden haavoittuvuusherkkyys

Pohjavesialueen haavoittuvuusanalyysi on menetelmä pohjaveden pilaantumispotentiaalin arviointiin. Geologian tutkimuskeskus on tuottanut Euroopan GeoERA Hover WP7 -hankkeessa (2017–2021) koko Suomea koskevan pohjaveden haavoittuvuusarvion (Geologian tutkimuskeskus 2022). Pohjaveden haavoittuvuusanalyysi on tehty DRASTIC-menetelmällä, joka on tarkoitettu pohjavesimuodostuman luontaisista geologisista ja hydrogeologisista olosuhteista aiheutuvan pohjaveden pilaantumispotentiaalin yleispiirteiseen tarkasteluun.

Menetelmä huomioi hydrogeologiset parametrit, jotka vaikuttavat maanpinnalta pohjaveteen kulkeutuvan veden liikkumisen maaperässä vertikaalisesti. DRASTIC-menetelmässä pohjavesimuodostuman haavoittuvuus arvioidaan seitsemän hydrogeologisen parametrin perusteella: D-pohjaveden etäisyys maanpinnasta (Depth to water), R-muodostuvan

pohjaveden määrä (net Recharge), A-maalaji pohjavesivyöhykkeessä (Aquifer media), S-maankäyttö ja pintamaa (Soil media), T-maanpinnan kaltevuus (Topography/Slope), I-maalaji vajovesi- eli vadoosivyöhykkeessä (Impact of the vadose zone) ja C-hydraulinen vedenjohtavuus pohjavesivyöhykkeessä (hydraulic Conductivity). Analyysissä parametrit luokitellaan ja niille annetaan painoarvo perusten niiden merkittävyyteen pohjaveden haavoittuvuusherkkyyden kannalta. (Geologian tutkimuskeskus 2022)

Haavoittuvuusanalyysissä hydrogeologisten parametrien ominaisuudet luokitellaan luokkaväleihin, joita vastaavat määrätyt luokka-arvot (rating). Luokka-arvot ovat välillä 1–10, jolloin 10 merkitsee helpoimmin haavoittuvaa ja 1 vähiten haavoittuvaa ominaisuutta. Joista parametria painotetaan lisäksi määrätyllä painoarvolla (weight) välillä 1-5. Painoarvo 5 edustaa pilaantumispotentiaalille merkittävintä ja 1 vähiten merkitsevää tekijää. Hydrogeologisten parametrien luokka- ja painoarvojen tulojen summasta saadaan siten DRASTIC indeksi (Aller ym. 1987).

Haavoittuvuus on jaettu viiteen haavoittuvuuspotentiaalia kuvaavaan luokkaan: erittäin alhainen (<64), alhainen (64-104), keskinkertainen (104-145), kohonnut (145-185) ja korkea (>185) (Geologian tutkimuskeskus 2022). Haavoittuvuusherkeys on esitetty kunkin pohjavesialueen esittelyosalla.

Haavoittuvuusanalyysin tuloksia voidaan hyödyntää pohjaveden suojelussa, maankäytön suunnittelussa sekä arvioitaessa mahdollisten päästöjen vaikutusta pohjaveden laatuun yhdistämällä haavoittuvuuskarttaan pohjavesialueen riskikohteet. Kun tarkastellaan pohjaveden virtaussuunnat ja vedenottamojen sijainnit, voidaan riskitarkastelulla arvioida todennäköisyyttä, jolla haitta-aine kulkeutuu pohjaveden mukana päästölähteestä vedenottamolle (Koivulehto 2020).

5 Pohjavesialueet

Suomen pohjavesialueet on luokiteltu pohjavesialueen vedenhankintakäyttöön soveltuvuuden ja suojelutarpeen perusteella seuraavasti:

1-luokka: vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue.

2-luokka: muu vedenhankintakäyttöön soveltuva pohjavesialue.

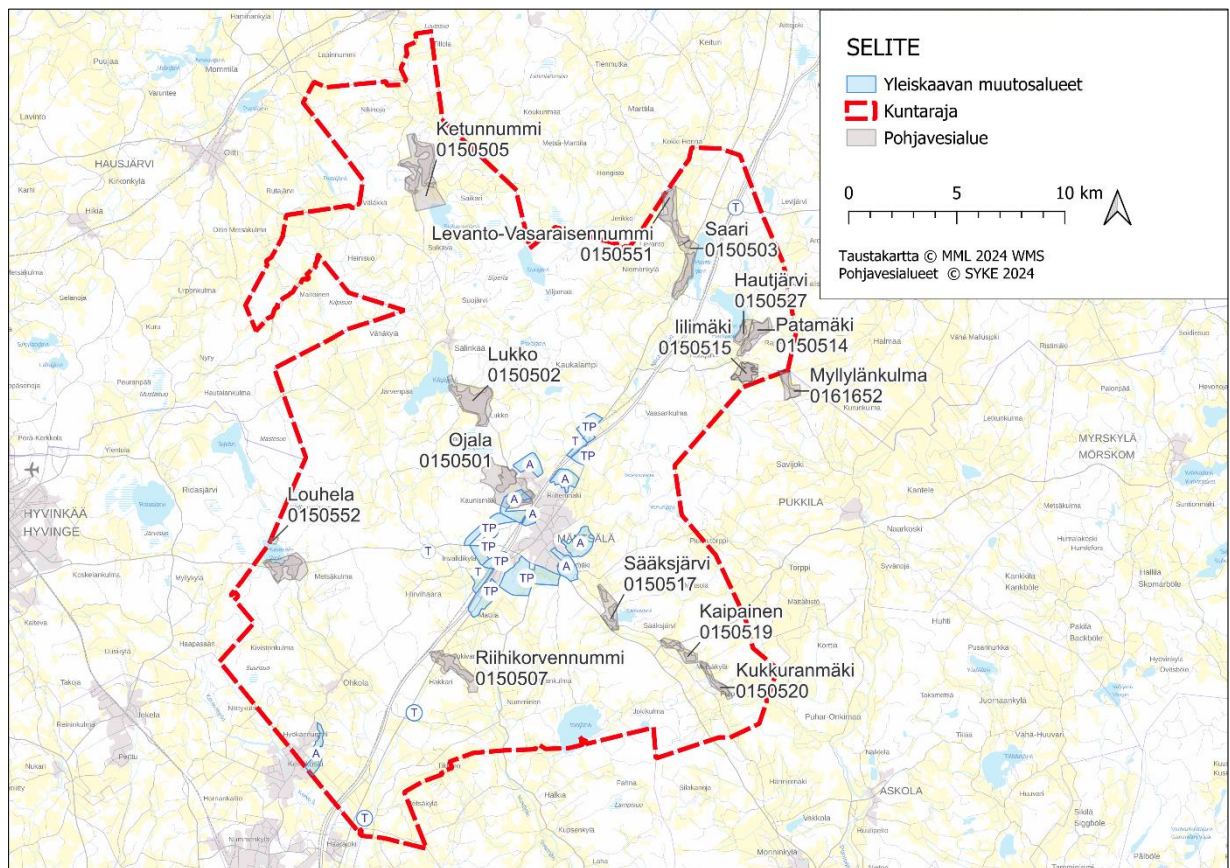
E-luokka: pohjavesialue, jonka pohjavedestä pintavesi- tai maaekosysteemi on suoraan riippuvainen. E-luokan pohjavesialueen luokitus perustuu luonnontilaiseen tai luonnontilaisen kaltaiseen muun lainsäädännön nojalla suojeltuun pohjavedestä suoraan riippuvaan merkittävään pintavesi- ja maaekosysteemiin.

Kokonaan Mäntsälän puolella on 14 luokiteltua pohjavesialuetta (Taulukko 1, liite 1), joista yksi (Lukko) on vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue, jonka pohjavedestä pintavesi- tai maaekosysteemi on suoraan riippuvainen (1E). Muita vedenhankintaa varten tärkeitä pohjavesialueita on kolme (Levanto-Vasaraissennummi, Ojala ja Saari).

Luokkaan ”Muu vedenhankintakäyttöön soveltuva pohjavesialue” kuuluu 10 pohjavesialuetta. Myllykulman pohjavesialue sijoittuu osittain Mäntsälän puolelle. Pääosin se on Pukkilan puolella. Lukon, Ojalan ja Saaren pohjavesialueet ovat riskialueita.

Taulukko 1. Mäntsälän luokitellut pohjavesialueet (SYKE 2024). *) = Lukko on vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue, jonka pohjavedestä pintavesi- tai maaekosysteemi on suoraan riippuvainen (1E).

Nimi	Tunnus	Suojelusuunnitelma	Antoisuus	Pohjavesialueen pinta-ala (km ²)	Muodostumisalueen pinta-ala (km ²)	Määrällinen tila	Kemiallinen tila	Riskiarvio
Vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue (1)								
Levanto-Vasaraissennummi	0150551	19.12.2013	500	1,55	0,80	Hyvä	Hyvä	Ei
Lukko *)	0150502	19.12.2013	1 500	2,46	1,47	Hyvä	Hyvä	Riskialue
Ojala	0150501	19.12.2013	1 500	3,22	1,09	Hyvä	Huono	Riskialue
Saari	0150503	19.12.2013	600	1,43	0,67	Hyvä	Huono	Riskialue
Muu vedenhankintakäyttöön soveltuva pohjavesialue (2)								
Hautjärvi	0150527	19.12.2013	120	0,56	0,26	Hyvä	Hyvä	Ei
Iilimäki	0150515	19.12.2013	320	0,92	0,53	Hyvä	Hyvä	Ei
Kaipainen	0150519	Ei ole tehty	180	0,81	0,32	Hyvä	Hyvä	Ei
Keravanjärvi	0150521	19.12.2013	420	1,81	0,89	Hyvä	Hyvä	Ei
Ketunnummi	0150505	19.12.2013	1 000	4,04	1,68	Hyvä	Hyvä	Ei
Kukkuranmäki	0150520	19.12.2013	170	0,67	0,32	Hyvä	Hyvä	Ei
Louhela	0150552	19.12.2013	-	0,12	0	Hyvä	Hyvä	Ei
Patamäki	0150514	19.12.2013	300	1,13	0,65	Hyvä	Hyvä	Ei
Riihikorvennummi	0150507	19.12.2013	340	1,49	0,71	Hyvä	Hyvä	Ei
Sääksjärvi	0150517	19.12.2013	280	1,07	0,42	Hyvä	Hyvä	Ei
Myllylänkulma	0161652	31.03.2014	220	0,75	0,35	Hyvä	Hyvä	Ei



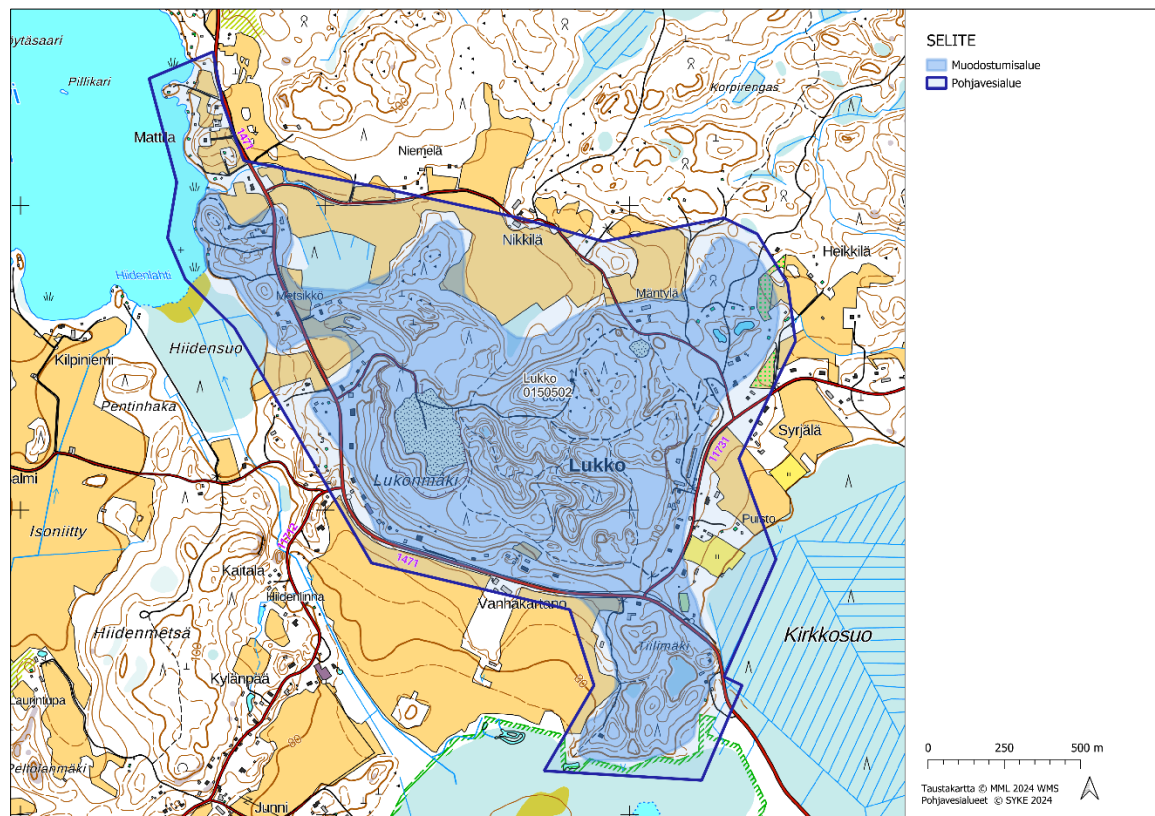
Kuva 1. Kokonaan Mäntsälän puolella on 14 luokiteltua pohjavesialuetta ja Myllylänkulma sijoittuu osittain Mäntsälän puolelle.

5.1 Vedenhankintaa varten tärkeät pohjavesialueet

5.1.1 Lukko

Lukon pohjavesialue on laajuudeltaan 2,47 km², josta pohjaveden muodostumisaluetta on 1,47 km². Lukon pohjavesialue on luokitettu luokkaan 1E (pohjavesialue, jonka pohjavedestä pintavesi- tai maaekosysteemi on suoraan riippuvainen). Lukon pohjavesialue on osa katkonaista luode-kaakkosuuntaista pitkittäisharjuketjua. (Suomen ympäristökeskus 2024)

Lukonmäen kohdalla harju on muodostunut kallioperän painanteeseen ja laajentunut del-taksi. Lukonmäki erottuu ympäristöstään n. 30 m korkeampana kohoumana. Muodostuman lounaisosa muodostaa tasaisen harjulaakion n. +115 mpy tasolle. Alueen keskiosat sisältävät runsaasti kumpuja ja kuoppia. Lukonmäen pohjoisosassa on muinaisrantoja. Pohjavesialue rajoittuu luoteessa Kilpijärveen ja kaakossa Kirkkosuohon sekä Kotojärveen. Lukonharjun harjualue on merkitty Uudenmaan maakuntakaavaan arvokkaana geologisena muodostumana.



Kuva 2. Lukon vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue.

Alueen maaperän paksuus on paikoin yli 30 metriä ja aines on valtaosaltaan hyvin lajittunutta soraa ja hiekkaa aivan pintaosistaan lähtien. Paksuimmat maakerrokset tavataan Lukonmäen alueella, jossa pohjavedenpinnan yläpuolisten maakerrosten paksuus on jopa 30 m. Muodostuman pohjoisosassa on maa-aines heikommin lajittunutta ja seassa on moreenia, reunaosien maa-aines on hienompaa, ainakin pintakerroksessa. Paikoin vettä johtavat kerrostumat jatkuvat peltojen alle. Lukon vedenottamolla on tavattu välillä 2–21 metriä kivistä hiekkaa, hiekkaista soraa, soraa sekä välillä 21–25 metriä kivistä hiekkamoreenia. Kilpijärven vedenottamolla maakerrokset ovat n. 10 m paksuja ja hyvin vettä johtavia.

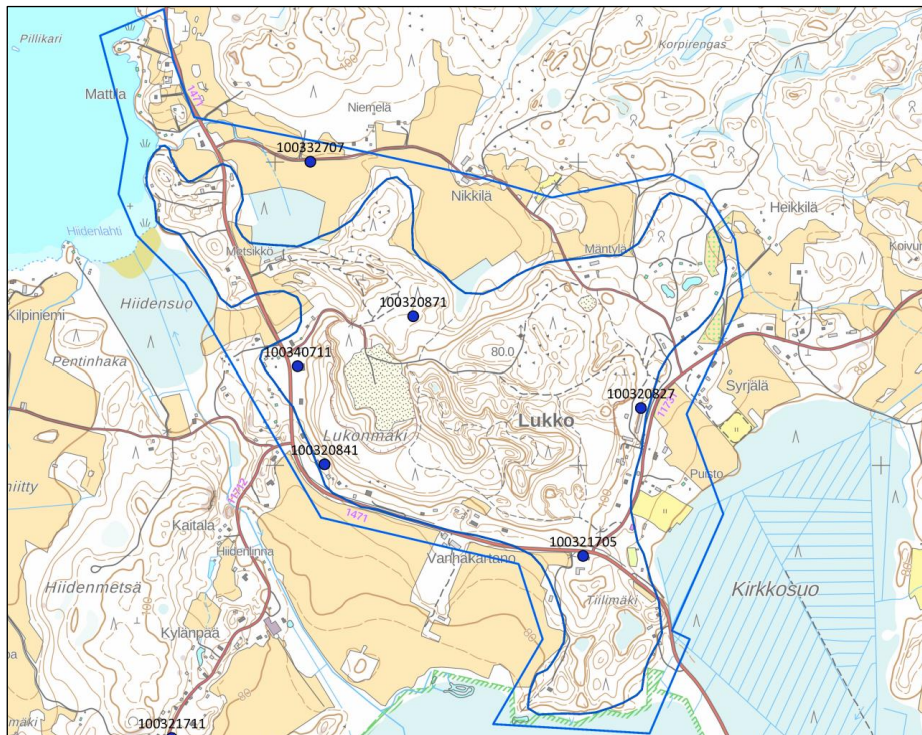
Pohjaveden päävirtaussuunnat ovat kaakkoon ja etelään pohjavesialueen länsi- ja eteläosassa ja luoteeseen alueen luoteisosassa. Pohjavesi purkautuu etelässä luontaisesti Kotojärven pohjoispuoleiselle suolle (+74,9 mpy). Kirkkosuo on Kotojärven nähden korkeammalla tasolla (+79...80 mpy), eikä sinne tapahdu merkittävää pohjaveden purkautumista. Pohjavesialueen luoteisosassa pohjaveden päävirtaus on luoteeseen Kilpijärven vedenottamolle sekä Kilpijärven suuntaan, jonne pohjavesi purkautuu. Pohjavettä purkautuu myös pohjavesialueen pohjoisosan pelto-ojaan.

Lukon pohjavesialueella sijaitsee kaksi vedenottamoa, Lukko ja Kilpijärvi. Lukon vedenottamo sijaitsee Kirkkosuon reunalla, Sälinkäntien välittömässä läheisyydessä. Lukon vedenottamolle on myönnetty vedenottolupa vuonna 1975 ja vuonna 1984 myönnetty lupa

tekopohjaveden muodostamiseen, jota ei kuitenkaan ole toteutettu. Luvan mukaan vettä voidaan ottaa enintään 700 m³/d vuosikeskiarvona. Kilpijärven vedenottamo sijaitsee noin sadan metrin päässä Kilpijärvestä. Vedenottamolle on myönnetty vedenottolupa vuonna 1990. Luvan mukaan vettä voidaan ottaa enintään 1000 m³/d kuukausikeskiarvona yhdestä kaivosta. Kilpijärven kaivolta pohjavesi johdetaan Lukon vedenottamolle käsiteltäväksi.

