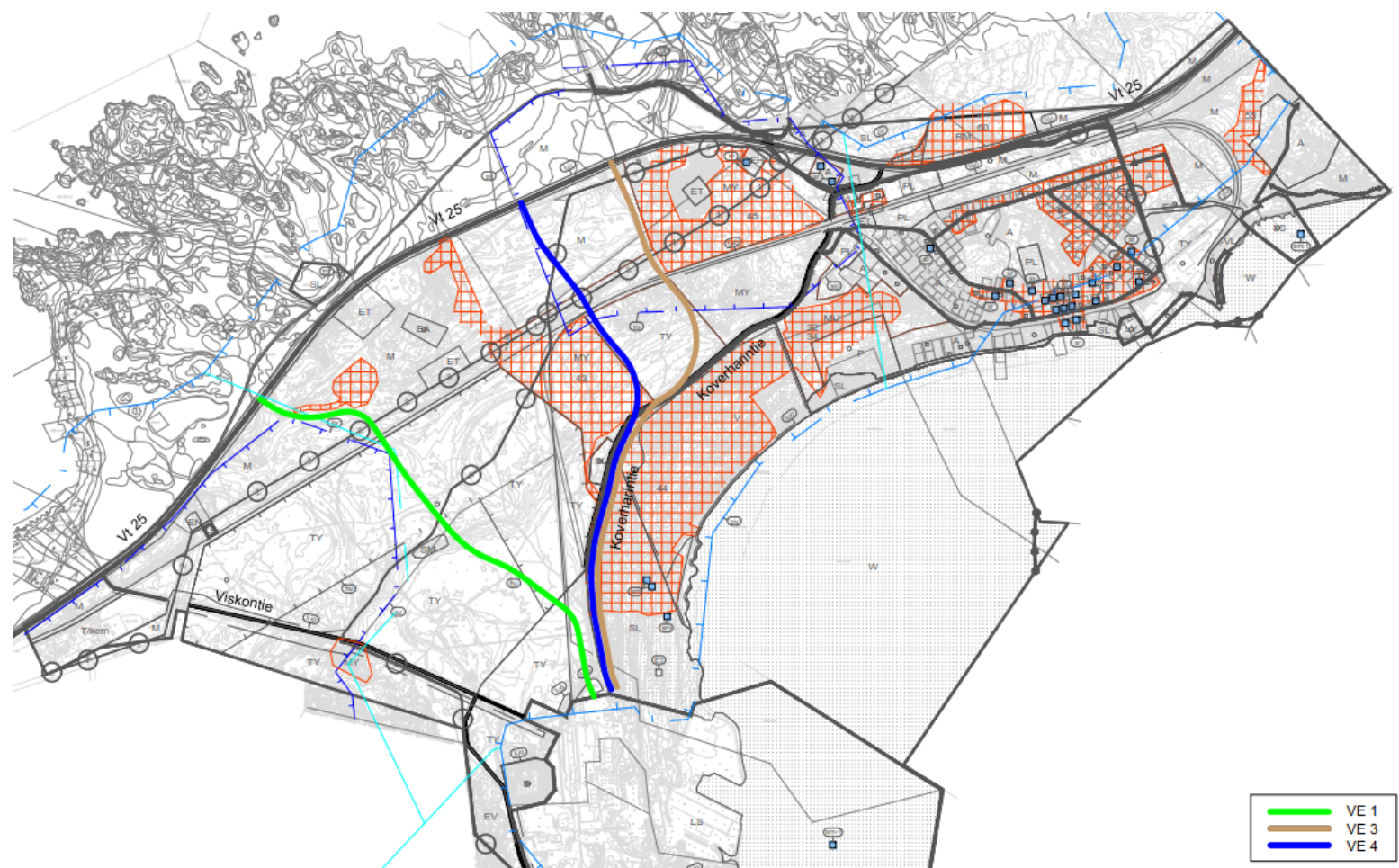


Pohjavesiolosuhteiden vaikutukset tieratkaisuvaihtoehtoihin ja yleiskaavaan, Koverhar Hanko

Hangon kaupunki



Pohjavesiolosuhteiden vaikutukset tieratkaisuvaihtoehtoihin ja yleiskaavaan, Koverhar Hanko

SISÄLLYSLUETTELO

1	Tiivistelmä	4
2	Lähtökohdat	5
2.1	Selvityksen sisältö ja tekijät.....	5
2.2	Pohjavesiin liittyvää sanastoa	5
3	Nykytilanne.....	6
4	Vaikutukset pohjavesiin eri tielinjausvaihtoehdoissa	8
5	Suositus toteutukseen valittavasta tielinjausvaihtoehdosta	15
6	Lähdeaineistot	17
7	Liitteet	18

1 Tiivistelmä

Pohjavesiselvitys toteutettiin Koverharin ja Lappohjan alueen yleiskaavaprosessia varten ja siinä tarkasteltiin Koverharin tieyhteyden toimenpideselvityksessä laadittuja tielinjausvaihtoehtoja uudeksi raskaan liikenteen yhteydeksi Hankoniementien ja Koverharin sataman välille. Tarkasteltavia uusia tielinjausvaihtoehtoja oli kolme sekä nykyisen Koverharintien ja Viskontien merkittävä parantaminen ja pohjavesisuojaaminen. Selvityksessä tarkasteltiin näiden neljän vaihtoehdon määrällisiä ja laadullisia vaikutuksia pohjavesiin. Tarkasteluperusteita oli viisi:

- Arvioitu pohjavesisuojauksen tarve
- Pohjaveden virtaussuunta tielinjan alueella
- Tielinjan etäisyys pohjavedenottamoihin
- Pohjaveden haavoittuvuus tielinjan alueella
- Pohjaveden muodostuminen tielinjan alueella

Tielinjausvaihtoehdot pisteytettiin jokaisen tarkasteluperusteen mukaan asteikolla 1-4 (1 paras, 4 huonoin) ja lopputulos oli seuraava:

- VE 4 10 pistettä
- VE 1 11 pistettä
- VE 3 11 pistettä
- VE 0++ 18 pistettä

Edellä mainittujen tarkasteluperusteiden lisäksi vaihtoehdoista arvioitiin väylien teknisiä ratkaisuja, kuivatusta sekä vaikutuksia pintavaluntaan, mutta näissä ei havaittu mainittavia eroja vaihtoehtojen 1, 3 ja 4 välillä. Vaihtoehto 0++ oli tässä vaiheessa todettu viiden tarkasteluperusteen kautta selkeästi muita vaihtoehtoja huonommaksi pohjavesien näkökulmasta. Vaihtoehdot 1, 3 ja 4 olivat kaikki poikkileikkaukseltaan pääosin pengerrakenteisia, joten vaihtoehtojen kuivatusratkaisut ja väylien tekniset ratkaisut olivat samankaltaisia. Pohjavesisuojaus toteutettaisiin vaihtoehdoissa sivuojiin ulottuvina pohjavesisuojuuksina tai osittain betonikaiteellisena pohjavesisuojuuksena. Pintavalunnan suuntiin vaihtoehdoilla oli kohtaisia vaikutuksia, mutta luonnontilaisesta maastosta tielinjojen sivuojiin purkautuva pintavalunta todettiin vähäiseksi, sillä luonnontilainen maasto on melko tasaista ja vettä hyvin läpäisevää metsämaata. Lisäksi rakennettavien T/TY-alueiden vaikutus pohjavesiin todettiin samaksi tielinjausvaihtoehdoista riippumatta. T/TY-alueiden todellista vaikutusta pohjavesiin ei pystytty arvioimaan, sillä T/TY-alueen rakentamistapa ja pintatyyppien osuudet tulevat vaikuttamaan pohjavesien muodostumiseen. Sama todettiin pintavalunnan osalta Koverharin yleiskaavan hulevesiselvityksen raportissa.

Tässä pohjavesiselvityksessä todettiin, että pohjavesien näkökulmasta paras Koverharin tieyhteyden toimenpideselvityksessä esitetyistä tielinjausvaihtoehdoista oli VE 4, mutta vaihtoehdot 1 ja 3 eivät olleet merkittävästi huonompia. Lisäksi vaihtoehdon 4 tielinjauksesta luonnosteltiin pohjavesien kannalta optimoitu tielinjaus, mutta sillä todettiin olevan sellaisia ympäristöllisiä ja liikenteellisiä haittoja, joita saavutettavat pohjavesihyödyt olisivat tuskin kompensoineet. Tässä selvityksessä suositeltiin myös Isolähteen tekopohjavesihankkeen laajentamisen edistämistä, sillä uuden tieyhteyden ja T/TY-alueen toteuttamisella on pohjaveden luonnollista muodostumista vähentävä vaikutus.

2 Lähtökohdat

2.1 Selvityksen sisältö ja tekijät

Tämä selvitys tehtiin Koverharin ja Lappohjan alueen osayleiskaavaprosessia sekä viiden käynnissä olevaa tai lähivuosina käynnistyvää asemakaavaa varten. Tarkoituksena oli selvittää Koverharin tieyhteyden toimenpideselvityksessä esitettyjen tielinjausvaihtoehtojen vaikutuksia alueen pohjaveteen. Selvityksessä tarkasteltiin myös mahdollisuutta toimenpideselvityksestä poikkeavaan tielinjausvaihtoehtoon, joka olisi minimoinut pohjavesiin kohdistuvat vaikutukset.

Selvityksessä saatujen tulosten perusteella annettiin suositus pohjavesien kannalta parhaasta tielinjausvaihtoehdosta ja pohjaveden suojauksen toimenpiteistä.

Selvityksessä käytettiin lähtökohtana tammikuussa 2020 valmistuneen Koverharin ja Lappohjan alueen yleiskaavan hulevesiselvityksen tuloksia sekä kesäkuussa 2020 valmistuneen Koverharin tieyhteyden toimenpideselvityksen tuloksia.

Selvitys tehtiin A-Insinöörit Civil Oy:ssä, jossa tekijöinä olivat projektipäällikkönä geologi, RI Teuvo Kasari ja hulevesisuunnittelijana DI Henri Hunnako. Selvityksen laadunvarmistajana toimi suunnittelujohtaja, ins. Jouni Turunen.

2.2 Pohjavesiin liittyvää sanastoa

Hulevesi	Rakennetuilla tai rakentamattomilla alueilla sade- ja sulamisvesien muodostama pintavalunta, joka pidätetään, viivytetään tai johdetaan.[1]
k-arvo	Maalajin vedenjohtavuutta kuvaava luku, yksikkönä m/s tai m/vrk
Keskisadanta	Keskimääräinen sadanta mm/vuodessa
m mpy	Metriä merenpinnan yläpuolella [2]
Pintavalunta	Se osuus sade- ja sulamisvesistä, joka ei imeydy maaperään tai haihdu ilmaan vaan pyrkii virtaamaan maan pintaa pitkin vesistöä kohden. Määrään vaikuttaa mm. pinnan laatu, vuodenaika, lämpötila ja aiemmat sateet.
Pohjavesi	Vesi, joka kyllästää maa- tai kalliopinnan alaisen maakerroksen tai rakoilleen kallion.

3 Nykytilanne

Pohjavesien ja hulevesien nykytilaa on kuvattu Koverharin ja Lappohjan alueen yleiskaavan hulevesiselvityksessä. Siinä esitettyyn aineistoon viitattiin ja sitä täydennettiin tässä selvityksessä tarpeen mukaan.