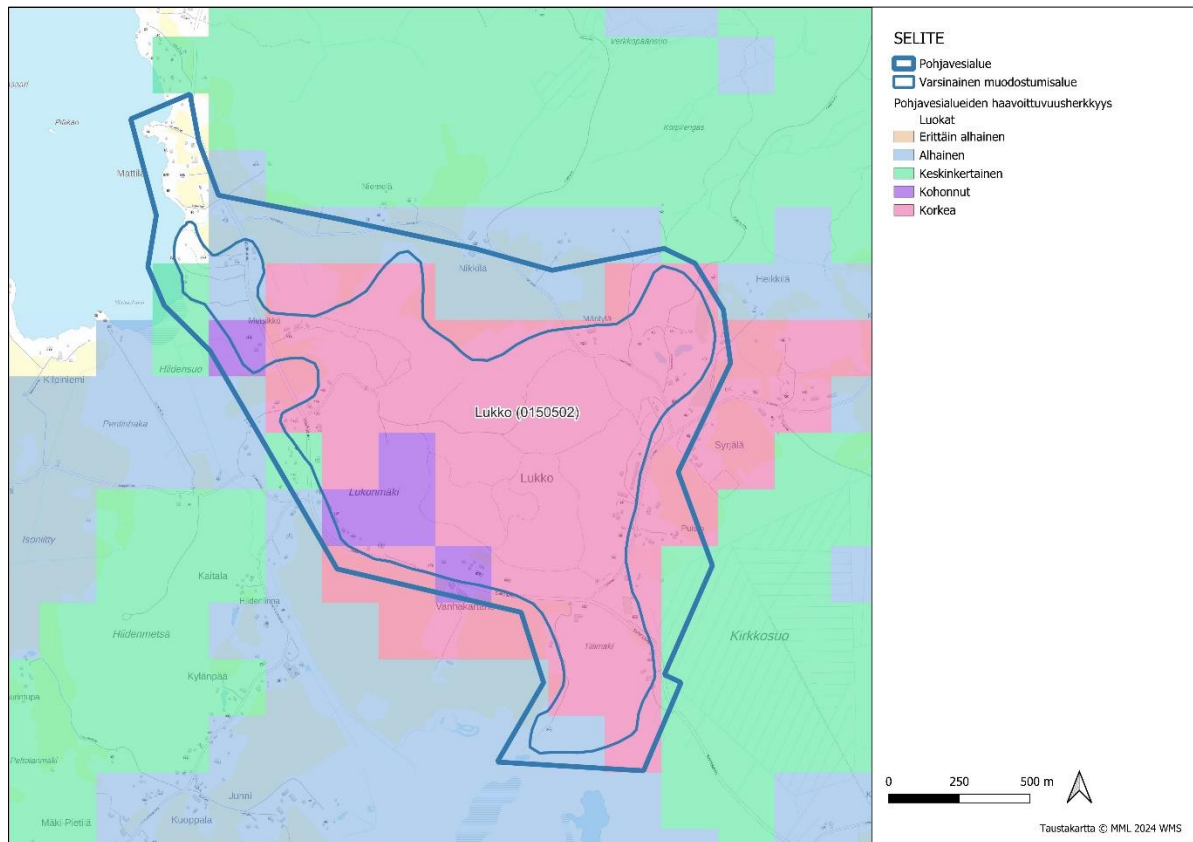
Vedenottamoiden välinen ainakin osittain kallion muodostama vedenjakaja sijoittuu pohjavesialueen keskiosiin kulkien Lukonmäen länsipäästä pohjavesialueen koillispäähän. Pohjavesialueen eteläosassa Sälinkääntien varrella on orsivesialue, jolla orsivesien pinnat ovat n. tasoilla +89...90 mpy. Alueen tavallinen vedenpinnantas on n. +77 mpy. Pohjavedenpinnat ovat pohjavesialueella n. tasoilla +75,6...+78,6 mpy. Alhaisimmillaan pohjavedenpinta on Lukonmäen vedenottamon alueella pohjavesialueen eteläosassa.

Veden laatu on yleensä hyvä, mutta paikoin on tavattu suuria mangaani- ja rautapitoisuuksia. Lukon pohjavesialue on määritelty vesienhoidossa hyvässä tilassa olevaksi riskialueeksi. Riskiä pohjaveden laadulle aiheuttaa klooriteeni. Lukon pohjavesialueella on useita pilaantuneiden maiden kohteita (MATTI-rekisteri²) (Kuva 3). Pohjavesialueen haavoittuvuus ilmenee kuvasta 4, josta ilmenee, että alueella on korkea haavoittuvuusherkkyys.



Kuva 3. Lukon pohjavesialueella on useita pilaantuneiden maiden kohteita (PIMA) (Ympäristökarttapalvelu Karpalo).

² Maaperän tilan tietojärjestelmä MATTI, Suomen ympäristökeskus.



Kuva 4. Lukon pohjavesialueen haavoittuvuus (Geologian tutkimuskeskus 2022).

5.1.2 Levanto-Vasaraissennummi

Alueella on Levannon vesiosuuskunnan vedenottamo, joka on rakennettu vuonna 2002. Levannon vesiosuuskunnan vedenottamon kaivot sijaitsevat n. 30–150 m päässä Avojärvenojasta. (Suomen ympäristökeskus 2024)

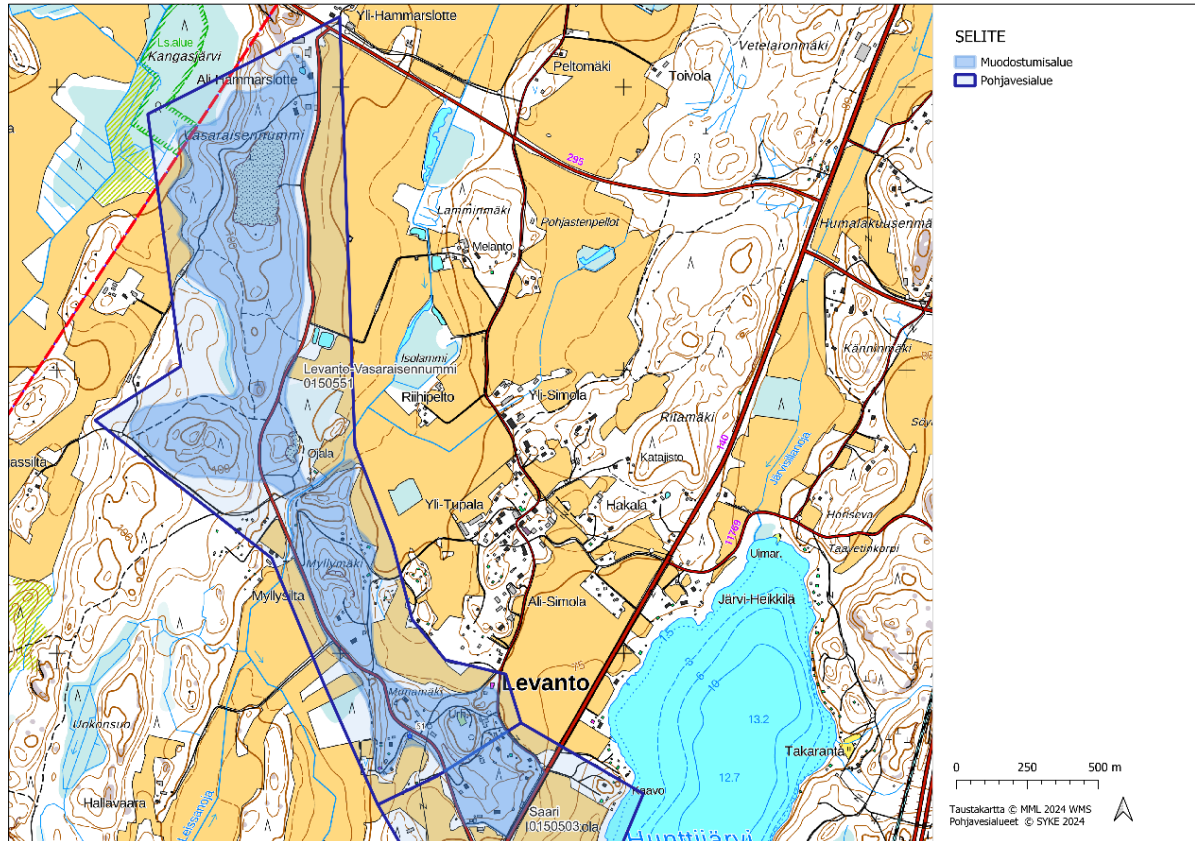
Pohjavesialue on osa luode-kaakko-suuntaista pitkittäisharjua. Maa-aines on kerroksellista, jossa vaihtelevat kiviset sora- ja hiekkakerrokset. Alueen itäreunalla leikkauksessa kerrospaksuus on suurimmillaan noin 20 metriä, ollen keskimäärin 7 metriä. Avojärvenojan luoteispuolella pisteessä HP2 on hyvin vettä johtavaa maa-ainesta tavattu 13 m syvyyteen asti. Vasaraissennummen eteläosassa kallio nousee paikoin pohjavedenpinnan yläpuolelle.

Pohjavesialueen läpi kulkee Avojärvenoja, johon pohjavettä purkautuu sen pohjoispuolelta sekä etelästä Myllymäen pohjoisosasta. Pohjavesi purkautuu myös pohjavesialueen länsireunalla pelloille sekä pienistä lähteistä.

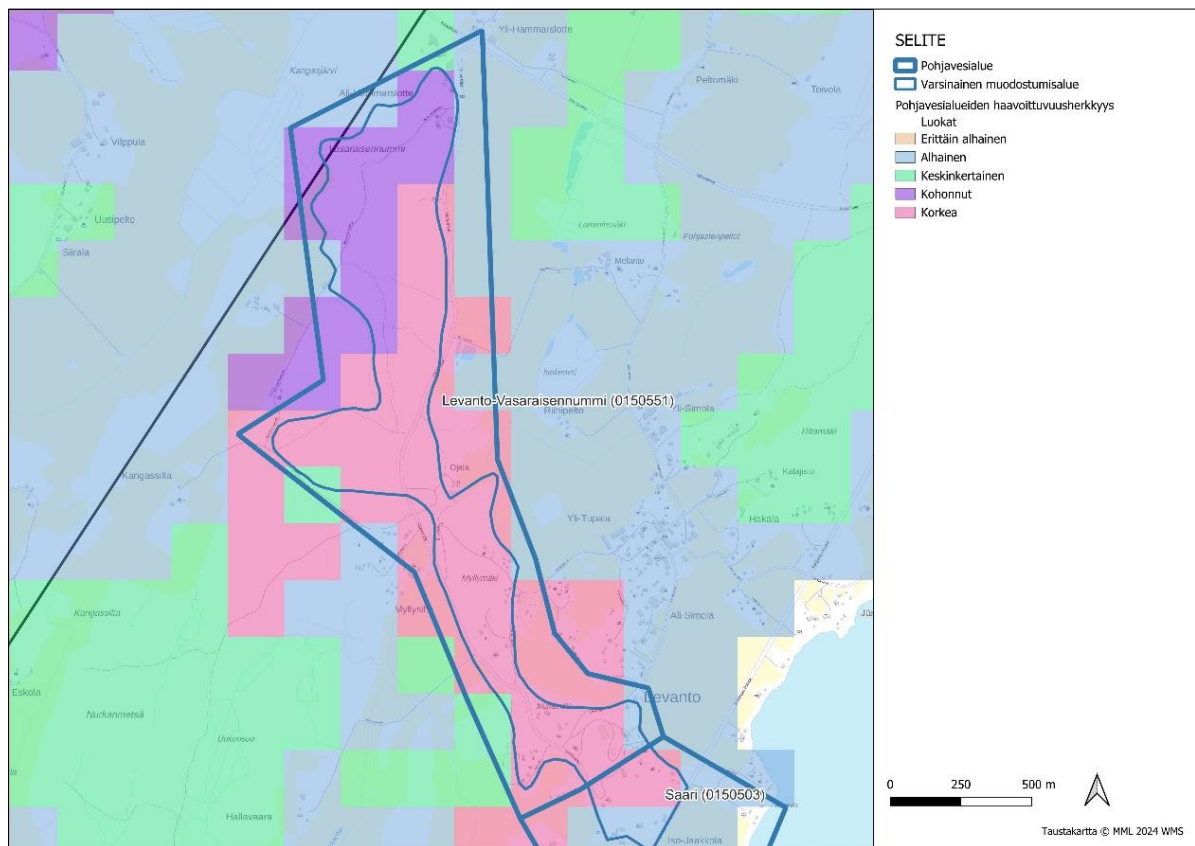
Vuoden 2000 koepumppauksen yhteydessä tehtyjen pohjaveden pinnankorkeushavaintojen perusteella Myllymäen keskiosissa on vedenjakaja, jonka eteläpuolelta pohjaveden

virtaus suuntautuu kaakkoon Hunttijärven suuntaan. Myllymäen alueella pohjaveden pinnan korkeus on n. tasolla +75...80 mpy.

Levanto-Vasaraissennummen pohjavesialueen haavoittuvuus ilmenee kuvasta 6. Pohjavesialueella on kohonnut tai korkea haavoittuvuusherkyys.



Kuva 5. Levanto-Vasaraissennummen vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue.



Kuva 6. Levanto-Vasaraissennummen pohjavesialueen haavoittuvuus (Geologian tutkimuskeskus 2022).

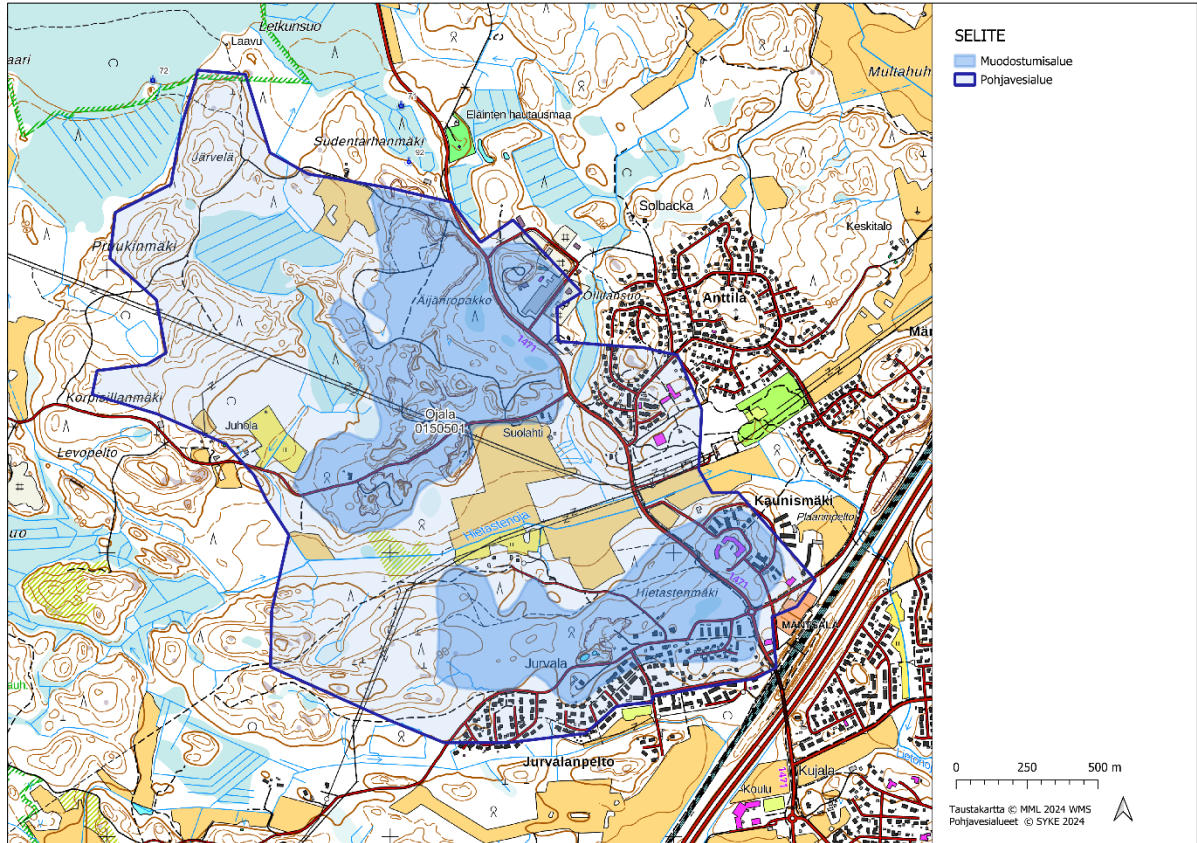
5.1.3 Ojala

Mäntsälän taajaman luoteispuolella sijaitseva Ojalan pohjavesialue on osa katkonaista luode-kaakkosuuntaista pitkittäisharjuksoa. Muodostuma rajoittuu koillisessa sekä etelässä ja lounaassa moreeni- ja kallioalueisiin. Geologian tutkimuskeskus on tehnyt vuonna 2023 geologisen rakenneselvityksen Ojalan pohjavesialueelta (Valjus ym. 2023).

Ojalan pohjavesialueella on Ojalan vedenottamo, joka on Mäntsälän päävedenottamo. Ot-
tolupa on 1 200 m³/vrk (Suomen ympäristökeskus 2024). Uusimaa-kaava 2050, joka sai lain-
voiman 13.3.2023, määrää, että Ojalan pohjavesialuetta koskevat toimenpiteet on suunni-
teltava siten, etteivät ne vaaranna pohjaveden laatua, määrää tai veden hankintaa.

Pohjavesialue on rantavoimien tasoittama hiekkavaltainen reunamuodostuma, joka on keskiosistaan hienosedimenttien peittämä. Alueen pohjoisosassa muodostuma erottuu selväpiirteisempänä harjuna. Harjun ydinosissa Äijänropakon alueella ovat paksuimmat hiekka- ja sorakerrokset, tosin maa-ainestenotto on vienyt suurimman osan maa-aineksesta. Harjun liepeet ulottuvat laajalle alueelle länteen Korpisillanmäen-Pruukinmäen-Järvelän alueelle.

Pohjavesialueen keskiosassa Hietastenojassa harju on kerrostunut kalliopainanteeseen ja peittynyt hienoaineksella.



Kuva 7. Ojalan pohjavesialue.

Vedenottamon alueella hyvin vettä johtavat maakerrokset sijaitsevat n. 6 m paksujen savi-silttikerrosten alla. Vedenottamon eteläpuolella on maaperän pintaosa silttiä ja kallionpinta n. 6 m syvyydellä maanpinnasta. Pohjavesialueen kaakkoislaidalla Hietastenenmäen eteläpuolella on kairauksissa todettu maa-aineksen olevan heikosti vettä läpäisevää ja kallio on tavattu 4 m syvyydellä. Pohjavesialueen eteläosassa Kaunismäen-Jurvalan alue on kairauksen perusteella kalliomäkien päälle kerrostunut moreenimäki. Sälinkääntien teollisuusalueen etelä- ja lounaispuolella on todettu pohjaveden virtausta rajoittavia siltti- ja moreenikerroksia.

Pohjaveden luonnollinen purkukohta muodostumassa sijaitsee Hietastenojan ja Sälinkääntien leikkauskohdassa. Ennen Ojalan vedenottamon rakentamista on pohjavettä purkautunut myös vedenottamon ja Hietastenojan väliseltä lähdealueelta ja lähdekaivoista. Ottamon rakentamisen jälkeen ovat lähteet ja lähdekaivot kuivuneet.

Pohjavettä muodostuu pohjavesialueen pohjoisella ja eteläisellä muodostumisalueella. Hietastenoja jakaa pohjavesialueen kahteen valuma-alueeseen, joilta pohjavesi virtaa ojan ja

vedenottamon suuntaan. Eteläisemmällä valuma-alueella on pohjavesikerros epäyhtenäisempi ja monin paikoin ohut, kun taas pohjoisemmalla valuma-alueella se on yhtenäisempi.