Koko suunnittelualaue on 1E-luokan pohjavesialuetta. Alueella sijaitsee kolme pohjavesialuetta: Sandö-Grönvik (ViskoTeepak Oy teollisuusalue), Isolähde ja Lappohja. Isolähteen pohjavesialue on muodostumisalaltaan 6,9 km². Yhteensä pohjavesialueilta muodostuu pohjavettä 11500 m³/vrk ja Isolähteellä muodostuvan pohjaveden määrä on 4000 m³/vrk, joka on osittain tekopohjavettä. Vuonna 2019 vedenottomäärä oli noin 1351 m³/vrk ja tekopohjaveden imeytymäärä 2000 m³/vrk [4]. Tekopohjaveden laatu ja riittävyys ovat olleet hyviä. Lisäksi tekopohjaveden lisääminen olisi mahdollista. ViskoTeepak Oy:n vedenottomäärän kuukausikeskiarvo on 738 m³/vrk [5].

Suunnittelualaue sijoittuu geologiselta tyypiltään reunamuodostumaan ja on osa 1. Salpausselkää. Salpausselän muodostuminen alkoi noin 12500 vuotta sitten. Ilmaston kylmetessä jäätikön reuna pysähtyi sadoiksi vuosiksi. Jäätikön reuna-alueilla sulamisvedet kerrostivat hiekkaa, soraa ja kauempina hienorakeisempia sedimenttejä. Talven aikana jäätikkö eteni kerrostaen moreenia jäätikön reuna-alueella. Jäätikkö päättyi noin 100 m syvyiseen veteen, jonka reunalle muodostui reunan suuntaisia vallimaisia maaperämuodostumia, joita jäätikkö talvisin edetessään ja sulamisvedet jäätikön peräytyessä kesäisin muokkasivat. Jäätikön reunalle kerrostui yleensä soravaltainen kiviaines ja kauemmaksi lievealueelle hiekkaisempi kiviaines.

Ilmaston lämmetessä jäätikkö suli alueelta ja hienorakeista savea ja hiekkaa kerrostui reunamuodostuman päälle. Alueen maanpinta nousi noin 4000 vuotta sitten merenpinnan yläpuolelle ja aaltoeroosio alkoi kuluttaa, kuljettaa ja uudelleen kerrosta hiekkokja vanhojen sedimenttien päälle. Maanpinnalla alkoi vaikuttaa myös tuuli, joka kerrosti rannalle dyynejä. Nykyisin alue on melko tasainen ja hiekka peittää ja tasoittaa maaston muotoja. Lisäksi kalliion muotoja on vaikea erottaa.

Pohjaveden kannalta reunamuodostuma on monimutkainen, koska sekä maalaji että kalliopinnan syvyys vaihtelevat. Kalliokohoumat, jotka nousevat pohjavesipinnan yläpuolelle, ohjaavat pohjavesivirtauksia. Hiekkakerroksissa esiintyy hienorakeisempia välikerroksia ja kerrostumien vedenläpäisevyys ja virtaussuunnat ovat vaihtelevia. Hienorakeiset välikerrokset hidastavat veden imeytymistä pohjavedeksi. Vedenjohtavuus riippuu maan rakeisuudesta, lajittuneisuudesta ja tiivyydestä (huokoisuus). Taulukossa 1 on esitetty vedenjohtavuudet eri maalajeille.

Taulukko 1: Maalajien vedenjohtavuus

Maalaji	k-arvo (m/s)	k-arvo (m/vrk)
sora	10 ⁻² – 10 ⁻⁴	900 – 9
hiekk, tasarae	10 ⁻³ – 10 ⁻⁵	90 – 0,9
hiekk, hienorae	10 ⁻⁵ – 10 ⁻⁷	0,9 – 0,009
siltti	10 ⁻⁶ – 10 ⁻⁸	0,09 – 0,0

Pohjavedenjakaja sijoittuu reunamuodostuman suuntaisesti Hankoon johtavan rautatien eteläpuolelle, joissa maakerros on paksuimmillaan. Pohjaveden jakajan paikka ei muutu herkästi, mutta sen harjankorkeus vaihtelee jonkin verran. Muodostumaan varastoituu runsaasti pohjavettä, eivätkä lyhyet kuivat ajat vaikuta pinnan korkeuteen paljoakaan. Muutokset pohjaveden pumppauksessa ja vedenimeytyksessä voivat vaikuttaa vedenjakajan sijaintiin. Toisaalta maaperän vedenläpäisevyys määrittää pumppauksen vaikutusetäisyyttä. Tekopohjavesi on Isolähteen alueella saattanut vaikuttaa pohjavedenjakajaan siirtäen sitä kaakkoon, koska vettä imeytetään enemmän kuin sitä otetaan. Koverharintie sijoittuu alueelle, jossa pohjavesi virtaa todennäköisesti kaakkoon, pois päin vedenottamoista. Pohjaveden syvyys merenpinnasta on alueella +7 – +15 m, mutta siirryttäessä kohti merta syvyys pienenee nopeasti.

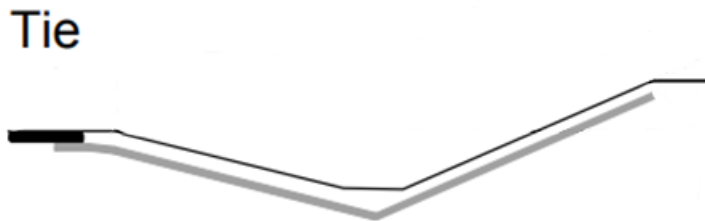
4 Vaikutukset pohjavesiin eri tielinjausvaihtoehdoissa

Koverharin tieyhteyden toimenpideselvityksessä esitettyjen tielinjausvaihtojen VE 1, VE 3 ja VE 4 tasaukset ovat pääosin korkealla penkereellä erityisesti rautatieristeyksen kohdalla. Näin ollen pohjavesisuojaus laajuus noudattaa pääosin kuvan 1 tyyppi-poikkileikkausta.



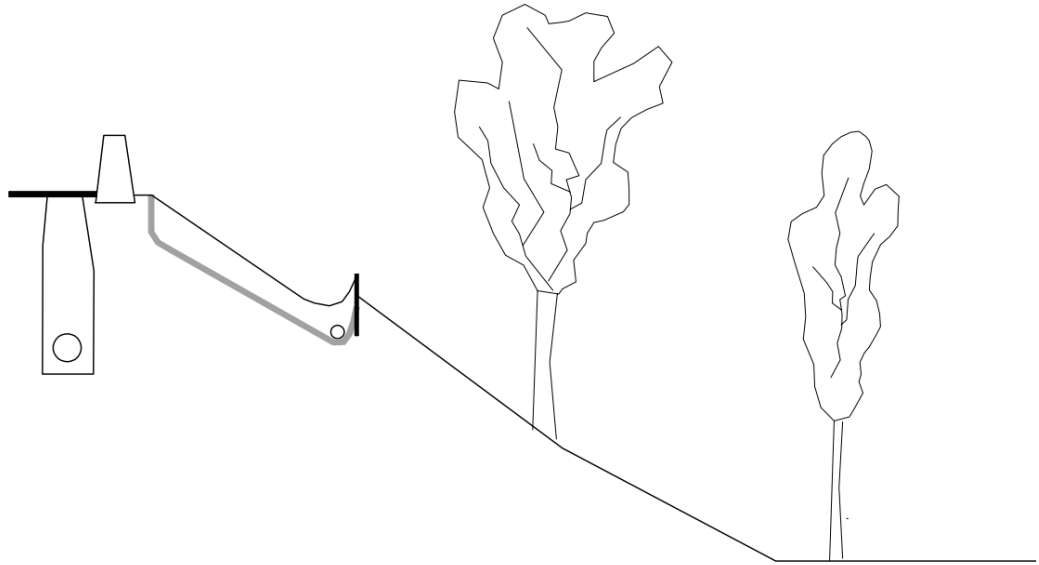
Kuva 1: Korkean penkereen pohjavesisuojaus. [3]

Tielinjausvaihtoehdossa VE 0++ pohjavesisuojaus ja rakenteen parannustoimenpiteet toteutetaan nykyisille Viskontielle ja Koverharintielle, joten poikkileikkauksen ja pohjavesisuojaus pääasiallinen tyyppi on kuvan 2 mukainen leikkaus.



Kuva 2::Pohjavesisuojaus leikkauksessa. [3]

Sekä kuvan 1 että kuvan 2 tapauksessa pohjavesisuojaus ulotetaan ulkoluiskan yläreunaan asti. Vaihtoehtoisesti pohjavesisuojaus voitaisiin toteuttaa korkeilla pengerosuuksilla betonikaiteiden ja viemäreiden avulla. Tällöin sisä- tai ulkoluiskiin ei tulisi pohjavedensuojausta ja luiskakaltevuuksia voitaisiin jyrkentää korkeilla pengerosuuksilla., mikä vähentäisi pengermassojen määrää. Kuvassa 3 on esitetty betonikaiteella toteutetun pohjavesisuojausperiaate. Vaikka pohjavesisuojaus toteutettaisiin betonikaiteiden avulla, sen ei arvioitu muuttavan vaihtoehtojen paremmuusjärjestystä suojusmäärien osalta, sillä suojusmäärä on voimakkaasti riippuvainen tielinjan pituudesta. Vaihtoehtotarkastelussa oletettiin, että pohjavesisuojaus tehdään kuvien 1 tai 2 mukaisesti.



Kuva 3: Jyrkkäluisikaisen penkereen pohjavesisuojaus.[3]

Käytävissä olevan lähtötiedon perusteella pohjavedenjakajan sijaintia ei pystytty määrittämään sellaisella tarkkuudella, että pohjaveden virtaussuunta suhteessa tielinjausvaihtoehtoihin olisi yksiselitteisesti todettavissa. Näin ollen pohjavesisuojausten tarvetta ei voitu karsia eri tielinjausvaihtoehdoissa ja tarkasteluissa oletettiin, että pohjavesisuojaus toteutetaan jokaisessa tielinjausvaihtoehdossa koko linjauksen matkalta. Tällä oletuksella pienennettiin pohjaveden pilaantumisen riskiä ja pohjavedensuojaukseen liittyvää kustannusriskiä. Myöhemmissä suunnitteluvaiheissa pohjavesisuojausta saattaa olla mahdollista karsia uusien pohjatutkimusten perusteella, jos pohjavedenjakajasta saadaan tarkempaa tietoa. Pohjavedenjakaja on lähtötietojen perusteella lounas – koillisuuntainen.