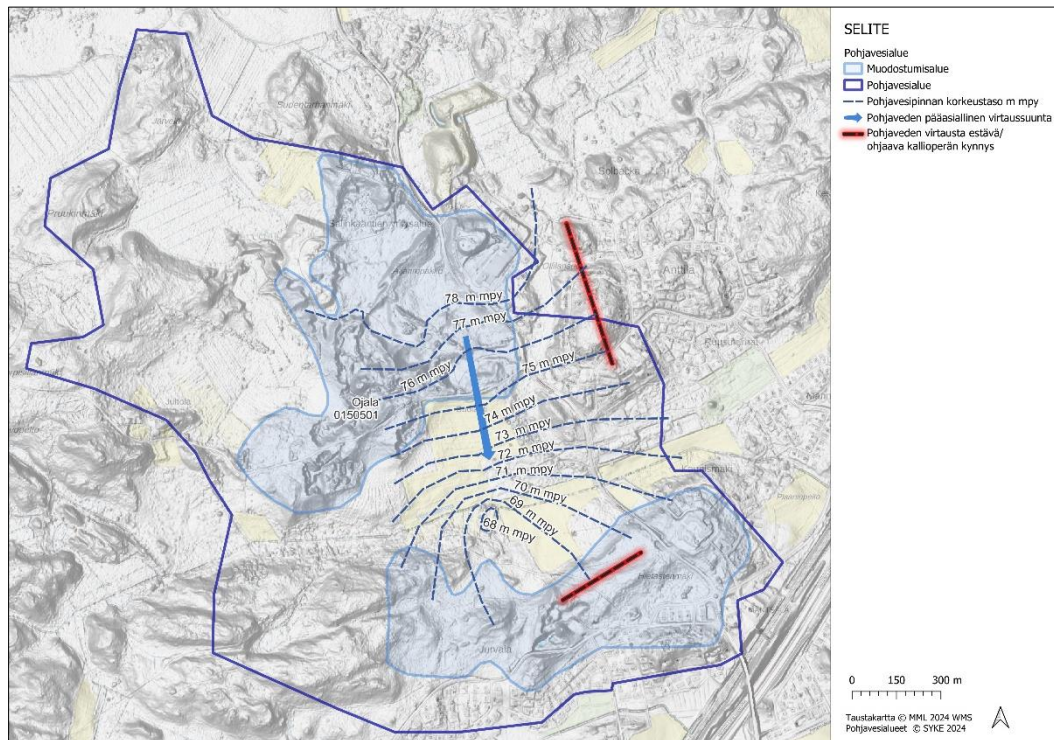
Pohjaveden korkeustaso vaihtelee +67,4 metristä mpy. +80,8 metriin mpy. (Kuva 8). Vedenottamon alueella pohjavesi on korkeustasolla noin +68 m mpy. Pohjavesi on korkeimmillaan pohjavesialueen pohjoisimmassa osassa, Järvelän alueella, josta se laskee kohti etelää. Pohjaveden päävirtaussuunta on pohjavesiesiintymässä alueen pohjoisosista kohti eteläkaakkoa. Hietastenojaa ympäröivien savikerrostumien alla sijaitsevat, vettä läpäisevät lajittuneiden aineiden kerrokset mahdollistavat pohjaveden virtauksen savikerrostumien alapuolella. (Valjus ym. 2023).

Kallioperän korkeustaso vaihtelee välillä +52 – +102 m mpy. Suurimmalla osalla pohjavesialuetta kalliopinnan korkeustaso vaihtelee välillä noin +65 – +80 m mpy. (Valjus ym. 2023). Hietastenmäellä on pohjaveden virtausta estävä kalliokynnys (Kuva 8).

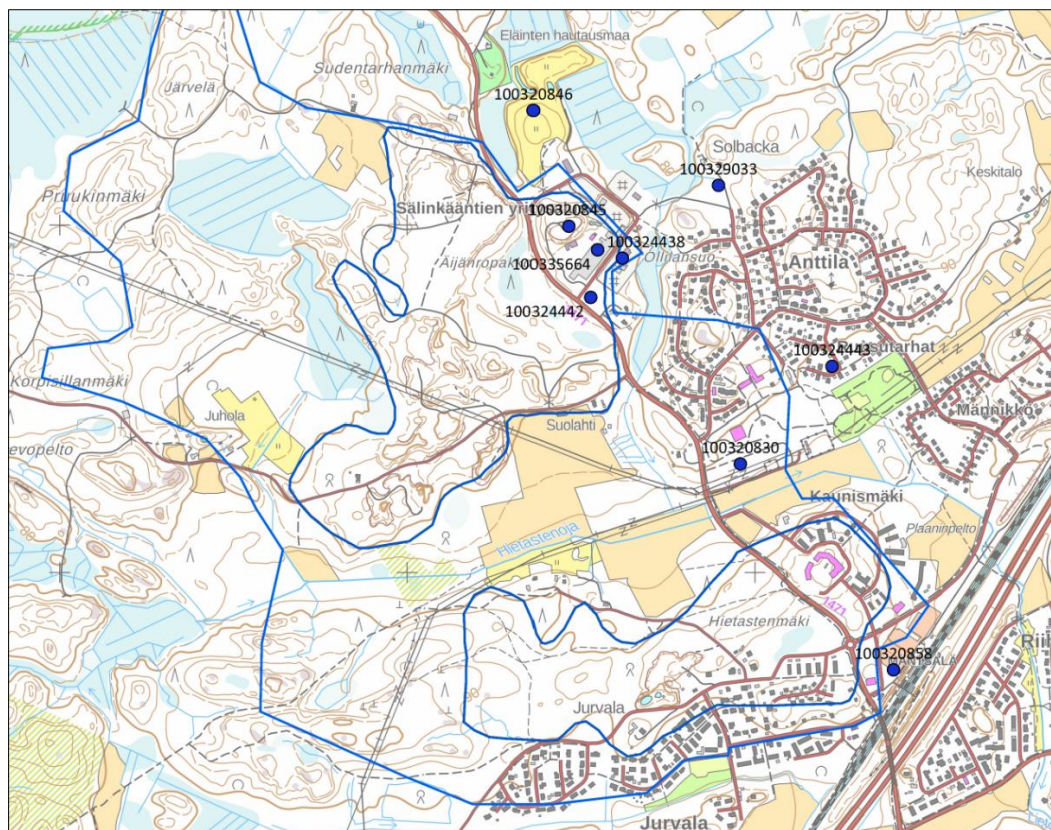
Ojalan pohjavesialue on luokiteltu vesienhoidossa hyvässä tilassa olevaksi riskipohjavesialueeksi (Suomen ympäristökeskus 2024). Ojalan pohjavesialueella on teollisuus- ja yritystoimintaa, joka on keskittynyt pohjavesialueen pohjoisosassa sijaitsevalle Sälinkääntien yritysalueelle. Sälinkääntien yritysalue sijaitsee noin yhden kilometrin etäisyydellä Ojalan vedenottamosta. Pohjaveden laadulle riskiä aiheuttavat alueella liuottimet ja kloridi. Ojalan pohjavesialueen pohjavesi on pilaantunut liuottimilla Romu-Major Oy:n harjoittaman romuttamoliiketoiminnan takia. Ojalan pohjavesialueella romuttamokiinteistön PIMA-kunnostus on tehty (Suomen ympäristökeskus 2024b). Pohjavesialueella MATTI-rekisterissä on viisi pilaantuneiden maiden kohdetta (PIMA) (Kuva 9), jotka pääosin sijoittuvat Sälinkääntien yritysalueelle. PIMA-kohteita ovat entinen Mäntsälän Sähkön pylväskyllästämö ja muunto-asema – Anttila, entinen romuttamo Uudenmaan Rauta- ja Metallivälitys, joka paikalla toimi myös Romu-Major Oy, entinen Termotiili Oy termotiilitehdas ja Kunnalliskodin vanha kaatopaikka. Yksi kohde on Sarkapellontien lähellä.

Edellä mainittujen lisäksi mahdollisia pilaantuneen maaperän kohteita ovat Ojalan pohjavesialueen reunalla sijainneet Mäntsälän kunnan vanha kaatopaikka, toimintansa lopettanut Finnplant Oy:n puutarha sekä Suursuontien ja Pullinpolun vanhat romuttamot, purkamot ja varikot (Ramboll Finland Oy 2013).

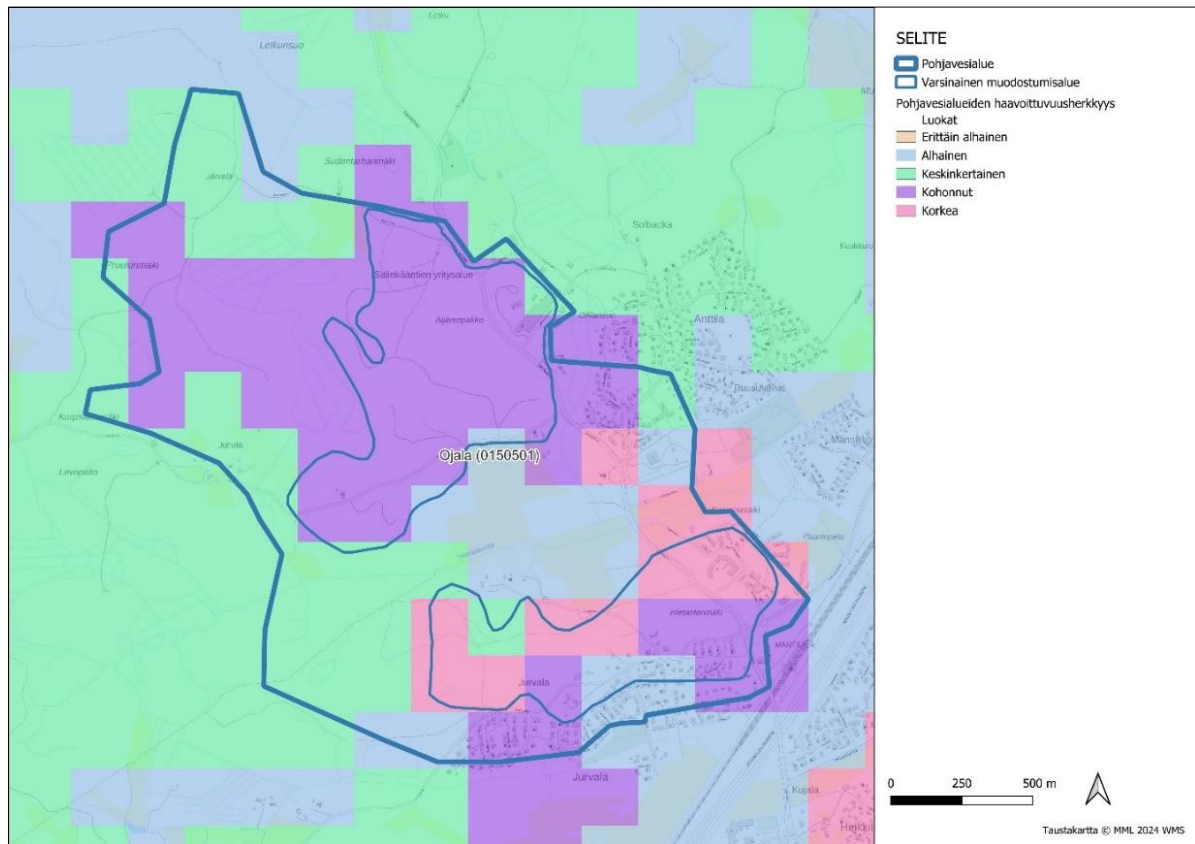
Ojalan pohjavesialueen pohjoisosassa Äijänropakon alueella on aiemmin ollut laaja-alaista maa-ainesottoa. Ojalan pohjavesialueen haavoittuvuus ilmenee kuvasta 10. Pohjavesialueella on suurelta osin kohonnut tai korkea haavoittuvuusherkkyys.



Kuva 8. Ojalan pohjavesialueen pohjaveden korkeustasot ja virtaussuunta (Valjus ym. 2023).



Kuva 9. Alueella on useita pilaantuneiden maiden kohteita (PIMA) (Ympäristökarttapalvelu Karpalo).



Kuva 10. Ojalan pohjavesialueen haavoittuvuus (Geologian tutkimuskeskus 2022).

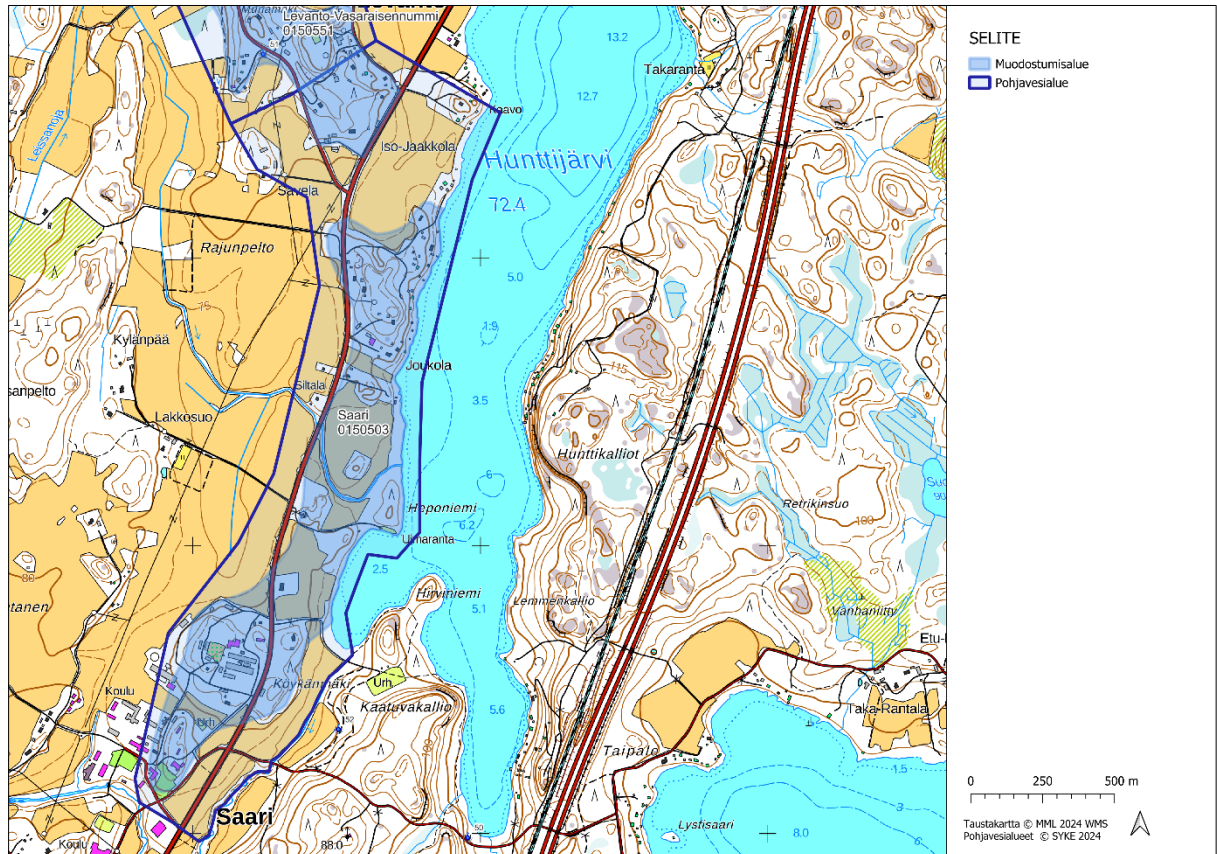
5.1.4 Saari

Saaren pohjavesialueella on Keuda Saaren kartanon vedenottamo (Suomen ympäristökeskus 2024). Vedenottamolta toimitetaan vettä myös Saaren koululle ja päiväkodille. Ottomäärä n. 20–40 m³/vrk. Saaren kartanon vedenottamon betonirengaskaivo on rakennettu vuonna 1968. Aktiivihiilisuodatuslaitos on asennettu vuonna 2007. Ottamon pohjavesi hahpetetaan ja alkaloidaan.

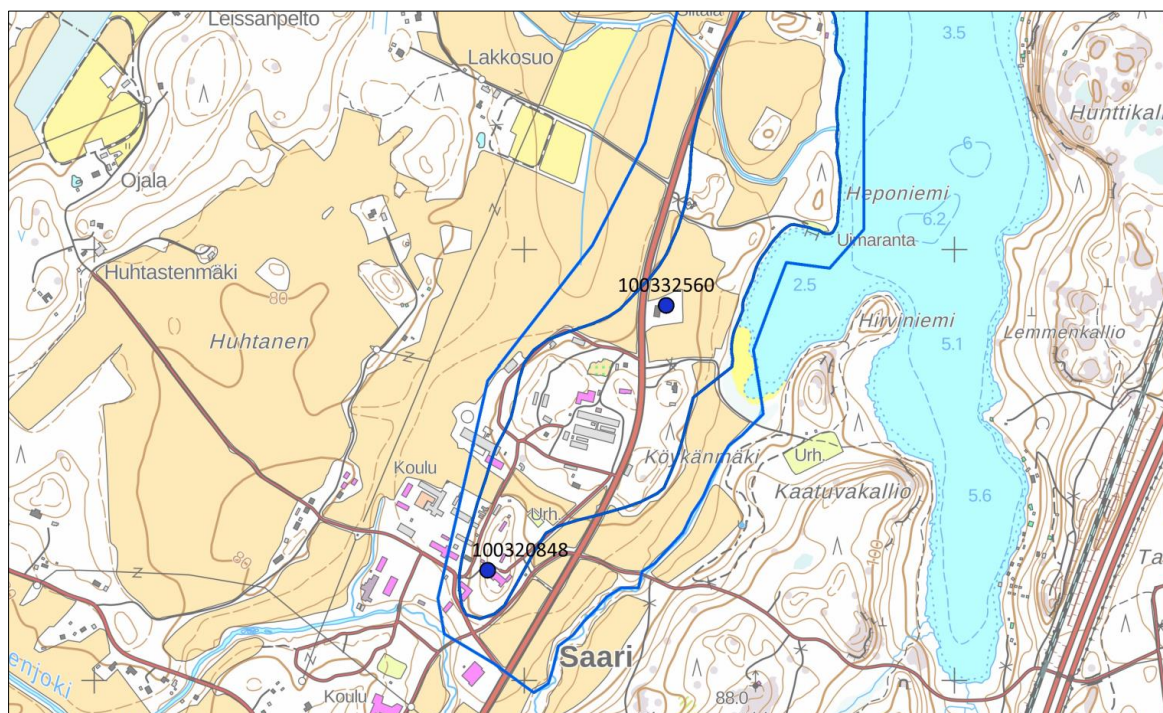
Saaren pohjavesialue on kallioperän murroslinjan luoteisreunalla sijaitseva jäätikön sulamisvesien kerrostama lähes pohjois-eteläsuuntainen pitkittäisharju. Alue on keskiosistaan matala ja saven peittämä. Alue kohoaa koillisessa ja lounaassa noin 10–15 metriä korkeaksi. Aines on hienoa hiekkaa ja hiekkaa, joka on melko huonosti lajittunutta. Harjumuodostuma on maastossa havaittavissa metsäsaarekkeina peltojen keskellä. Pohjavesialueella muodostuvat pohjavedet purkautuvat pääosin Hunttijärveen alueen itäpuolella. Hunttijärvi sijoittuu kallioperän ruhjelaaksoon. Pohjavesialueen eteläosassa vettä purkautuu myös Mäntsälänjokeen. Vedenottamon pohjoispuolella harjun katkaisee leveä Hunttijärveen laskeva oja, johon purkautuu osa pohjavesistä. (Suomen ympäristökeskus 2024)

Saaren vedenottamon vedestä on tavattu toistuvasti torjunta-aineita (Suomen ympäristökeskus 2024). Veden natrium- ja nitraattipitoisuudet ovat kohonneet ja vedessä on runsaasti rautaa. Seututie 140 (Pohjoinen pikatie) halkaisee pohjavesialueen.