Eri tielinjausvaihtoehtojen vaikutuksia pohjaveteen tarkasteltiin alustavien tielinjaustasaus-ten, liitteiden 1-12 karttojen ja liitteen 13 tyyppipoikkileikkauksen avulla. Vertailussa käytetyt arviointikriteerit on esitetty **korostettuna**. Sivuojien viettosuuntien oletettiin tässä tarkastelussa noudattavan tielinjan tasausta, sillä tielinjausvaihtoehtojen VE1, VE3 ja VE4 tasauksissa on pitkiä korkean penkereen osuuksia ja pohjavesialueiden vuoksi syviä ojaleikkauksia halutaan välttää. VE 0++ keskittyy sen sijaan nykyisen Koverharintien parantamiseen, joten tasaus noudattaa nykyistä maanpintaa. Tyyppipoikkileikkauksen avulla arvioitiin pohjavesisuojausten määriä ja **tielinjausvaihtoehdoista huonoimmiksi todettiin ne tielinjat, joissa pohjavesisuojausten määrät arvioitiin suurimmiksi.**

Tielinjausvaihtoehtojen vaikutuksia pohjaveden pilaumisriskiin arvioitiin pohjaveden syvyyskartan avulla [2], jonka avulla tehtiin karkea arvio pohjaveden virtaussuunnista. **Tielinjausvaihtoehdoista huonoimmiksi todettiin tielinjat, joiden alueelta pohjaveden arvioitiin virtaavan pohjavedenottamolle, ja jotka sijaitsevat lähimpänä Isolähteen ja Lap-pohjan pohjavedenottamoja. Etäisyydet pohjavedenottamoihin vertailtiin selvittämällä tielinjalta lyhin mahdollinen etäisyys pohjavedenottamon sijaintiin.** Visko Tee-pakin ja Koverharin vedenottamoja ei huomioitu, koska eri linjausvaihtoehdoilla vaihtoehtoa VE 0++ lukuun ottamatta ei juurikaan ollut vaikutusta niihin.

Pohjavesialueiden haavoittuvuutta eri tielinjausvaihtoehdoissa tutkittiin Geologian tutkimuskeskuksen alueelta laatiman pohjavesialueen haavoittuvuuskartan avulla, joka perustuu DRASTIC-menetelmään ja jossa pohjaveden haavoittuvuutta arvioidaan seitsemän arviointikriteerin perusteella [2]. Haavoittuvuuskartta on tehty ennen nykyisen yleiskaavaprosessin alkua, joten T/TY -alueiden vaikutusta ei ole huomioitu siinä. Kuitenkin T/TY-alueiden vaikutus haavoittuvuuteen on kaikissa vaihtoehdoissa sama, joten ne eivät vaikuttaneet vertailuun. Haavoittuvuuskartassa haavoittuvuus on esitetty jatkuvana, mutta vertailun helpottamiseksi tässä selvityksessä haavoittuvuus jaettiin neljään luokkaan karttavärien perusteella:

- Tumma violetti = erittäin korkea
- Vaalea violetti = korkea
- Keltainen = keskitaso
- Vihreä = matala

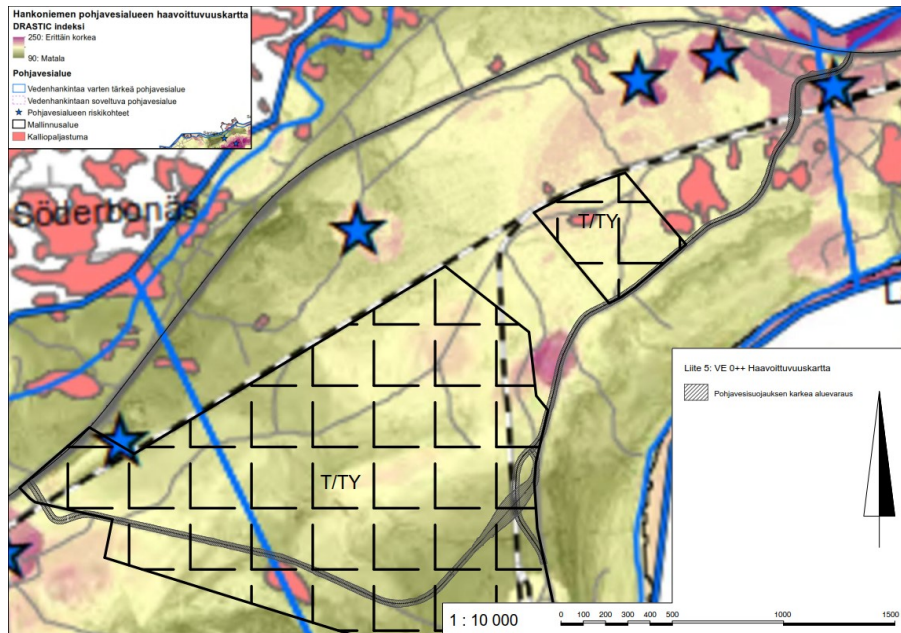
Tielinjausvaihtoehdoista huonoimmiksi todettiin ne tielinjat, joiden alueella pohjaveden haavoittuvuus on korkeimmillaan.

Tielinjausvaihtoehtojen vaikutusta pohjaveden muodostumiseen arvioitiin pohjaveden muodostumiskartan avulla [2]. Siinä suunnittelualue on jaettu vyöhykkeisiin pohjaveden muodostumisnopeuden perusteella. **Pohjavesisuojuuksen toteuttaminen katkaisee pohjaveden muodostumisen tielinjan alueella, joten tielinjausvaihtoehdoista huonoimmiksi arvioitiin ne tielinjat, joiden alueella pohjaveden muodostuminen on tehokkainta.**

VE 0++

Vaihtoehdossa toteutetaan pohjavesisuojuus nykyiselle Koverharantielle ja Viskontielle ja Viskontien rautatietasoliittymä muutetaan kohtisuoraksi. Pohjavesisuojuuttavien tielinjojen yhteispituus on noin 5700 m, jolloin pohjavesisuojuuksen määrä on tarkastelluista vaihtoehdoista suurin, arviolta noin 145 000 m².

Pohjaveden syvyyskartan (liite 1) mukaisesti nykyinen Koverharintie sijaitsee alueella, jossa pohjavedenpinnan taso vaihtelee noin +6 – +12 m merenpinnan yläpuolella (m mpy). Myös Viskontien alueella pohjavedenpinnan tason vaihteluväli on likimäärin sama, mutta keskimäärin pohjavedenpinta on korkeammalla kuin Koverharintiellä, noin +9 – +12 m mpy. Viskontien nykyinen linjaus on osittain viisto lounas – koillisuuntaiseen pohjavedenjakajaan nähden. Sen sijaan Koverharintie on samansuuntainen pohjavedenjakajan kanssa. Pohjavesialueen haavoittuvuuskartan (kuva 4 ja liite 5) mukaisesti nykyinen Koverharintie sijaitsee pääosin alueella, jossa pohjavesialueen haavoittuvuus on keskitasoa. Sen sijaan lähellä satamaa haavoittuvuus on matala ja Lappohjan taajaman läheisyydessä korkea. Lisäksi tielinjan keskivaiheilla on kohta, jossa haavoittuvuus on erittäin korkea. Lappohjan taajaman läheisyydessä on pohjavesialueen riskikohde, Teboilin huoltoasema, joka sivuaa Koverharintietä. Viskontien alueella pohjaveden haavoittuvuus vaihtelee tasapuolisesti matalan ja keskitason välillä, mutta matalan riskitason aluetta on pääosin sataman läheisyydessä. Kokonaisuutena vaihtoehto on huonoin pohjavesialueiden haavoittuvuuden näkökulmasta.



Kuva 4: Vaihtoehdon 0++ pohjavesisuojaus pohjaveden haavoittuvuuskartalla.

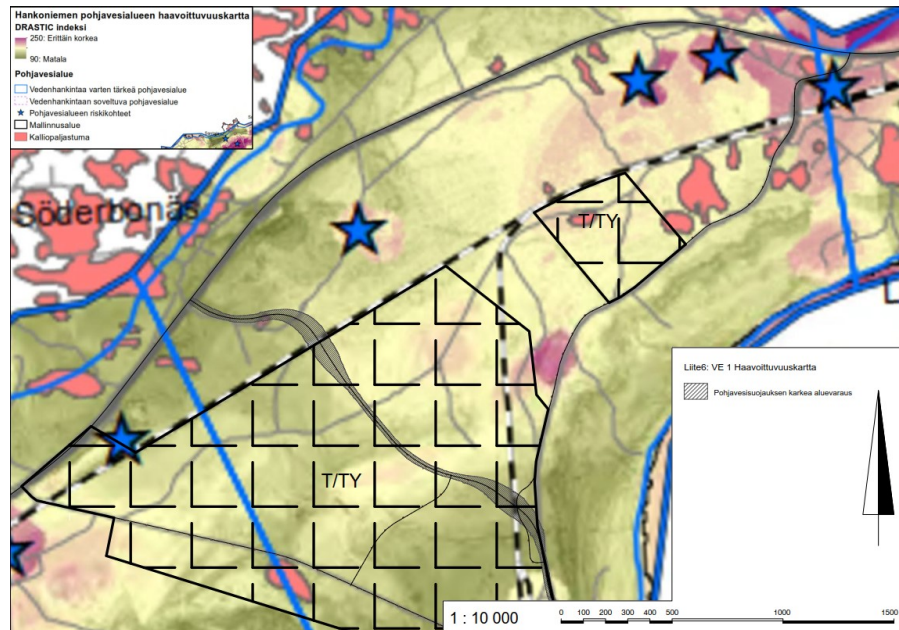
Pohjaveden muodostumiskartan (liite 9) perusteella Koverharintien alueella pohjaveden muodostumismäärä on yli 3/4 tielinjan pituudesta noin 240 – 300 mm/vuosi ja loppuosalla noin 150 – 240 mm/vuosi. Vastaavasti Viskontiellä pohjaveden muodostumismäärä on noin 150 – 180 mm vuodessa 2/3 tielinjan pituudesta sataman päässä ja alussa se vaihtelee välillä 210 – 300 mm/vuosi. Koska pohjavesisuojaus toteutetaan tässä vaihtoehdossa molemmille teille ja erityisesti Koverharintien alkuosa on tehokkaan pohjaveden muodostumisen alueella, on VE 0 ++ pohjaveden muodostumisen näkökulmasta huonoin tarkastelluista vaihtoehdoista.

VE 1

Vaihtoehdossa pohjavesisuojaus toteutetaan uudelle tielinjalle, joka halkaisee suunnittelualueelle kaavoitetun suuremman T/TY -alueen. Pohjavesisuojauksen yhteispituus on noin 2360 m, jolloin pohjavesisuojauksen määrä on arviolta noin 95 000 m². Merkittävimmät pohjavesisuojauksen kohdat ovat merkittäväillä pengerosuuksilla, eli radanylityspaikoilla.

Pohjaveden syvyyskartan (liite 2) mukaisesti tielinjauvaihtoehto lävistää kohtisuorasti pohjavedenjakajan ja pohjavedenpinnan korkeus on tielinjan keskiosassa noin +12 – +13 m mpy, noin kolmannes koko tielinjan pituudesta. Tielinjan alussa ja lopussa pohjavedenpinnan vaihteluväli on noin +6 – +12 m mpy. Pohjaveden syvyyskartan perusteella on todennäköistä, että pohjavesi virtaa VE 1 alueelta Isolähteen vedenottamolle ja etäisyys vedenottamoon on melko lyhyt, noin 470 m. Vastaavasti tielinjan etäisyys Lappohjan vedenottamoon noin 570 m, jolloin etäisyydet vedenottamoihin ovat yhteensä 1040 m. Näin ollen pohjaveden virtaussuuntien ja vedenottamoiden näkökulmasta VE 1 on vaihtoehdoista huonoin.