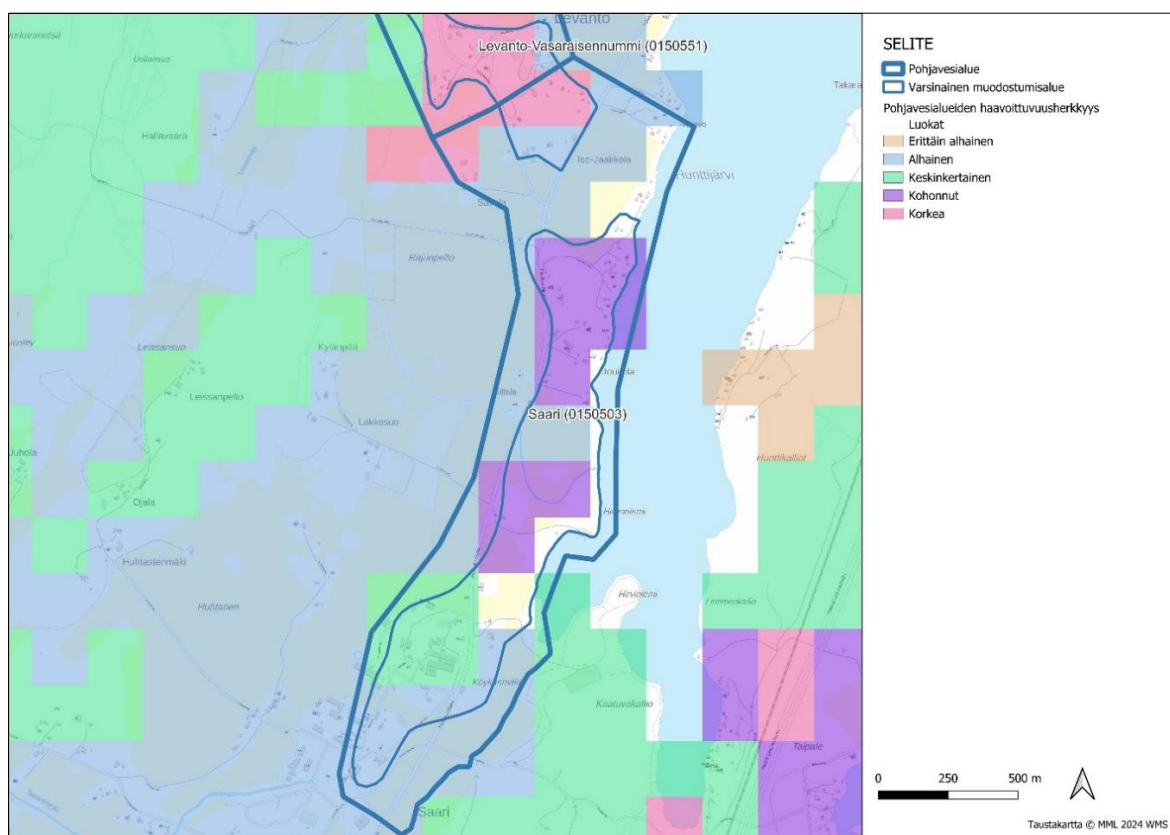
Saaren pohjavesialueella on kaksi pilaantuneiden maiden kohdetta (PIMA) (Kuva 12) ja pohjavesialueen haavoittuvuus ilmenee kuvasta 13. Keskeisellä osalla pohjavesialueella on kohonnut haavoittuvuusherkyys.



Kuva 11. Saaren vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue.



Kuva 12.Saaren pohjavesialueella on kaksi pilaantuneiden maiden kohdetta (PIMA) (Ympäristökarttapalvelu Karpalo).



Kuva 13. Saaren pohjavesialueen haavoittuvuus (Geologian tutkimuskeskus 2022).

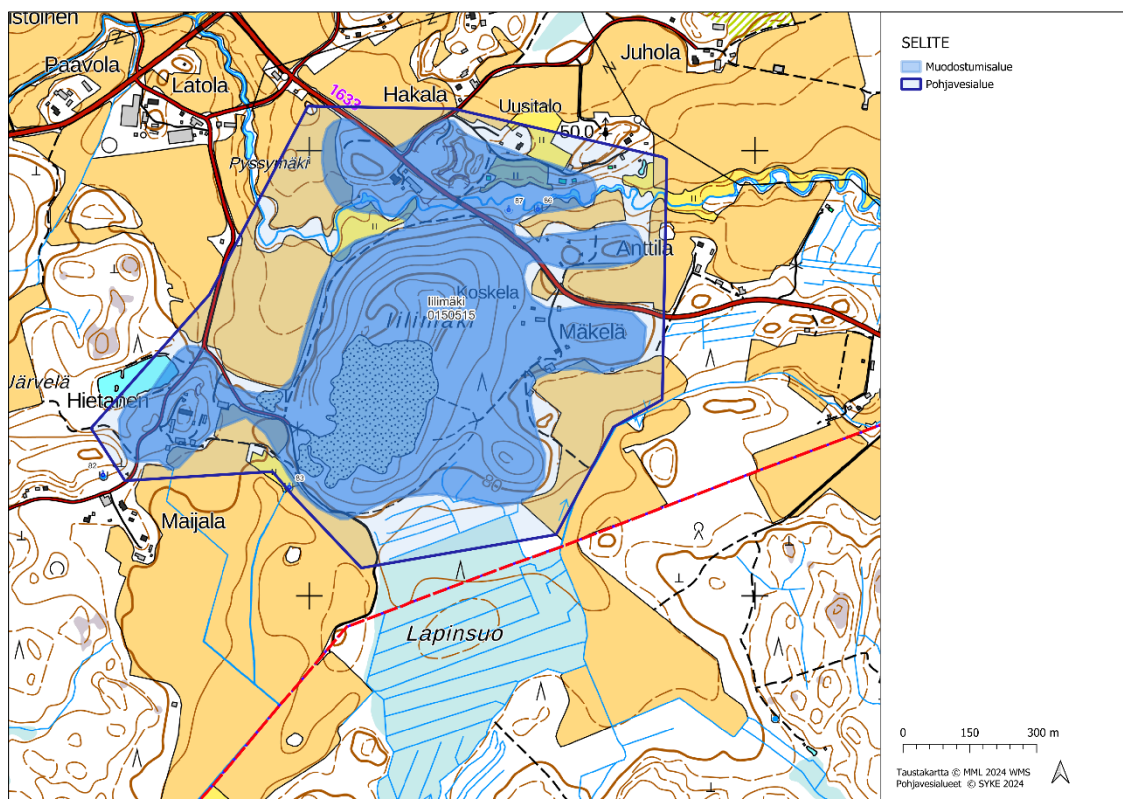
5.2 Muut vedenhankintakäyttöön soveltuvat pohjavesialueet

5.2.1 Iilimäki

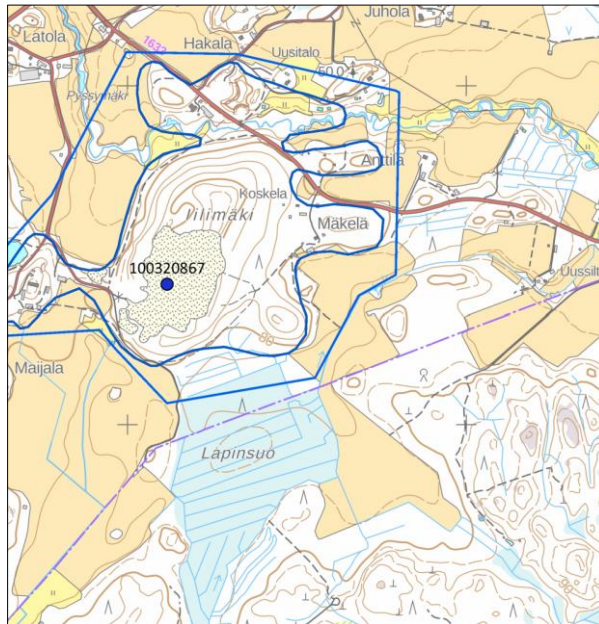
Iilimäen pohjavesialue sijoittuu keskikokoiselle deltamuodostumalle. Aines on suurelta osin kivistä, melko huonosti lajittunutta soraa. Alueen kaakkoisosassa maaperä on hienoa hiekkaa. Alueen lounaisosassa olevassa leikkauksessa kerrospaksuus on suurimmillaan noin 25 metriä. Iilimäen keskiosissa on muinaisranta. Iilimäen keskiosissa kallio kohoaa paikoitellen pohjavedenpinnan yläpuolelle. (Suomen ympäristökeskus 2024)

Pohjavesi on pohjavesialueella n. tasolla +70...76 mpy. Pohjavettä purkautuu pohjoisessa alueen poikki kulkevaan valtaojaan, eteläpuolella olevalle suolle, pelloille sekä muutamasta pienestä lähteestä. Lähteissä vesi on yleensä kirkasta. Keväisin valtaojan vesi nousee sen rannalla oleviin lähteisiin. Pohjavesialueen eteläosassa on maa-ainestenottoalue.

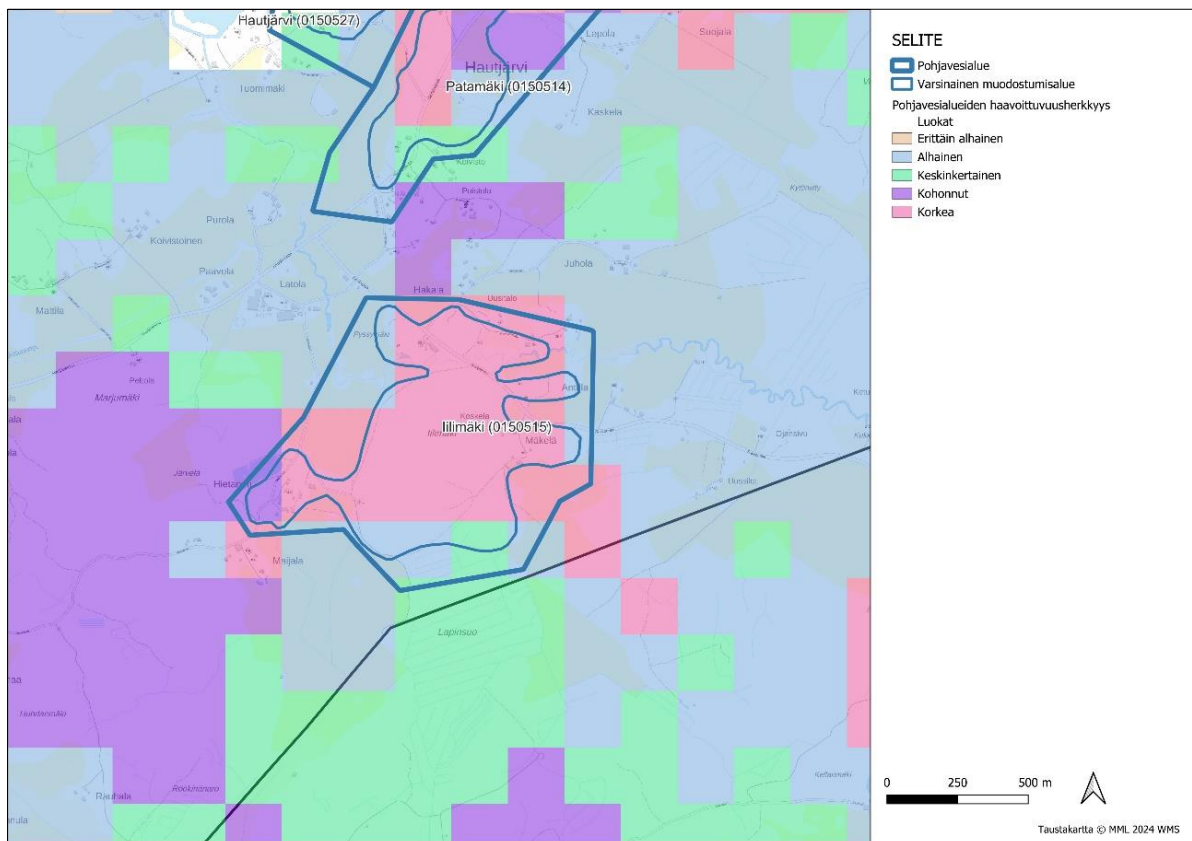
Iilimäen pohjavesialueen haavoittuvuus ilmenee kuvasta 16. Pohjavesialueella on korkea haavoittuvuusherkkyy.



Kuva 14. Iilimäen pohjavesialue.



Kuva 15. Iilimäen pohjavesialueella on yksi pilaantuneiden maiden kohde (PIMA) (Ympäristökarttapalvelu Karpalo).



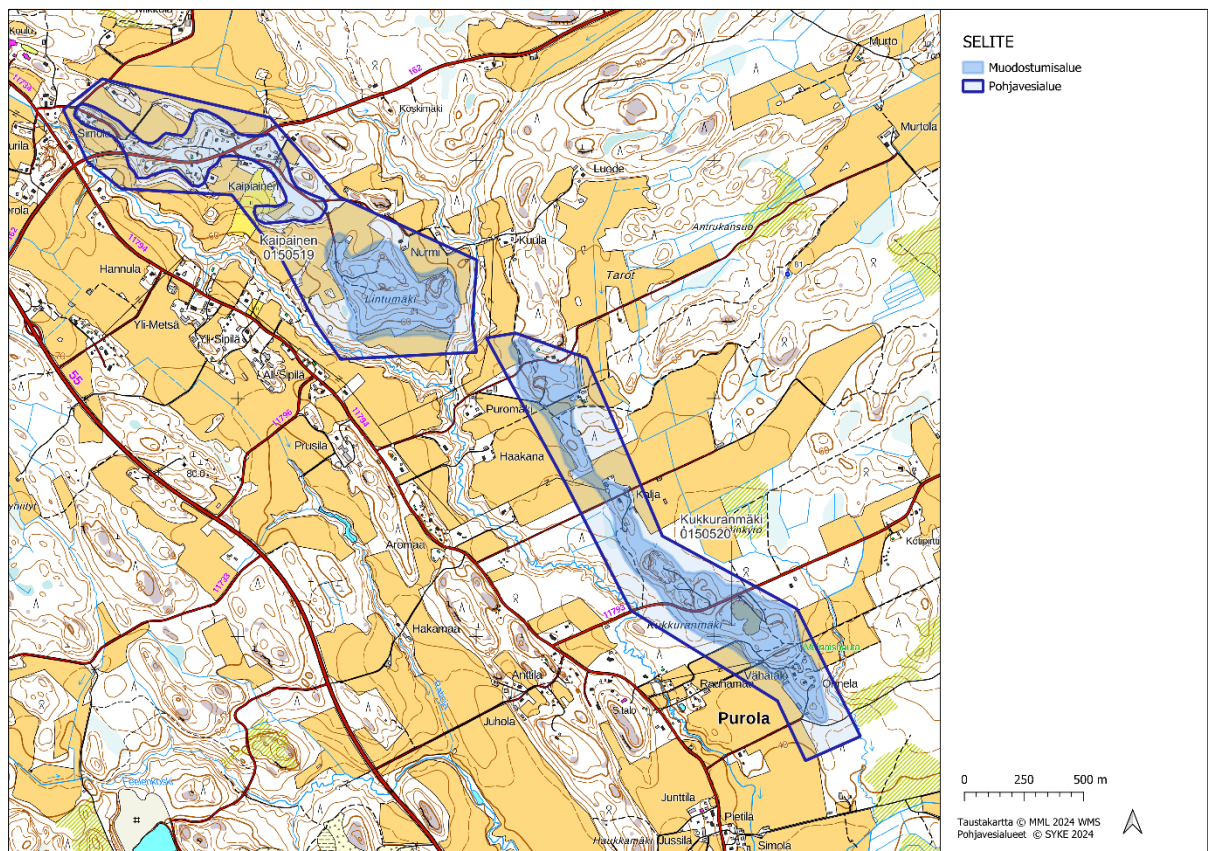
Kuva 16. Iilimäen pohjavesialueen haavoittuvuus (Geologian tutkimuskeskus 2022).

5.2.2 Kaipainen ja Kukkuranmäki

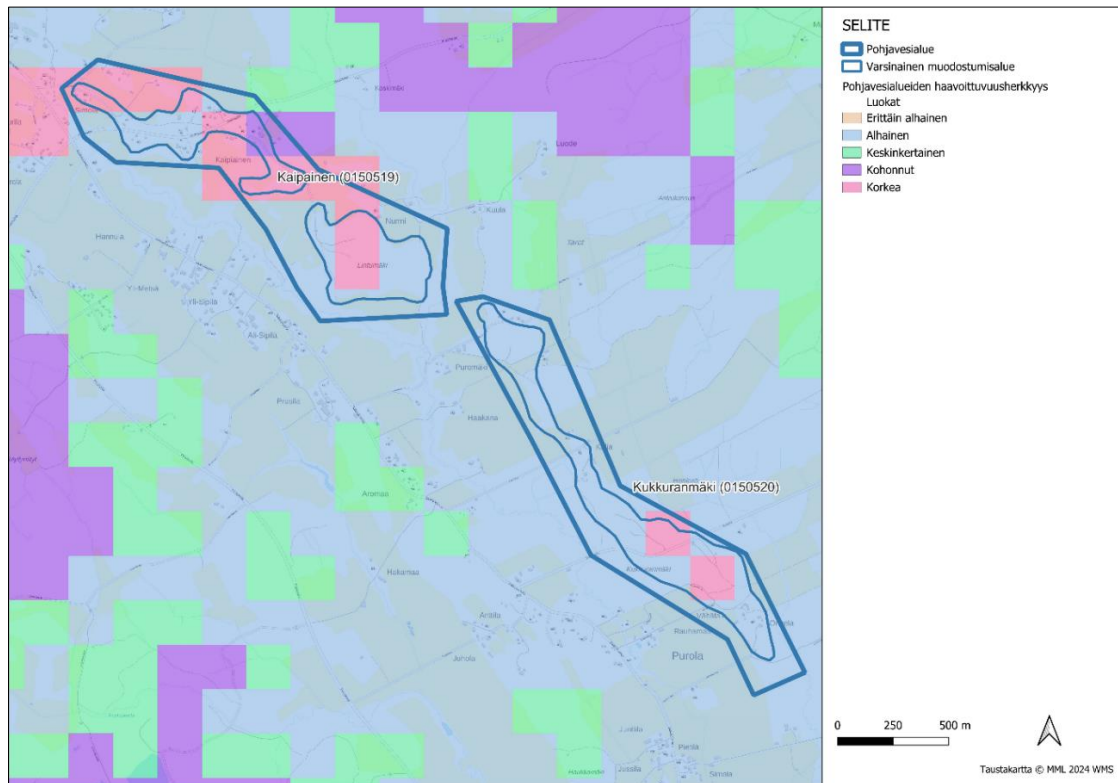
Kaipaisen pohjavesialue on osa luode-kaakkosuuntaista pitkittäisharjuketjua, joka sijoittuu kallioperän ruhjelaaksoon. Pohjavesialue rajoittuu pohjoisessa kalliioselänteisiin ja etelä- ja länsireunat Saarenniitynojaan. Aines on melko huonosti lajittunutta kivistä soraa ja hiekkaa. Kerrospaksuus on suurimmillaan yli 15 metriä. (Suomen ympäristökeskus 2024). Pohjavesi purkautuu suurelta osin tihkumalla pelloille ja Saarenniitynojaan, jonka rannassa on myös muutama kirkasvetinen lähde.

Kukkuranmäen pohjavesialue sijoittuu luode-kaakkosuuntaiselle pitkittäisharjulle. Harju sijoittuu kallioperän ruhjelaaksoon ja rajoittuu idässä ja lännessä savikoihin, pohjoisessa kalliioharjanteeseen. Aines on heikosti lajittunutta kivistä hiekkaa ja soraa. Välikerroksissa on hyvin lajittunutta hiekkaa. Kerrospaksuus on suurimmillaan noin 15 metriä, yleensä keskimäärin 4 metriä. Pohjavettä purkautuu tihkumalla pelloille ja ojiin. Sorakuoppien pohjilla on kalliopaljastumia, jotka tekevät pohjavesialueesta epäyhtenäisen.

Kaipaisen ja Kukkuranmäen pohjavesialueiden haavoittuvuus ilmenee kuvasta 18. Kaipaisen pohjavesialueella on pääosin korkea haavoittuvuusherkkyyys. Kukkuranmäen pohjavesialueella on pääosin alhainen haavoittuvuusherkkyyys.



Kuva 17. Kaipaisen (pohjoinen) ja Kukkuranmäen pohjavesialue (eteläinen).