Pohjavesialueen haavoittuvuuskartan (kuva 5 ja liite 6) mukaisesti VE 1 tielinjaus sijaitsee pääosin alueella, jossa pohjavesialueen haavoittuvuus vaihtelee keskitason ja matalan välillä. Tielinjausvaihtoehdossa ei ole yhtään korkean tai erittäin korkean haavoittuvuuden aluetta, ja tielinjaus on haavoittuvuuden minimoimisen kannalta paras vaihtoehto. Vaihtoehdon tielinjaus on myös melko kaukana kahdesta lähimmästä pohjavesialueen riskikohteesta, ViskoTeepakin tehtaasta ja ampumaradasta, noin 710 m ja 480 m etäisyydellä.



Kuva 5: Vaihtoehdon 1 pohjavesisuojaus pohjaveden haavoittuvuuskartalla.

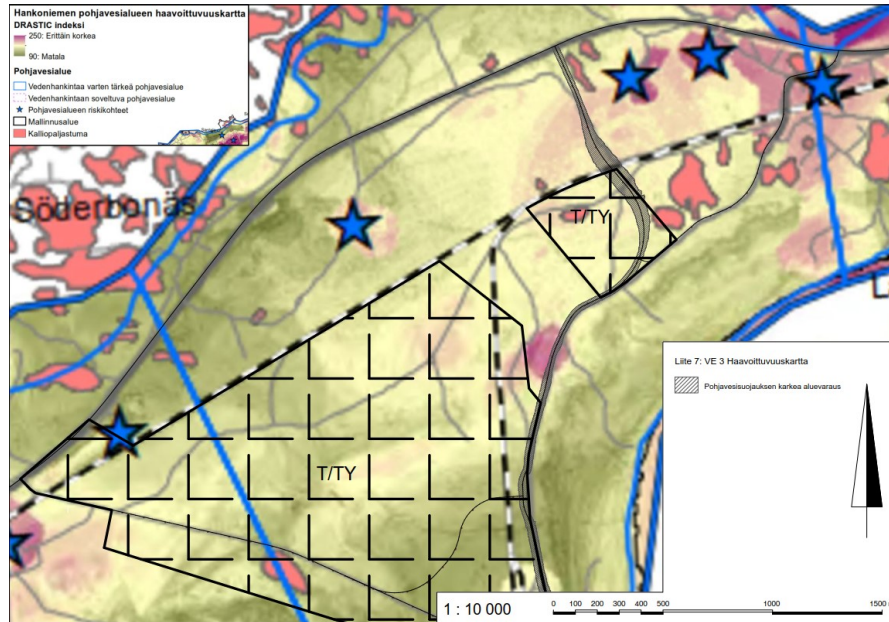
Pohjaveden muodostumiskartan (liite 10) perusteella VE 1 tielinjaus sijaitsee alueella, jossa pohjaveden muodostumismäärä on 2/3 tielinjan pituudesta noin 210 – 300 mm/vuosi ja loppuosalla noin 150 – 180 mm vuodessa. Pohjaveden muodostumismäärät ovat tässä vaihtoehdossa melko vähäisiä muihin vaihtoehtoihin verrattuna, joten pohjaveden muodostumisen näkökulmasta VE 1 on paras vaihtoehto.

VE 3

Vaihtoehdossa pohjavesisuojaus toteutetaan osittain uudelle tielinjalle, joka viistää suunnitelualueelle kaavoitetun pienemmän T/TY -alueen sen itäpuolelta. Pohjavesisuojauksen yhteispituus on noin 2850 m, jolloin pohjavesisuojauksen määrä on arviolta noin 98 000 m². Tielinjausvaihtoehdosta VE 1 poiketen VE 3 sisältää vain yhden radanylityksen, joten merkittäviä pengerosuuksia on vain yksi. Toisaalta VE 3 hyödyntää myös nykyistä Koverharintietä, jolle toteutetaan pohjavedensuojaus ja merkittävä rakenteen parantaminen.

Pohjaveden syvyyskartan (liite 3) mukaisesti tielinjausvaihtoehto lävistää pohjoisessa pohjavedenjakajan likimain kohtisuorasti ja pohjavedenpinnan korkeus on tielinjan alkuosassa noin +12 – +13 m mpy, noin 1/4 koko tielinjan pituudesta. Tielinjan loppuosan 3/4 pohjavedenpinnan vaihteluväli on noin +6 – +10 m mpy. Pohjaveden syvyyskartan perusteella VE 3 olisi vaihtoehdoista paras, koska pohjaveden virtausuunta ohittaa Isolähteen vedenottamon ja on kaukana siitä, noin 1460 m etäisyydellä. Toisaalta tielinjan etäisyys Lappohjan vedenottamoon on vaihtoehdoista lyhyin, noin 370 m. Kokonaisuudessaan etäisyys vedenottamoihin on yhteensä 1830 m.

Pohjavesialueen haavoittuvuuskartan (kuva 6 ja liite 7) mukaisesti VE 3 tielinjaus sijaitsee pääosin alueella, jossa pohjavesialueen haavoittuvuus vaihtelee korkean ja keskitason välillä. Koska tielinjausvaihtoehto hyödyntää osittain nykyistä Koverharintietä, tielinjaus lävistää saman korkean haavoittuvuuden alueen kuin VE 0++ ja on haavoittuvuuden minimoimisen kannalta toiseksi huonoin vaihtoehto.



Kuva 6: Vaihtoehdon 3 pohjavesisuojausalueet pohjaveden haavoittuvuuskartalla.