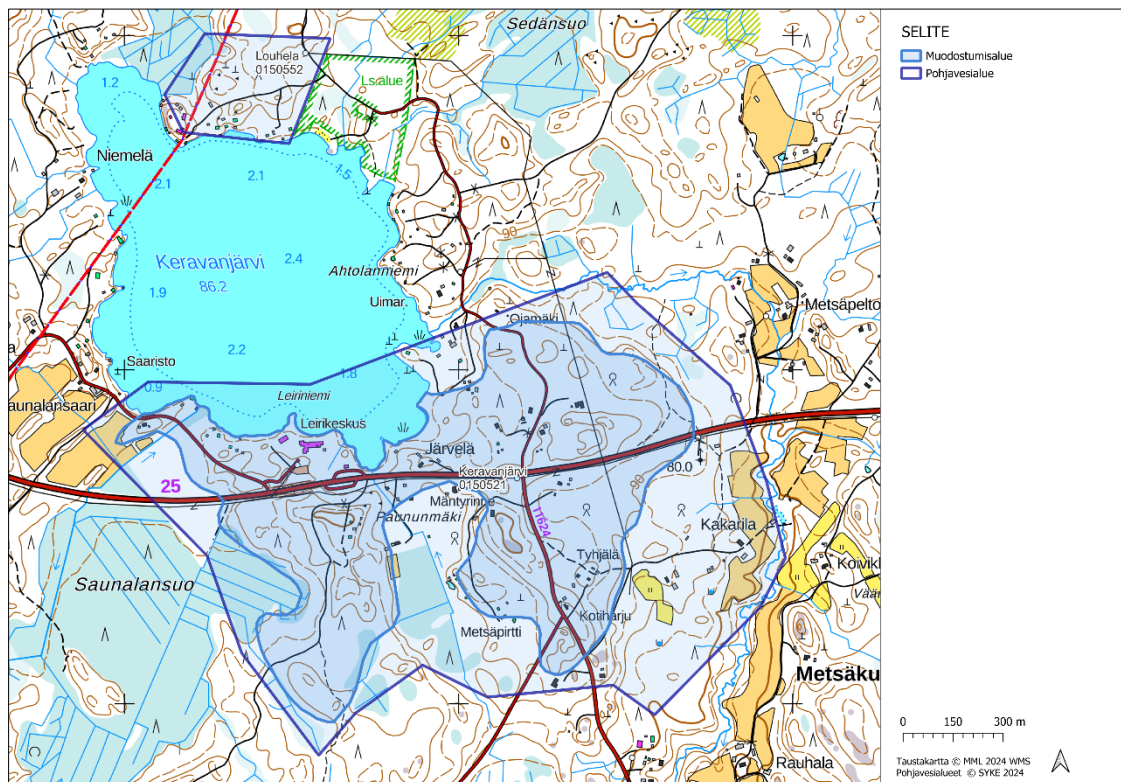
Kuva 18. Kaipaisen ja Kukkuranmäen pohjavesialueiden haavoittuvuusherkkyys (Geologian tutkimuskeskus 2022).

5.2.3 Keravanjärvi

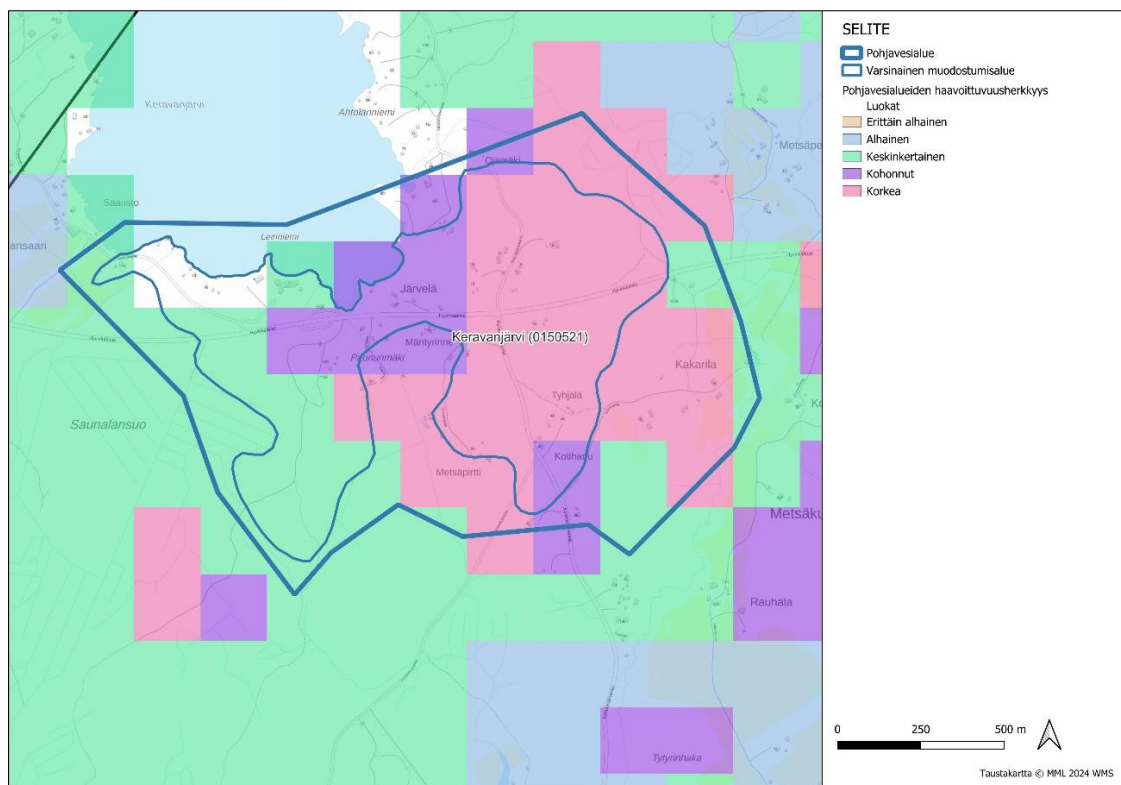
Keravanjärven pohjavesialue on Keravanjärven kaakkoispuolella sijaitseva deltamuodostuma. Keskiosassa aines on lajittunutta hiekkaa. Alueen eteläosassa aines on pääosin lajittunutta hienoa hiekkaa. Paikoin maaperä on moreenia. Kerrospaksuus on suurimmillaan alueen keskiosissa noin 8 metriä, eteläosassa noin 4 metriä. (Suomen ympäristökeskus 2024)

Pohjavettä purkautuu ympäröiville soille, pelloille, Keravanjärveen sekä alueen kaakkoiskulmassa sijaitsevasta muutamasta pienestä lähteestä. Kallio on paikoin pohjavedenpinnan yläpuolella jakaen pohjavesialueen pienempiin altaisiin.

Pohjavesialueen haavoittuvuus ilmenee kuvasta 20. Keravanjärven pohjavesialueen haavoittuvuusherkkyys on pääosin kohonnut tai korkea.



Kuva 19. Keravanjärven pohjavesialue.



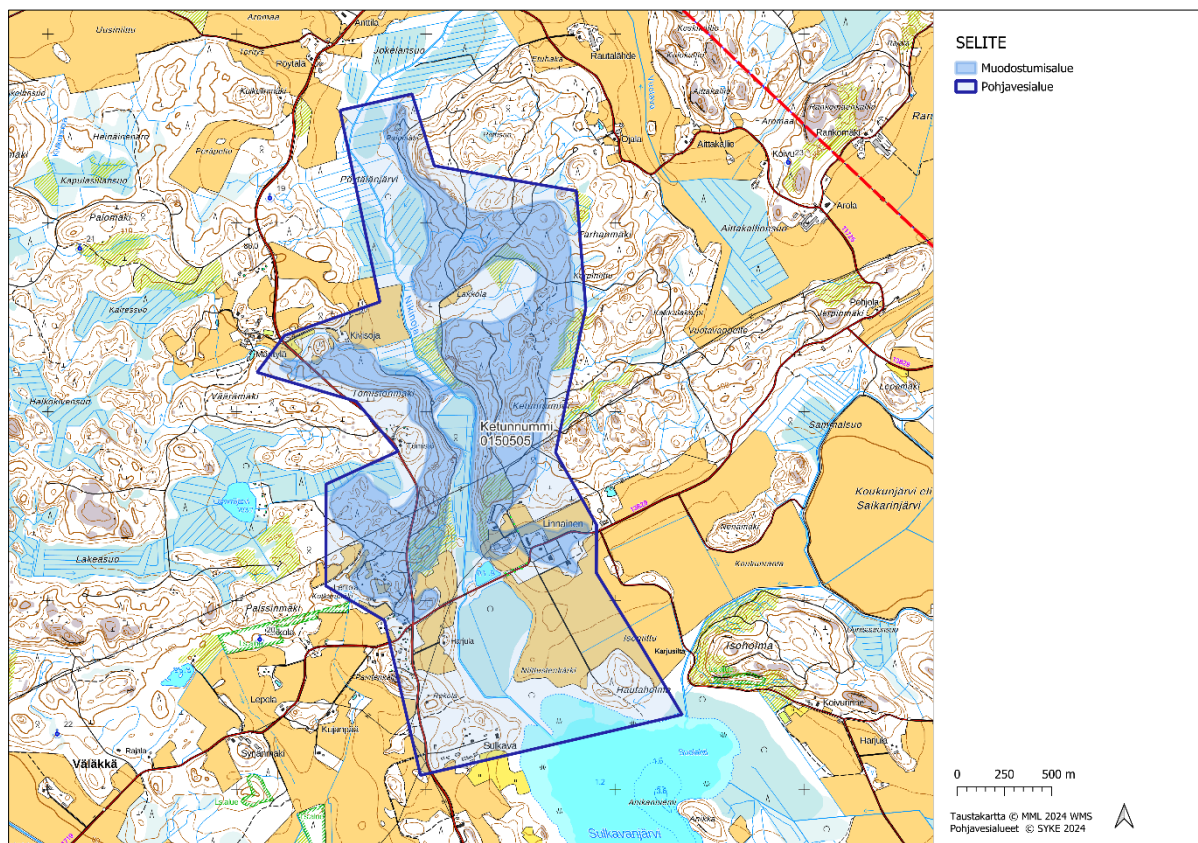
Kuva 20. Keravanjärven pohjavesialueen haavoittuvuus (Geologian tutkimuskeskus 2022).

5.2.4 Ketunnummi

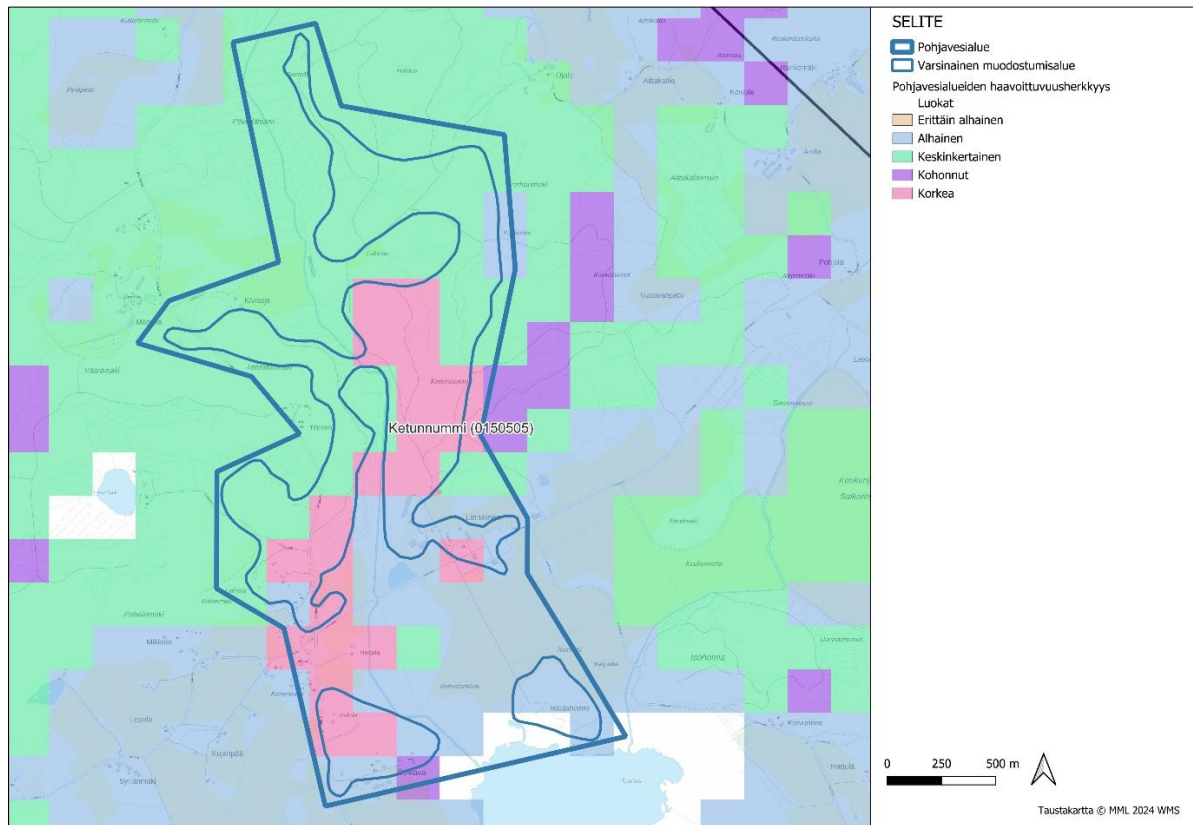
Ketunnummen pohjavesialue on kallioperän murroslinjan reunoille kasautunut lajittuneen aineksen muodostuma. Pohjavesialue rajoittuu idässä ja lännessä kohoaviin, osittain moreenipeitteisiin, kallioselänteisiin. Moreenirinteiden pintaosat ovat osittain rantavoimien vaikutuksesta lajittuneita. Pinnalla on n. 2–3 metrin kerros hienoa hiekkaa (rantakerrostuma). Muuten aines on pääasiassa melko huonosti lajittunutta kivistä hiekkaa. Alueen louhaisosassa on n. 20 % lajittunutta hiekkaa. Kerrospaksuudet ovat alueen itäosassa noin 5 metriä ja länsiosassa noin 12 metriä. Laaja-alaisimmat hiekkakerrostumat esiintyvät Ketunnummen alueella. (Suomen ympäristökeskus 2024)

Osa pohjavedestä purkautuu lähteistä, mutta suurin osa pohjavedestä tihkuu murroslinjaa peittävälle suolle ja Nikinojaan, jossa turpeen alla maaperä on savea. Saven alla on mahdollisesti lajittuneita aineksia. Nikinoja laskee etelässä Sulkavanjärveen.

Ketunnummen pohjavesialueen haavoittuvuus ilmenee kuvasta 22. Pohjavesialueen haavoittuvuusherkkyys on pääosin keskinkertainen tai korkea.



Kuva 21. Ketunnummen pohjavesialue.

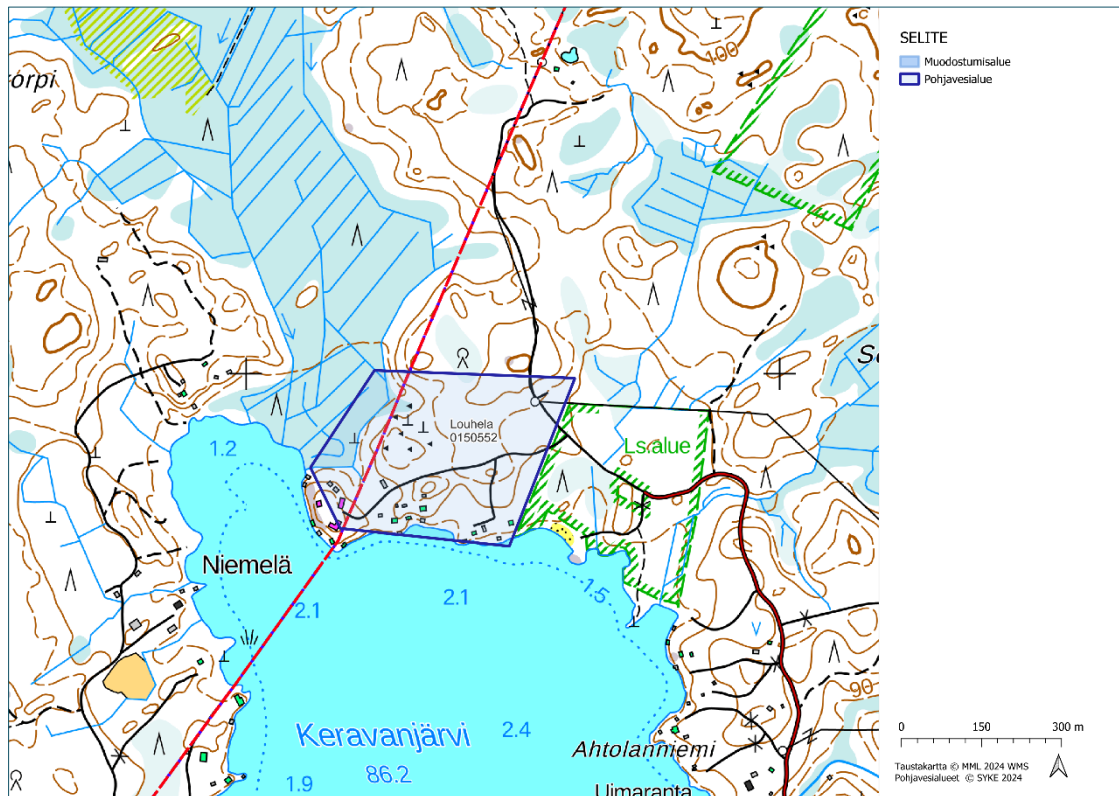


Kuva 22. Ketunnummen pohjavesialueen haavoittuvuus (Geologian tutkimuskeskus 2022).

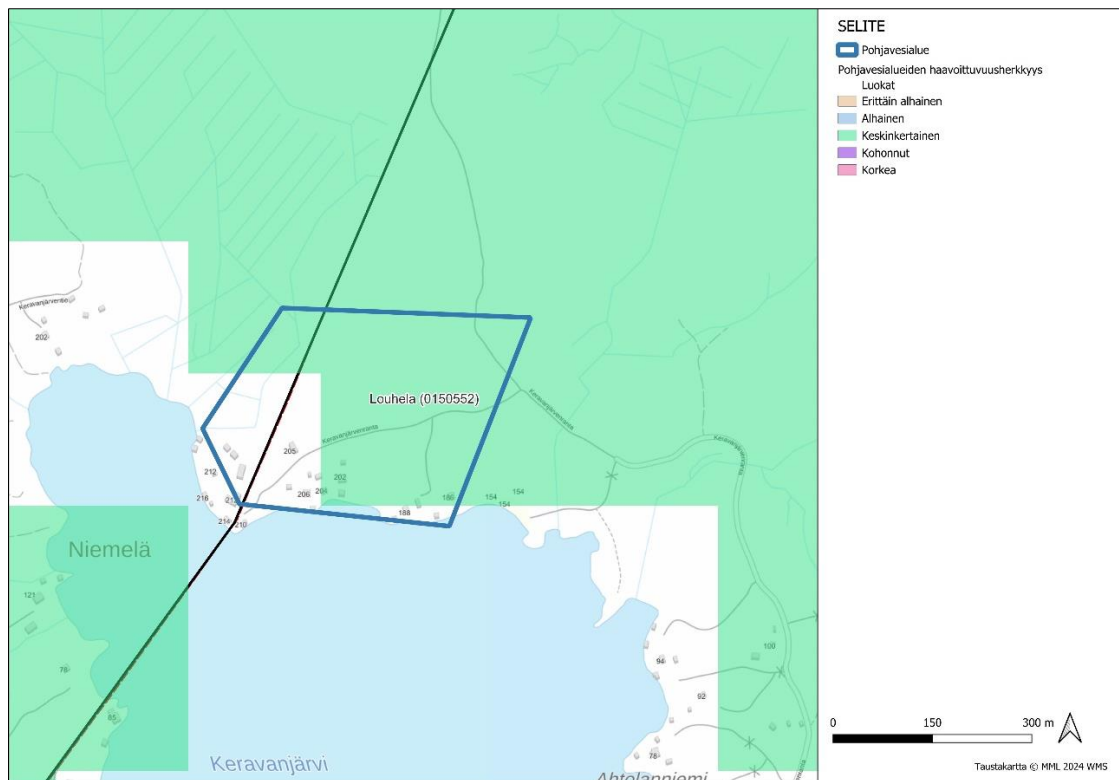
5.2.5 Louhela

Pohjavesialue sijaitsee Keravanjärven pohjoisrannan moreenialueella. Pohjavesialueen lounaisrannalla kohoa kallio maanpintaan. Kokonaisantoisuudeltaan heikko pohjavesialue. (Suomen ympäristökeskus 2024)

Louhelan pohjavesialueen haavoittuvuus ilmenee kuvasta 24. Pohjavesialueen haavoittuvuusherkkyys keskinkertainen.



Kuva 23. Louhelan pohjavesialue.

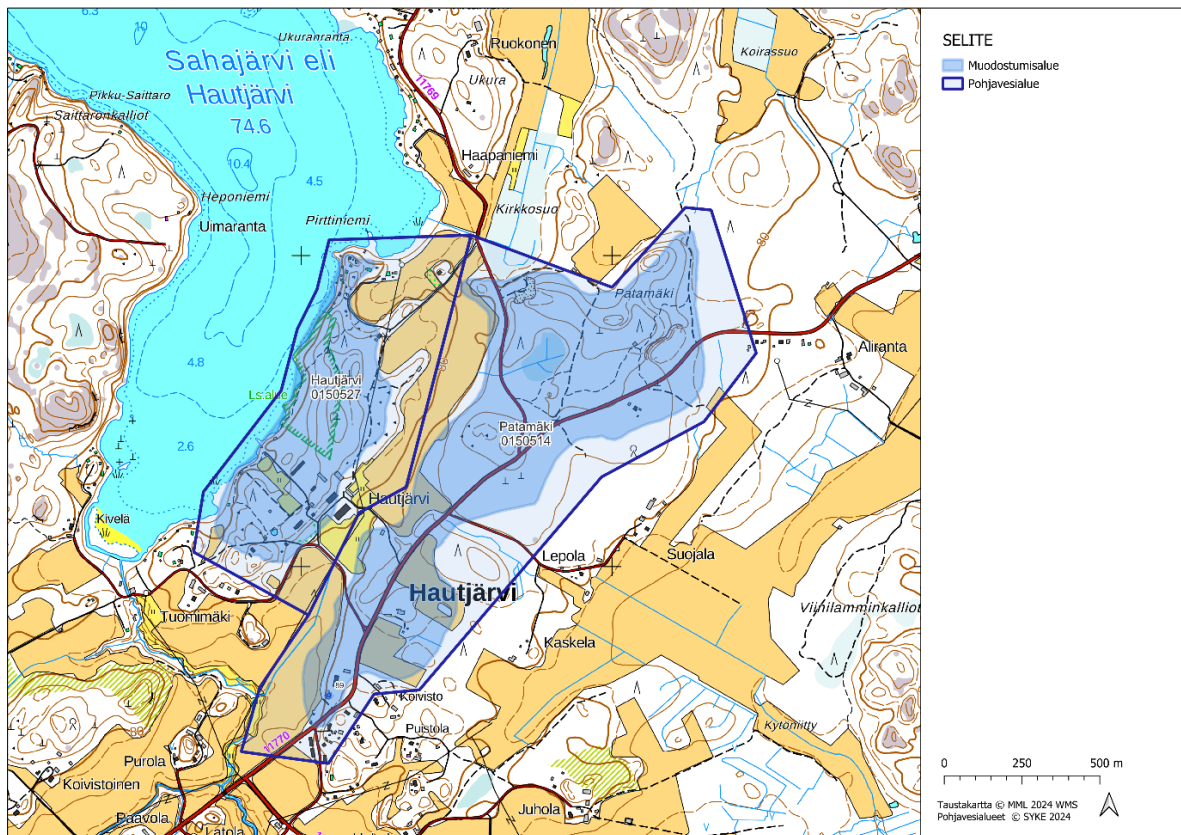


Kuva 24. Louhelan pohjavesialueen haavoittuvuus (Geologian tutkimuskeskus 2022).

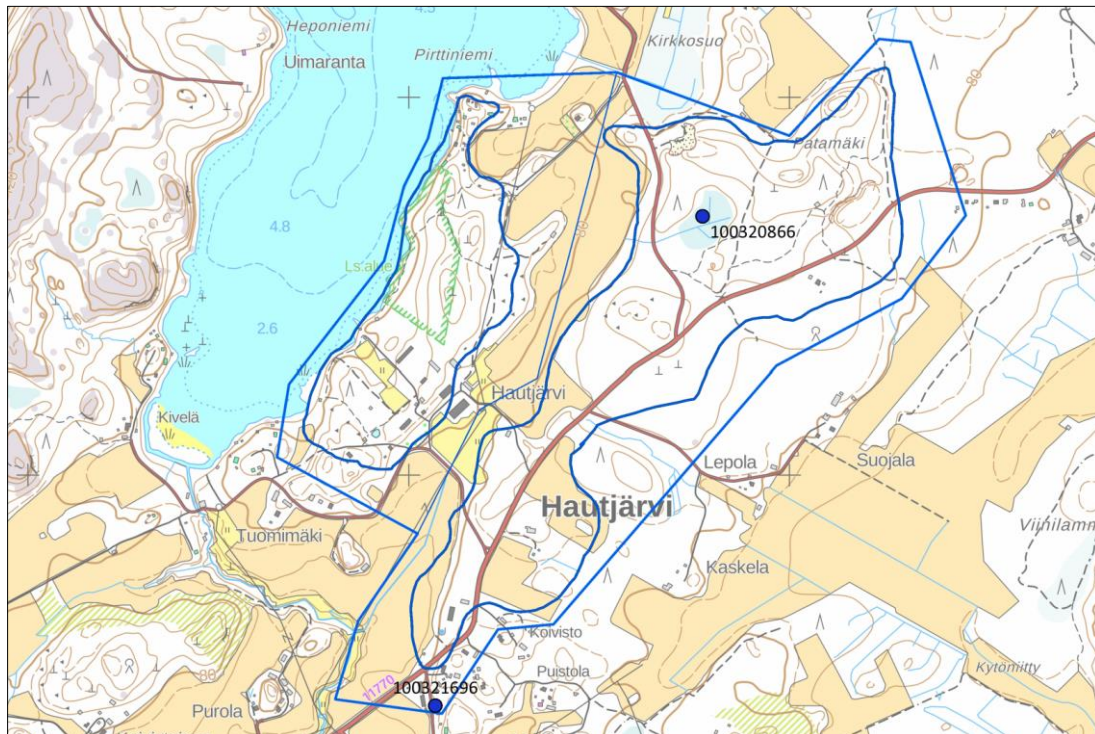
5.2.6 Hautjärvi ja Patamäki

Hautjärven pohjavesialue rajoittuu lännessä Hautjärveen (Sahajärveen) ja idässä Patamäen pohjavesialueeseen. Se sijoittuu pienelle reunamuodostumalle. Aines on pääosin hienoa hiekkaa ja hiekkaa. Kallio kohoaa maanpintaan pohjavesialueen eteläreunalla. Pohjavesi purkautuu alueelta länteen Hautjärveen. Kokonaisantoisuudeltaan tyydyttävä pohjavesialue. (Suomen ympäristökeskus 2024). Patamäki on pieni reunamuodostuma. Aines on suurlta osin huonosti lajittunutta kivistä soraa ja hiekkaa. Myös hyvin lajittuneita välikerroksia esiintyy. Alueen kaakkoisosassa maaperä on hienoa hiekkaa. Kallio kohoaa maanpintaan pohjavesialueen etelä- ja keskiosissa. Pohjavesialueen pohjoisosassa on muinaisranta. Pohjaveden arvioitu virtaus suuntautuu pohjavesialueen pohjoisosassa Patamäen alueella luoteeseen kohti Hautjärveä ja pohjavesialueen eteläosassa lounaaseen. Pohjavesi purkautuu tiukumalla pelloille. Maa-aineksenotto on ulottunut hyvin lähelle pohjavedenpintaa.

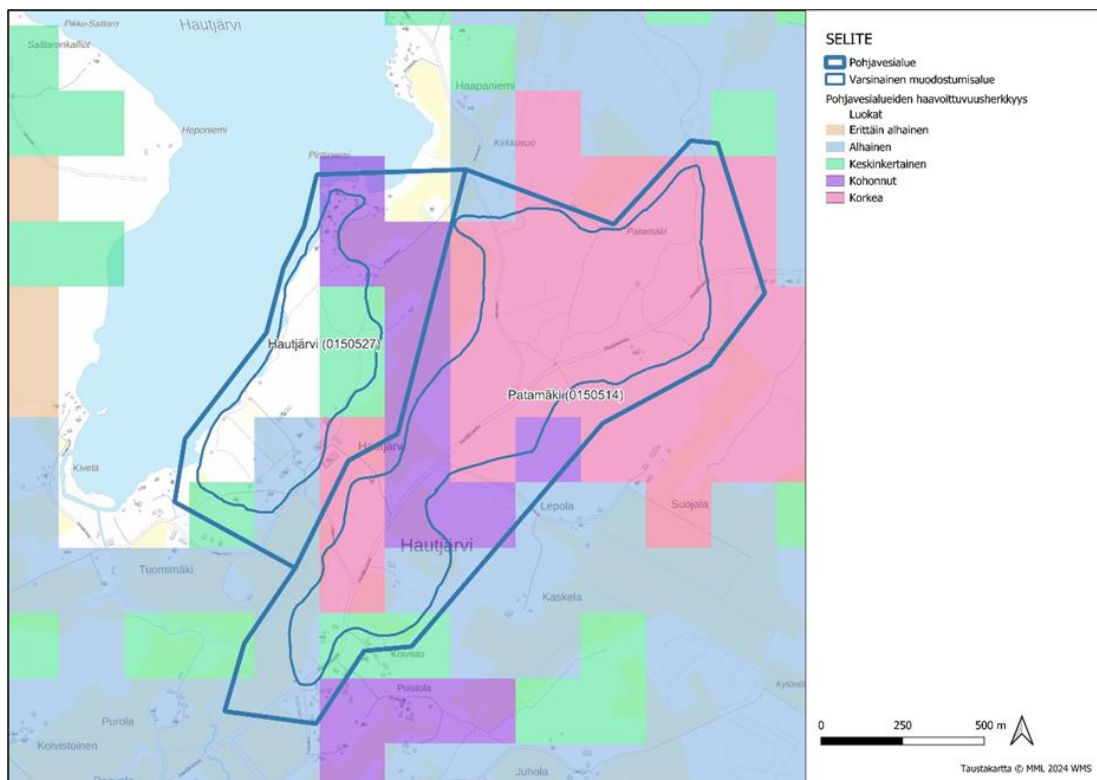
Patamäen koululla on ollut kaksi kaivoa, joita ei enää käytetä. Nivos Vesi Oy on investoinut kahteen porakaivoon, jotka palvelevat kahta paritaloa ja entistä kauppakiinteistöä. Alue ei kuitenkaan ole Nivos Vesi Oy:n toiminta-aluetta. Patamäen pohjavesialueella on kaksi piilaantuneiden maiden kohdetta (PIMA). Hautjärven ja Patamäen pohjavesialueiden haavoittuvuus ilmenee kuvasta 27. Pohjavesialueiden haavoittuvuusherakkyys on pääosin kohonnut tai korkea.



Kuva 25. Hautjärven ja Patamäen pohjavesialue.



Kuva 26. Patamäen pohjavesialueella on kaksi pilaantuneiden maiden kohdetta (PIMA) (Ympäristökarttapalvelu Karpalo).

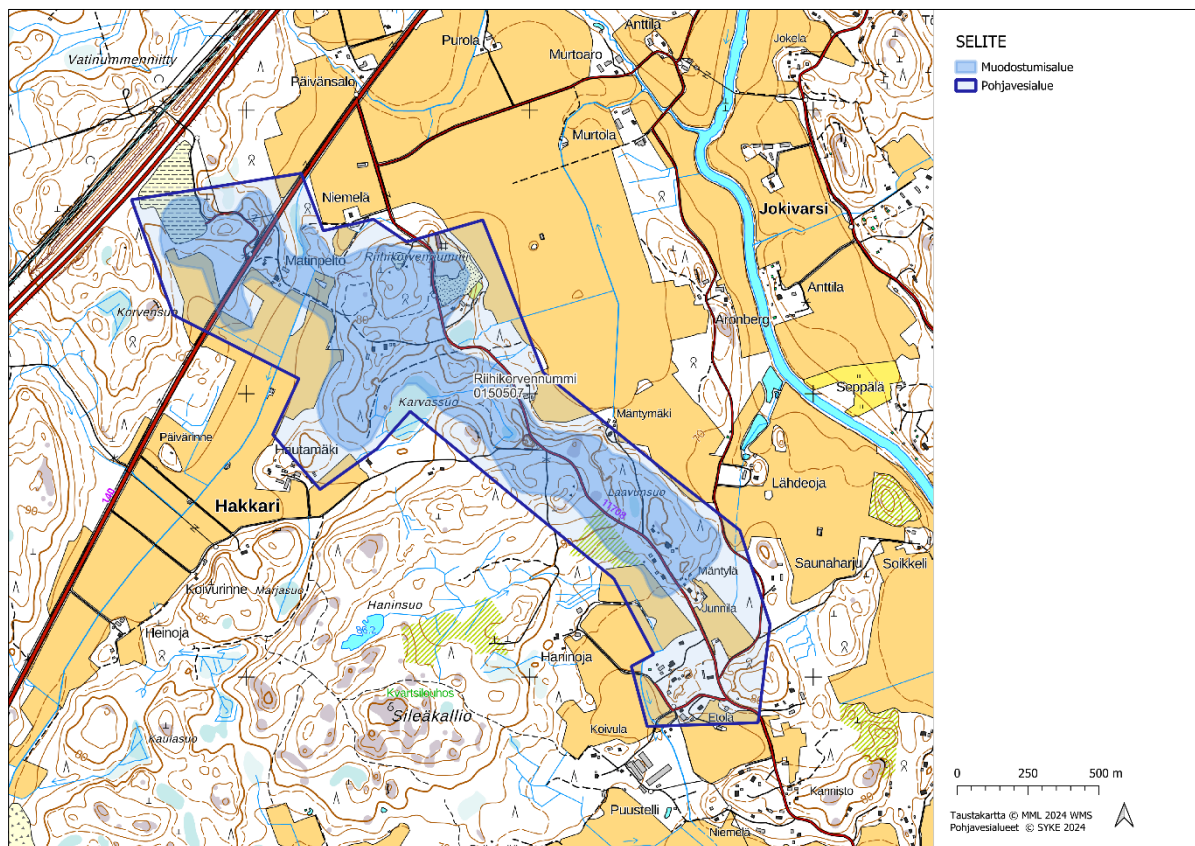


Kuva 27. Hautjärven ja Patamäen pohjavesialueiden haavoittuvuus (Geologian tutkimuskeskus 2022).

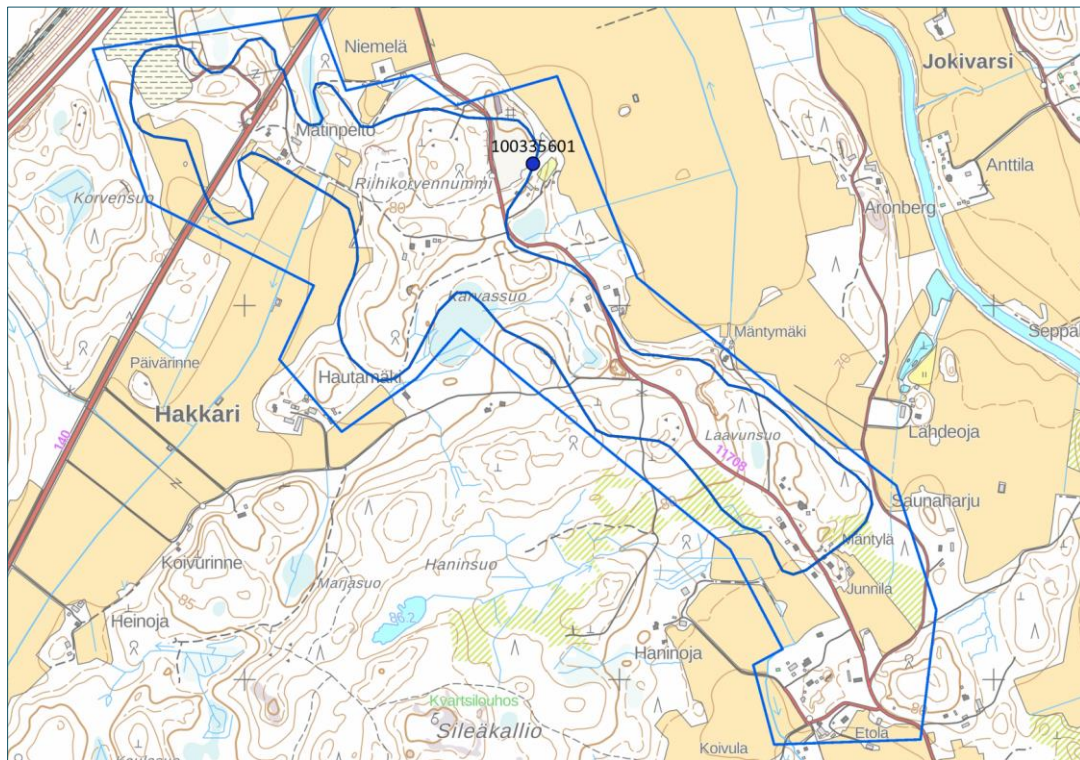
5.2.7 Riihikorvennummi

Pohjavesialue muodostuu luode-kaakkosuuntaisesta pitkittäisharjusta. Alueen eteläosassa ovat harjukerrokset savenalaisia. Kalliokynnykset rikkovat muodostuman erillisiksi pohjavesialueiksi. Aines on pääasiassa lajittunutta, kivistä soraa ja hiekkaa. Pintaosassa on 2–3 metriä hienoa lajittunutta hiekkaa. Kerrospaksuus on suurimmillaan Riihikorvennummella, noin 12 metriä, yleensä kuitenkin noin 4 metriä. Alueen etelä- ja pohjoispään sorakuopissa on pohjavesilammikoita. Pohjavettä purkautuu useasta lähteestä ja sitä tihkuu myös soistuneille metsäalueille sekä pelto-ojiin muodostuman reunoille. Alueella on maankaatopaikka (Suomen ympäristökeskus 2024).

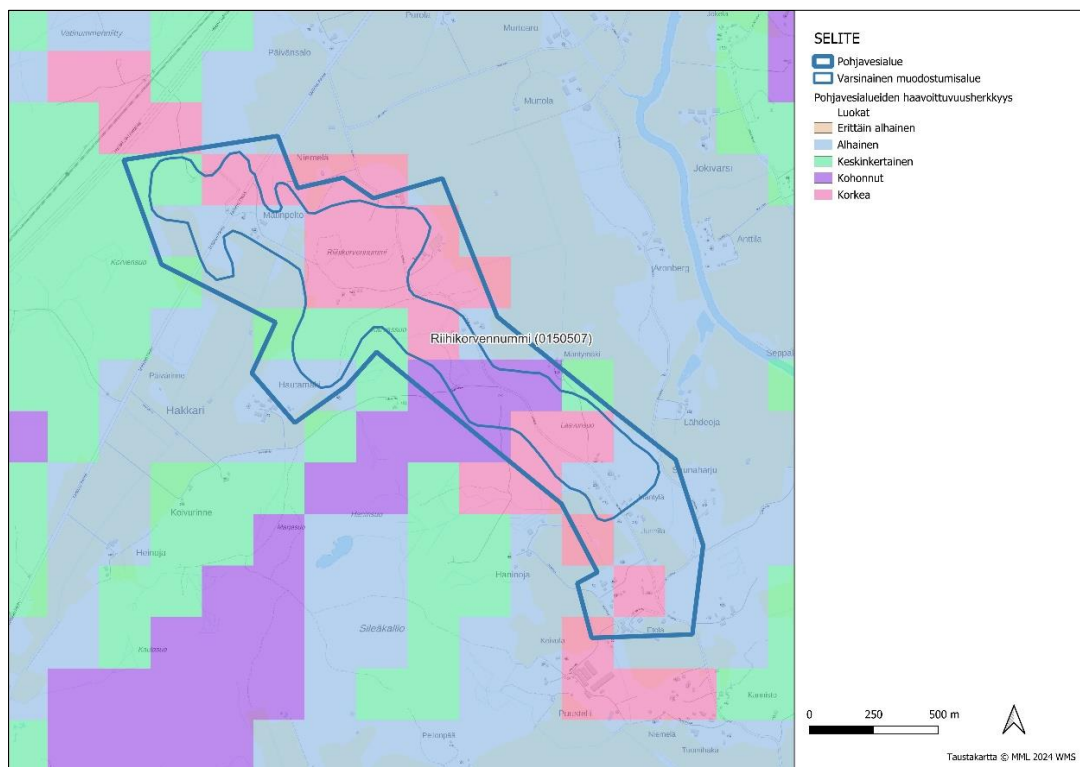
Riihikorvennummen pohjavesialueella on yksi pilaantuneiden maiden kohde ja sen haavoittuvuus ilmenee kuvasta 30.



Kuva 28. Riihikorvennummen pohjavesialue.



Kuva 29. Riihikorvennummen pohjavesialueella on yksi pilaantuneiden maiden kohde (PIMA) (Ympäristökarttapalvelu Karpalo).

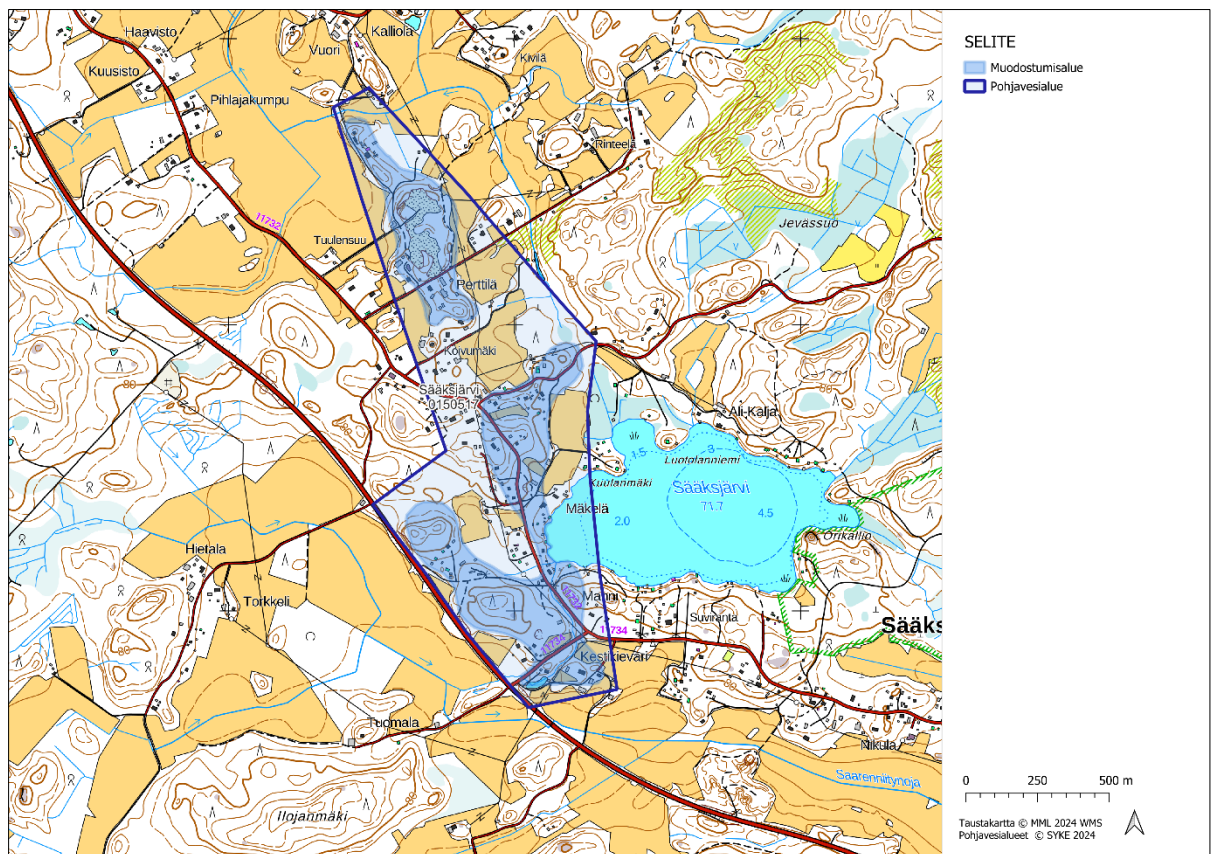


Kuva 30. Riihikorvennummen pohjavesialueen haavoittuvuus (Geologian tutkimuskeskus 2022).

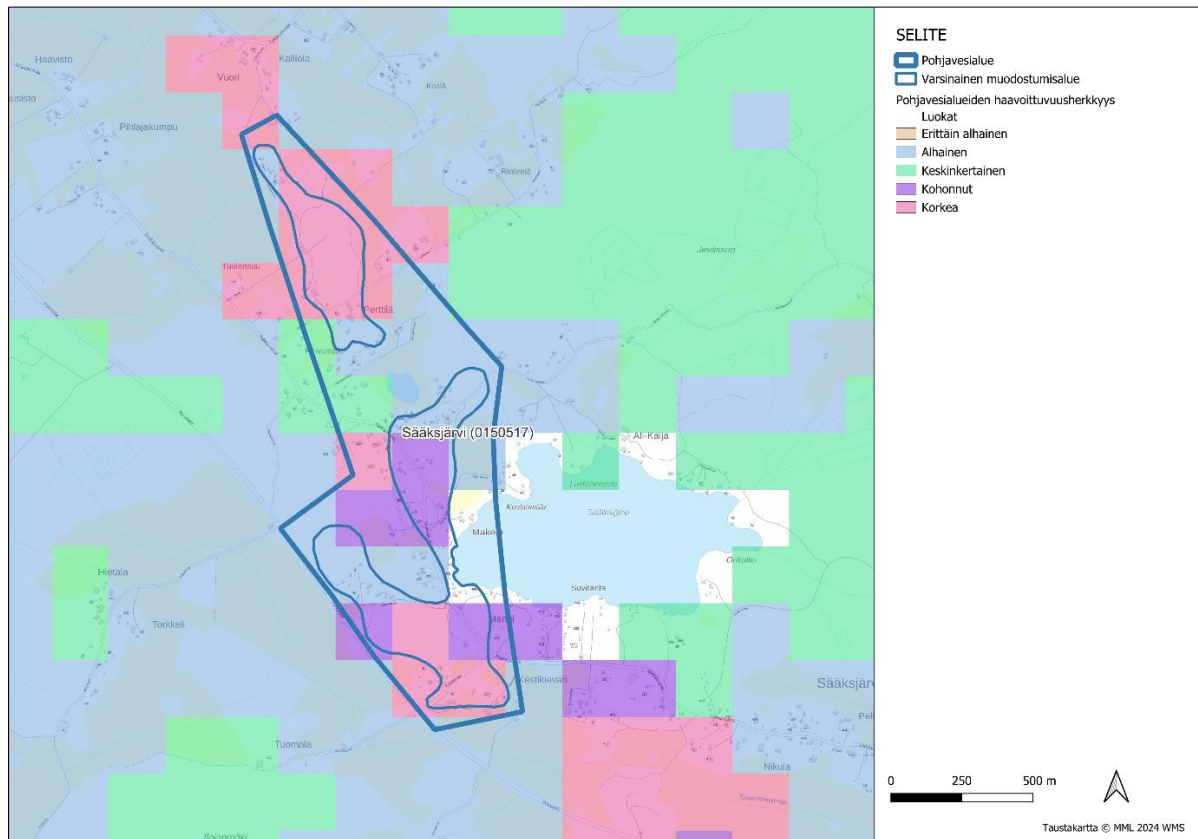
5.2.8 Sääksjärvi

Pohjavesialue on osa katkeilevaa pitkittäisharjuketjua. Eteläosastaan pohjavesialueen länsireuna rajoittuu osittain kallioselänteeseen, harjun itäreuna rajoittuu Sääksjärveen. Pohjoisessa pohjavesialuetta ympäröivät savikot. Aines on pääasiassa kivistä, melko huonosti lajitunutta hiekkaa. Ydinosassa on melko hyvin lajitunutta hiekkaa. Kerrospaksuus leikkauksissa on suurimmillaan noin 15 metriä, yleensä keskimäärin noin 3 metriä. Kalliokynnykset tekevät pohjavesialueesta epäyhtenäisen. Pohjavettä purkautuu pienistä lähteistä Sääksjärveen ja aluetta ympäröiville pelloille. (Suomen ympäristökeskus 2024)

Sääksjärven pohjavesialueen haavoittuvuus ilmenee kuvasta 32.



Kuva 31. Sääksjärven pohjavesialue.

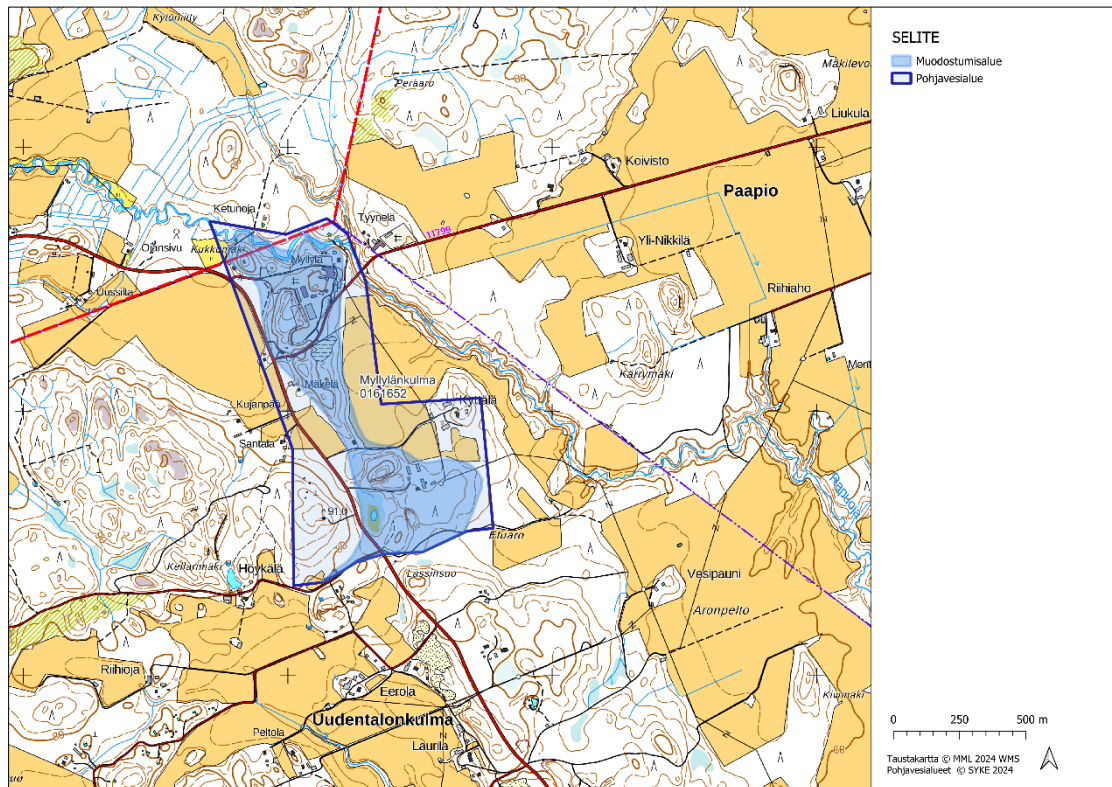


Kuva 32. Sääksjärven pohjavesialueen haavoittuvuusherkyys (Geologian tutkimuskeskus 2022).

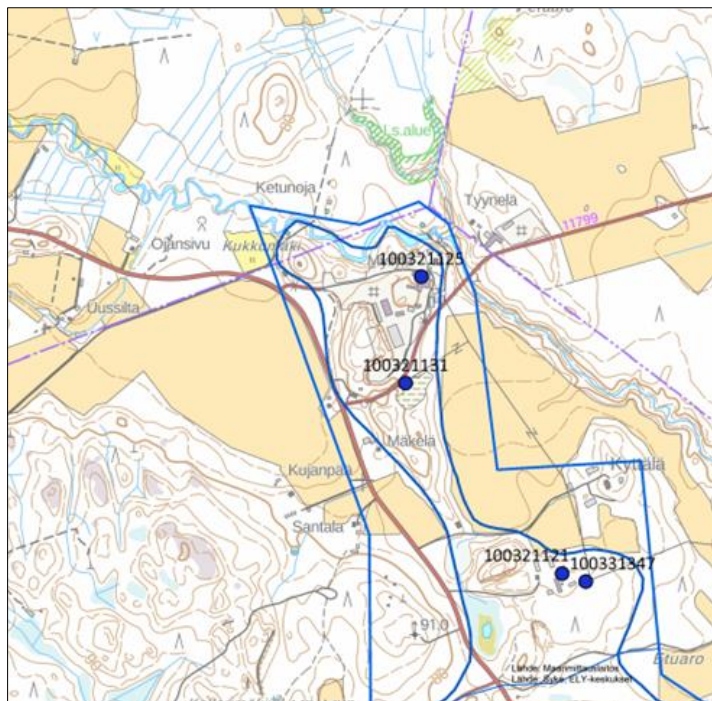
5.2.9 Myllylänkulma

Myllylänkulma on osa Pukkilan pitkittäisharjujaksoa. Pohjavesialue rajautuu kaakossa Uudentalonkulman pohjavesialueeseen. Aines on pääasiassa hiekkaa ja soraa, reunaosissa hiekkavaltaista. Pohjaveden virtaussuunta on vedenjakaja-alueelta luoteeseen. Pohjavettä purkautuu lähteistä Rapuojaan. (Suomen ympäristökeskus 2024)

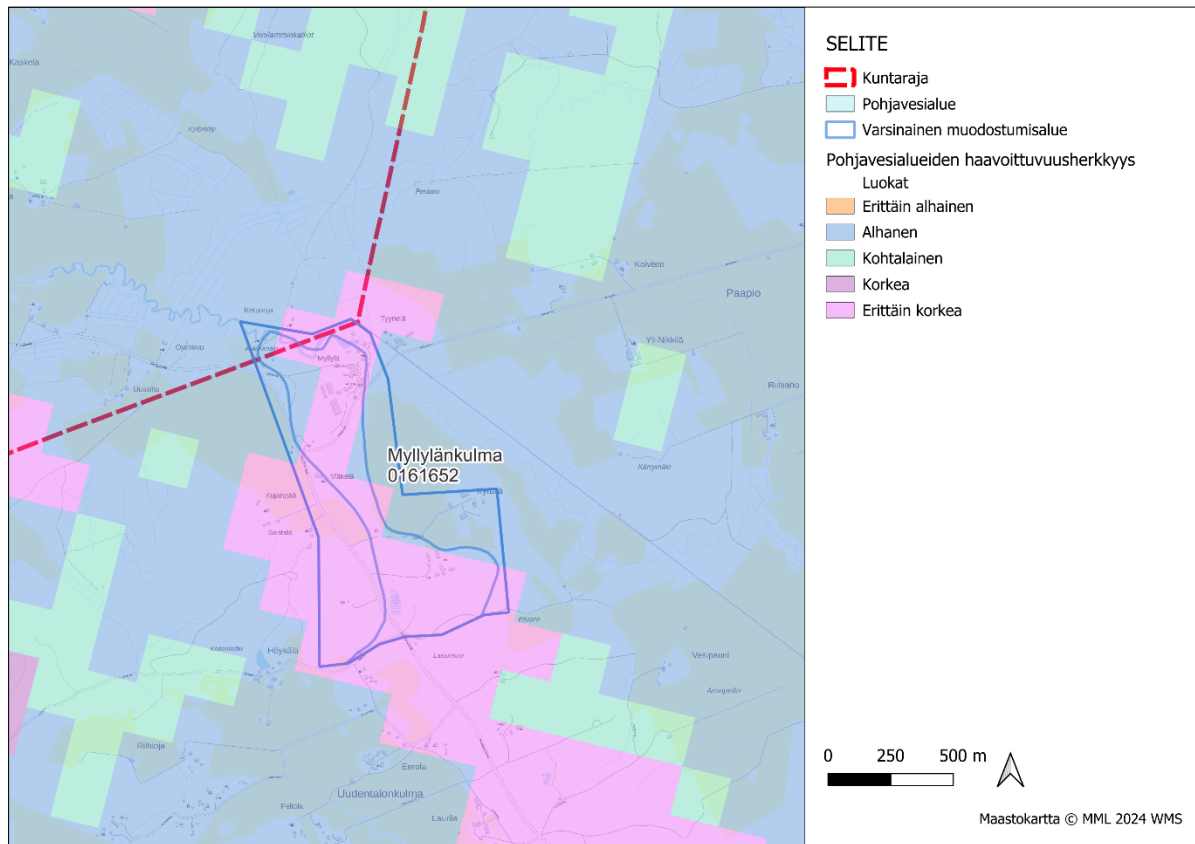
Myllylänkulman pohjavesialueella on neljä pilaantuneiden maiden kohdetta (PIMA) (Kuva 34). Kohteet eivät ole Mäntsälän puolella. Pohjavesialueen haavoittuvuus ilmenee kuvasta 35.



Kuva 33. Myllylänkulman pohjavesialue.



Kuva 34. Myllylänkulman pohjavesialueella on neljä pilaantuneiden maiden kohtetta (PIMA) (Ympäristökarttapalvelu Karpalo).



Kuva 35. Myllylänkulman pohjavesialueen haavoittuvuusherkkyys (Geologian tutkimuskeskus 2022).

6 Vaikutusten arviointi

Mäntsälän yleiskaavassa 2050 luokitellut pohjavesialueet on osoitettu seuraavalla merkinnällä



Pohjavesialue

Merkinnällä osoitetaan pohjavesialueet, jotka ovat erityisen merkittäviä vedenhankinnan ja veden käyttökelpoisuuden säilyttämisen kannalta. Alueella ei ole sallittua sellainen toiminta, joka saattaa vaarantaa pohjaveden laadun ja määrän. Yksityiskohtaisemman suunnittelun tulee perustua suunnittelualueella tehtyihin maaperä- ja pohjavesitutkimuksiin ja siinä tulee huomioida vesilain mukaiset suoja-alueet. Tarkemmassa maankäytön suunnittelussa, rakennusten sijoittelussa ja infrahankkeissa tulee huomioida pohjavesialueet ja turvata niiden toiminta varmistaen puhtaan veden saatavuus ja ekosysteemien hyvinvointi. Pohjaveden suojeleminen perustuu ympäristönsuojelulain (YSL, 527/2014) 17 §:n pohjaveden pilaamiskieltoon sekä maaperän pilaamiskieltoon (YSL 16 §), mitkä turvaavat pohjaveden laadun ja suojelevat pilaantumislta.

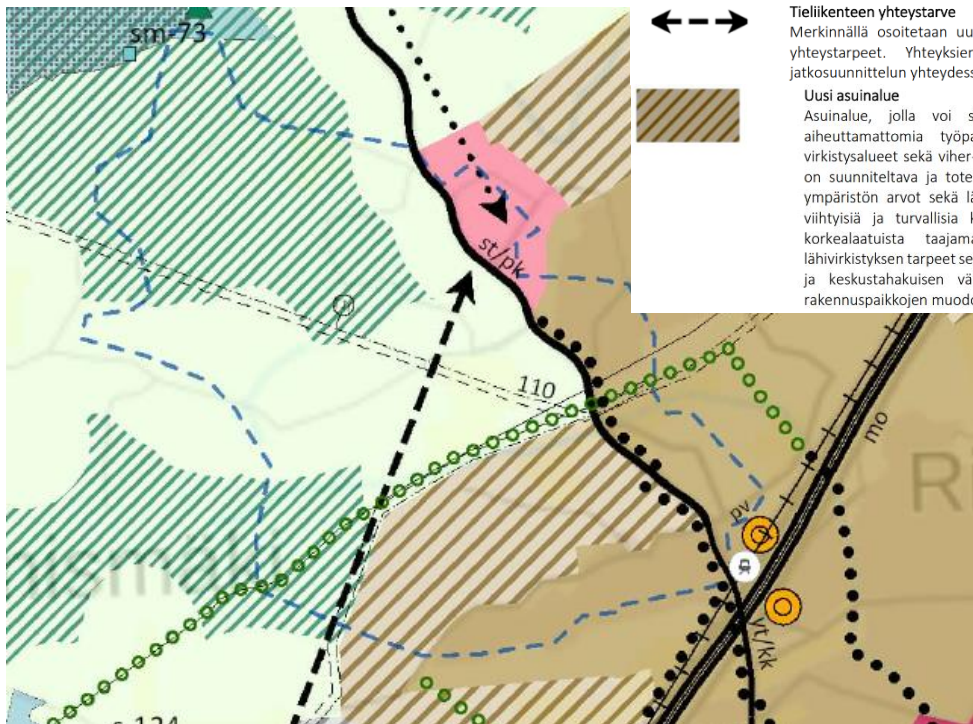
Kaavamääräyksessä on mainittu, että pohjavesialueella ei ole sallittua sellainen toiminta, joka saattaa vaarantaa pohjaveden laadun ja määrän. Vedenhankinnan kannalta merkittävimmät pohjavesialueet ovat Ojalan, Lukon ja Saaren pohjavesialueet.

Mäntsälän ympäristönsuojelumääräysten tarkistamistyö on käynnissä ja samoin Mäntsälään on tulossa myös pohjavesialueiden suojelusuunnitelman päivittäminen ja Ojalan vedenottamon suoja-alueen määrittäminen.

Maaseutuelinkeinojen alueilla rakennuspaikan vähimmäispinta-ala on 5 000 m², jolloin suurin osa piha-alueista on vettäläpäiseviä pintoja. Rakennusten kattopinnat eivät ole laajoja ja päällystettyjen pysäköintialueiden osuus on vähäinen suhteessa pohjavesialueen pinta-alaan nähden. Maaseutuelinkeinojen alueilla ei ole oletettavasti vaikutuksia pohjaveden muodostumiseen tai pohjaveden laatuun. Kyläalueilla rakennuspaikan vähimmäispinta-ala on 2 000 m² ja asutus on verrattain harvaa. Mutta koska lähes kaikilla pohjavesialueilla on kohonnut tai korkea pohjaveden haavoittuvuus, on näidenkin alueiden (Sääksjärvi ja Saari) jatkosuunnittelussa kiinnitettävä huomio pohjaveden suojeluun.

Selvemmin pohjavesivaikutuksia voi muodostua Ojalan pohjavesialueella, jolle on osoitettu uusi asuinalue (Kuva 36). Se sijoittuu lähes kokonaisuudessaan Ojalan Hietastenmäen pohjaveden muodostumisalueelle. Ojalan vedenottamo on myös uuden asuinalueen sisällä. Vaikutuksia ei voida tässä vaiheessa tarkasti määritellä yleiskaavan yleispiirteisyyden takia. Kuitenkin rakennetun alueen osuus Ojalan pohjavesialueen pinta-alasta kasvaa nykyisestä selvästi. Pohjavesialueesta rakennettua alaa on nykyään noin 18 % ja se voi nousta yli 30 %. Erityisesti mikäli rakentamista ohjataan Ojalan vedenottamon lähelle ja Hietastenojan pelolalle, voi merkittäviä vaikutuksia ilmetä pohjaveden ottamalla pohjaveden laadussa ja antoisuudessa. Tätä riskiä lisää ilmastonmuutos.

Lisäksi kaavassa on osoitettu Ojalan pohjavesialueen kautta tieliikenteen yhteystarve (Kuva 36). Merkinnällä osoitetaan uusien laajojen alueiden tärkeimpien kokoojakatujen yhteystarpeet. Merkintä osoittaa yhteystarpeen, mutta ei tien tarkkaa sijaintia. Tämä uusi seudullinen yhteys Sälinkääntie (Äijänropakko) - Vt 25 toimisi myös raskaan liikenteen reittinä. Raskaasta liikenteestä ja mahdollisesti vaarallisten aineiden kuljetuksesta aiheutuu riski pohjavedelle. Mikäli tie rakennetaan savipeitteisen alueen kautta (Kuva 37), voi tien rakentamisvaiheessa Ojalan pohjavettä suojaava savipatja puhjeta, jonka takia pohjaveden muuttumisen ja pilaamisriski kasvaa merkittävästi. Kaavassa tuodaan esille, että uusiin liikenneväyliin tulee rakentaa voimassa olevien ohjeistusten mukaiset pohjavesisuojaukset, joilla voidaan estää liikenteestä ja tienpidosta pohjaveden laatuun kohdistuvia riskejä.

**Tieliikenteen yhteystarve**

Merkinnällä osoitetaan uusien laajojen alueiden tärkeimpien kokoojakatujen yhteystarpeet. Yhteyksien tarkka sijainti ja tilavaraukset ratkaistaan jatkosuunnittelun yhteydessä.

Uusi asuinalue

Asuinalue, jolla voi sijaita myös lähipalveluja ja asumiselle häiriötä aiheuttamattomia työpaikkoja. Alueella sijaitsevat paikalliset viher- ja virkistysalueet sekä viher- ja liikenneyhteydet. Täydennysrakentaminen alueella on suunniteltava ja toteutettava laadukkaasti ja kokonaisuutena huomioiden ympäristön arvot sekä lähivirkistykseen tarpeet. Suunnittelussa tulee edistää viihtyisiä ja turvallisia kävely-, pyöräily- ja joukkoliikennenympäristöjä sekä korkealaatuista taajamakuva. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon lähivirkistykseen tarpeet sekä viheryhteyksien jatkuminen. Paikallisen tilaa vaativan ja keskustahakuisen vähittäiskaupan enimmäiskoko 4 000 k-m². Uusien rakennuspaikkojen muodostuminen tulee perustua asemakaavoitukseen.

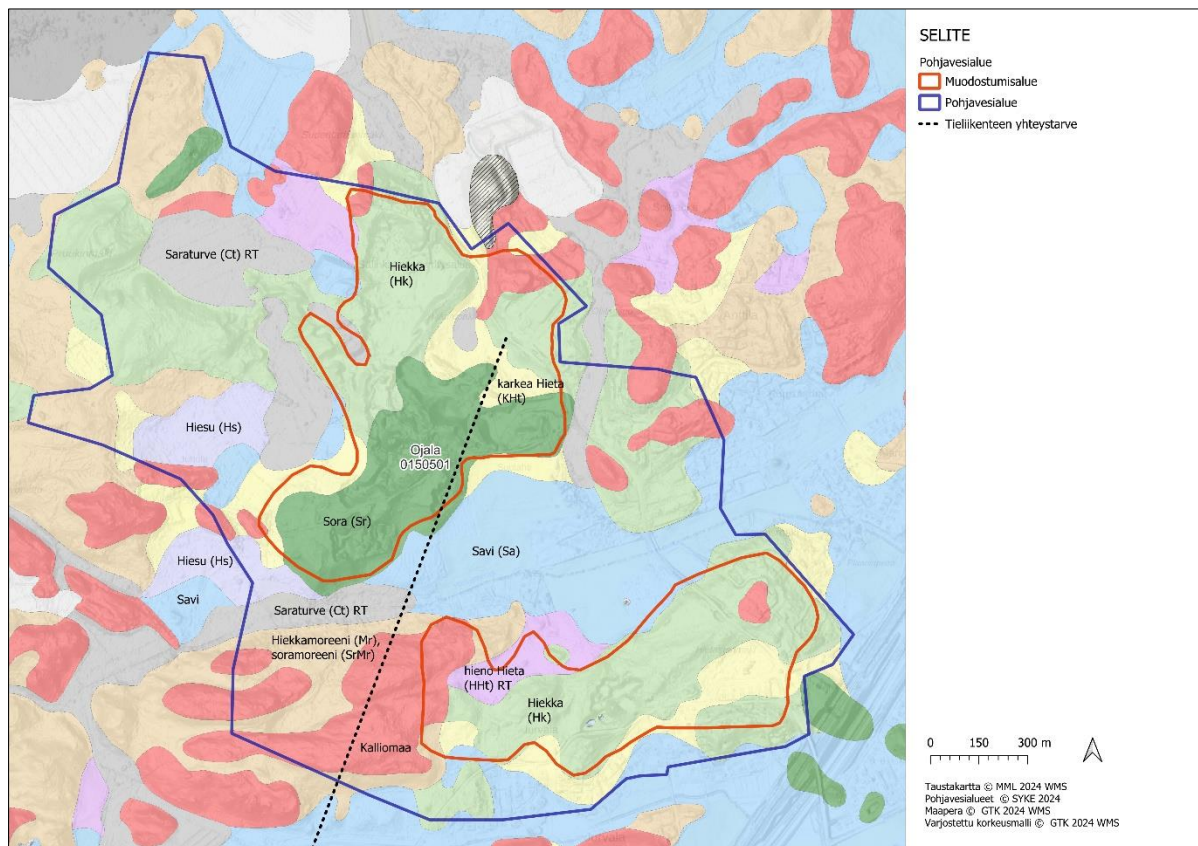
**Asuinalue**

Asuinalue, jolla voi sijaita myös lähipalveluja ja asumiselle häiriötä aiheuttamattomia työpaikkoja. Alueella sijaitsevat paikalliset viher- ja virkistysalueet sekä viher- ja liikenneyhteydet. Täydennysrakentaminen alueella on suunniteltava ja toteutettava laadukkaasti ja kokonaisuutena huomioiden ympäristön arvot sekä lähivirkistykseen tarpeet. Suunnittelussa tulee edistää viihtyisiä ja turvallisia kävely-, pyöräily- ja joukkoliikennenympäristöjä sekä korkealaatuista taajamakuva. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon lähivirkistykseen tarpeet sekä viheryhteyksien jatkuminen. Paikallisen tilaa vaativan ja keskustahakuisen vähittäiskaupan enimmäiskoko 4 000 k-m². Alue on asemakaavoitettu. Uusien rakennuspaikkojen muodostuminen perustuu asemakaavoihin tai asemakaavamuutoksiin.

**Tilaa vaativat elinkeinoalueet**

Alue on teollisuuden, varastoinnin, työpaikkojen, tilaa vaativan bio- ja kiertotaloustoiminnan aluetta, jotka aiheuttavat lähialueella mahdollisia melu-, tärinä- tai muita ympäristöhäiriöitä. Alueen toiminnot edellyttävät hyviä liikenneyhteyksiä sekä paljon pinta-alaa rakentamiselle. Alueille voidaan muun työpaikkarakentamisen ohella sijoittaa tuotannolliseen pääkäyttötarkoitukseen liittyviä myymälätiloja. Myymälätoiminnan tulee olla merkitykseltään paikallista. Toiminta ei saa olla keskustahakuista kauppaa eikä synnyttää vähittäiskaupan suuryksikköön verrattavaa aluetta. Paikallisen tilaa vaativan ja keskustahakuisen vähittäiskaupan enimmäiskoko 4 000 k-m². Alue on asemakaavoitettu. Uusien rakennuspaikkojen muodostuminen perustuu asemakaavoihin tai asemakaavamuutoksiin.

Kuva 36. Ote Mäntsälän strategisesta yleiskaavaluonnoksesta 2050 (nähtävillä 18.11.2024 -17.1.2025). Pääosa pohjavesialueesta on maaseutuelinkeinojen aluetta () ja alue kytkeytyy kahteen laajaan yhtenäiseen metsäalueeseen ().



Kuva 37. Ojalan pohjavesialueen maaperä.

Pohjavesialueen poikki menee olemassa oleva seututie/pääkatu (st/pk). Sen viereen on osoitettu kävelyn ja pyöräilyn pääyhteydet (••••••). Pohjavesialueen kautta menee myös ohjeellinen ulkoilureitti (••••••) ja olemassa oleva voimajohto (110 Kv). Pääosa pohjavesialueesta on maaseutuelinkeinojen aluetta ja pohjavesialue kytkeytyy kahteen laajaan yhtenäiseen metsäalueeseen. Pohjavesialueella on Sälinkääntien tilaa vaativa elinkeinoalue, jolla on voimassa Sälinkääntien teollisuusalueen asemakaava ja muutosalueen asemakaava.

Ojalan uuden asuinalueen jatkosuunnittelussa on kiinnitettävä huomio hulevesien käsitte-
lyyn ja alueen rakennustapaan. Alueelta, jolta kertyy likaisia hulevesiä, hulevedet on johdet-
tava öljynerotuskaivojen kautta hulevesiverkkoon tai viemärissä pohjavesialueen ulkopuo-
lelle. Alueen rakentamisessa pitää käyttää sellaisia perustamis- ja pohjarakentamistekni-
koita, joilla ei vaikuteta pohjaveteen heikentävästi. Lisäksi alueen maankäytön suunnitte-
lussa tulee jättää riittävästi luonnontilaista maanpintaa ja huomioitava ilmastomuutoksen
aiheuttamat haasteet vesihuollolle.

Taulukossa 2 on esitetty vaikutusarvio pohjavesialueille.

Taulukko 2. Vaikutukset luokiteltuihin pohjavesialueisiin.

Nimi (tunnus)	Kaava	Vaikutukset
<i>Vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue, jonka pohjavedestä pintavesi- tai maaekosysteemi on suoraan riippuvainen (1E) (luokka 1)</i>		
Lukko (0150502)	Maaseutuelinkeinojen aluetta (MSE), jossa rakentaminen on hajanaista. Pääosin arvokasta harjualueutta (ge-3).	Vaikutuksia pohjavesialueen olosuhteisiin ei ole odotettavissa
<i>Vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue (luokka 1)</i>		
Ojala (0150501)	Pääosin maaseutuelinkeinojen aluetta (MSE), jossa rakentaminen on hajanaista. Osa alueesta kuuluu laajaan yhtenäiseen metsäalueeseen. Jurvalan, Anttilan ja Kaunismäen nykyiset asuinalueet (A) ulottuvat osin Ojalan pohjavesialueelle. Uusi asuinalue (Au) on osoitettu pohjavesialueen eteläosalle. Pohjavesialueella siitä on noin 57 ha (18 % osuus pohjavesialueen pinta-alasta). Sälinkääntien teollisuusalue (TP) ulottuu pohjavesialueelle.	Vaikutuksia pohjavesialueen olosuhteisiin on odotettavissa, mikäli ei huomioida pohjaveden suojelua. Rakennetun alueen osuus kasvaa varsin merkittävästi. Uusi asuinalue on suurelta osin pohjavesialueella, jolloin pohjaveden muodostumisen turvaaminen on tärkeää. Ojalan pohjaveden ottamo on uudella asuinalueella. Pohjaveden määrämuutoksen lisäksi pohjaveden laatu voi heikentyä vääränlaisten rakennusten perustamis- ja pohjarakentamistapojen ja hulevesien takia. Tarkempi vaikutusarviointi ja yksityiskohtainen hulevesisuunnitelma laaditaan asemakaavavaiheessa. Alueen maankäytön suunnittelussa tulee jättää riittävästi luonnontilaista maanpintaa ja huomioitava ilmastomuutoksen aiheuttamat haasteet. Vaikutuksia pohjavesialueen olosuhteisiin ei ole odotettavissa.
Saari (0150503)	Saaren pohjoisosassa on maaseutuelinkeinojen (MSE) aluetta ja eteläosa on vähäiseltä osin Saaren olemassa olevaa AT-kyläaluetta (n. 36 ha) ja Hunttijärven rantaa-alue virkistysaluetta (13 ha). Saaren kyläalueen osa on jo rakennettu. Pohjavesialueella on mm. Keudan ammattioppilaitos.	Vaikutuksia pohjavesialueen olosuhteisiin ei ole odotettavissa.
Levanto-Vasaraistennummi (0150551)	Maaseutuelinkeinojen aluetta (MSE), jossa rakentaminen on hajanaista.	Vaikutuksia pohjavesialueen olosuhteisiin ei ole odotettavissa.
<i>Muu vedenhankintakäyttöön soveltuva pohjavesialue (luokka 2)</i>		
Sääksjärvi (0150517)	Pääosin maaseutuelinkeinojen aluetta (MSE), jossa rakentaminen on hajanaista. Eteläosa on Sääksjärven AT-kyläaluetta (noin 14 ha), jossa on jo asutusta.	Vaikutuksia pohjavesialueen olosuhteisiin ei ole odotettavissa.
Patamäki (0150514)	Maaseutuelinkeinojen aluetta (MSE), jossa rakentaminen on hajanaista.	Vaikutuksia pohjavesialueen olosuhteisiin ei ole odotettavissa.
Riihikorvennummi (0150507)	Maaseutuelinkeinojen aluetta (MSE), jossa rakentaminen on hajanaista. Nummisen AT-kyläalue ulottuu hieman pohjavesialueen eteläosalle. Alueella on jo asutusta.	Vaikutuksia pohjavesialueen olosuhteisiin ei ole odotettavissa.
Louhela (0150552)	Maaseutuelinkeinojen aluetta (MSE), jossa rakentaminen on hajanaista.	Vaikutuksia pohjavesialueen olosuhteisiin ei ole odotettavissa.
Kukkuranmäki (0150520)	Maaseutuelinkeinojen aluetta (MSE), jossa rakentaminen on hajanaista.	Vaikutuksia pohjavesialueen olosuhteisiin ei ole odotettavissa.

Keravanjärvi (1050521)	Maaseutuelinkeinojen aluetta (MSE), jossa rakentaminen on hajanaista.	Vaikutuksia pohjavesialueen olosuhteisiin ei ole odotettavissa.
Ketunnummi (0150505)	Maaseutuelinkeinojen aluetta (MSE), jossa rakentaminen on hajanaista. Osa alueesta kuuluu laajaan yhtenäiseen metsäalueeseen.	Vaikutuksia pohjavesialueen olosuhteisiin ei ole odotettavissa.
Iilimäki (0150515)	Maaseutuelinkeinojen aluetta (MSE), jossa rakentaminen on hajanaista.	Vaikutuksia pohjavesialueen olosuhteisiin ei ole odotettavissa.
Kaipainen (0150519)	Maaseutuelinkeinojen aluetta (MSE), jossa rakentaminen on hajanaista. Osa pohjavesialueesta sijoittuu Sääksjärven AT-kyläalueelle.	Vaikutuksia pohjavesialueen olosuhteisiin ei ole odotettavissa.
Hautjärvi (0150527)	Maaseutuelinkeinojen aluetta (MSE), jossa rakentaminen on hajanaista.	Vaikutuksia pohjavesialueen olosuhteisiin ei ole odotettavissa.
Myllylänkulma (0161652)	Pohjavesialueesta vain pieni osa on Mäntsälän puolella. Maaseutuelinkeinojen aluetta (MSE), jossa rakentaminen on hajanaista.	Vaikutuksia pohjavesialueen olosuhteisiin ei ole odotettavissa.

7 Lähteet

Aller, L., Bennett, T., Lehr, J.H., Petty, R.H. & Hackett, G. 1987. DRASTIC: a standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic settings. USEPA Report 600/2-87/035. Robert S. Kerr Environmental Research Laboratory, Ada, Oklahoma.

Arola, T., Luoma, S., Korhonen, K., Jarva, J., Leppäharju, N. & Hagström, M. 2021: Energiakaivon asennus ja käyttö – Ympäristöriskitarkastelu. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimustyöraportti 17/2021.

Geologian tutkimuskeskus 2022: Pohjaveden haavoittuvuus (https://tupa.gtk.fi/paikka-tieto/meta/groundwater_vulnerability.html)

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

Koivulehto, L. 2020. POAKORI. Kemiallisesti huonossa tilassa olevien pohjavesialueiden kokonaisvaltainen riskienhallinta. Projektiraportti. Ramboll.

Luoma, S. 2023: Pohjavesivarojen hallinta ilmastonmuutoksen ”uudessa normaalissa” – haasteita ja näkökulmia. 2.5.2023, Geologian tutkimuskeskus GTK (<https://www.gtk.fi/ajankohtaista/pohjavesivarojen-hallinta-ilmastonmuutoksen-uudessa-normaalissa-haasteita-ja-nakokulmia>)

Mäntsälän yleiskaavan 2050 kaavakartta ja määräykset, 2.10.2024.

Mäntsälän yleiskaavan 2050 selostus (yk0274), yleiskaavaluonnos 23.6.2021.

Nurminen, S. 2023: Rakentamisen pohjavesivaikutukset ja pohjavesialueiden rakentamistapaohje. Hämeen ammattikorkeakoulu. Ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö.

Orvomaa, M. 2020: Ilmastonmuutoksen vaikutukset pohjaveteen. Suomen ympäristökeskus (<https://www.vesi.fi/ilmastonmuutoksen-vaikutukset-pohjaveteen>).

Pennanen, K. 2020: Mäntsälän pohjavesialueiden tarkkailuohjelmien päivitys. Nivos Vesi ja Lämpö Oy. LAB-ammattikorkeakoulu, Energia- ja ympäristötekniikka.

Ramboll Finland Oy 2013: Mäntsälän pohjavesialueiden suojelusuunnitelma.

Suomen ympäristökeskus 2024a: Pohjavesialueet (WFS, https://paikkatiedot.ymparisto.fi/geoserver/inspire_qe/wfs)

Suomen ympäristökeskus 2024b: Ympäristötiedon hallintajärjestelmä Hertta, pohjavesitietojärjestelmä. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. (wwwp2.ymparisto.fi/scripts/kirjaudu.asp)

Valjus, T., Rauhaniemi, T., Koskela, E. ja Davidila J. 2023: Geologisen rakenteen selvitys Mäntsälän Ojalan pohjavesialueella. Tutkimustyöraportti 6/2023.