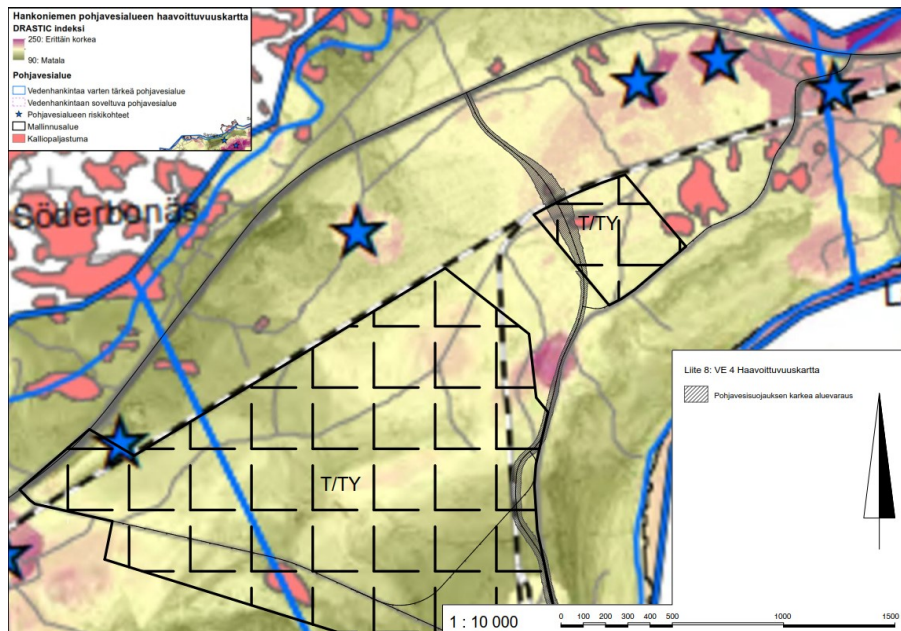
Pohjaveden muodostumiskartan (liite 11) perusteella VE 3 tielinjaus sijaitsee alueella, jossa pohjaveden muodostumismäärä on 1/4 tielinjan pituudesta yli 300 mm vuodessa, 1/4 tielinjan pituudesta noin 270 – 300 mm vuodessa ja loppuosalla noin 150 – 210 mm vuodessa. Vaihtoehdossa suuri osuus tielinjasta on tehokkaalla pohjaveden muodostumisalueella ja näin ollen VE 3 on tarkastelluista vaihtoehdoista toiseksi huonoin pohjaveden muodostumisen näkökulmasta. Mikäli vaihtoehdossa 0++ pohjavesisuojausta ei toteutettaisi myös Vis-kontille, olisi VE 3 pohjaveden muodostumisen näkökulmasta huonoin vaihtoehto.

VE 4

Vaihtoehdossa pohjavesisuojaus toteutetaan, samankaltaisesti VE 3 vaihtoehtoon verrattuna, osittain uudelle tielinjalle, joka viistää suunnittelualueelle kaavoitetun pienemmän T/TY -alueen sen länsipuolelta. Pohjavesisuojausalueen yhteispituus on noin 2630 m, jolloin pohjavesisuojausalueen määrä on arviolta noin 96 000 m². Kuten tielinjausvaihtoehdossa VE 3, myös VE 4 sisältää vain yhden radanylityksen, joten merkittäviä pengerosuuksia on vain yksi. Lisäksi VE 4 hyödyntää myös nykyistä Koverharintietä, jolle toteutetaan pohjavedensuojaus ja merkittävä rakenteen parantaminen.

Pohjaveden syvyyskartan (liite 4) mukaisesti tielinjausvaihtoehto lävistää pohjoisessa pohjavedenjakajan kohtisuorasti ja pohjavedenpinnan korkeus on tielinjan alkuosassa noin +12 – +13 m mpy, noin 1/3 koko tielinjan pituudesta. Tielinjan loppuosan 2/3 pohjavedenpinnan vaihteluväli on noin +6 – +10 m mpy. Vaihtoehdon 3 tapaan pohjavesi virtaa todennäköisesti VE 4 tielinjalla ohi Isolähteen vedenottamon, vaikka tielinja on lähempänä vedenottamoa eli noin 990 m etäisyydellä. Vastaavasti tielinjan etäisyys Lappohjan vedenottamoon on noin 710 m, jolloin etäisyydet vedenottamoihin ovat yhteensä noin 1700 m. Pohjaveden virtausuuntien ja vedenottamoiden näkökulmasta VE 4 on vaihtoehdoista toiseksi paras.

Pohjavesialueen haavoittuvuuskartan (kuva 7 ja liite 8) mukaisesti VE 4 tielinjaus sijaitsee pääosin alueella, jossa pohjavesialueen haavoittuvuus vaihtelee korkean ja keskitason välillä, mutta korkean haavoittuvuuden aluetta on vähemmän kuin vaihtoehdossa 3. Koska tielinjausvaihtoehto hyödyntää vaihtoehdon 3 tapaan osittain nykyistä Koverharintietä, tielinjaus lävistää saman korkean haavoittuvuuden alueen kuin VE 0++. Kuitenkin vaihtoehto 4 on haavoittuvuuden minimoimisen kannalta toiseksi paras vaihtoehto.



Kuva 7: Vaihtoehdon 4 pohjavesisuojausalueet pohjaveden haavoittuvuuskartalla.

Pohjaveden muodostumiskartan (liite 12) perusteella VE 4 tielinjaus sijaitsee alueella, jossa pohjaveden muodostumismäärä on lyhyellä tielinjan osuudella yli 300 mm vuodessa. Noin puolet tielinjan pituudesta pohjaveden muodostuminen on 270 – 300 mm vuodessa ja loppuosalla noin 150 – 210 mm vuodessa. Pohjaveden muodostumisen näkökulmasta vaihtoehto on hieman edullisempi kuin VE 3, joten VE 4 on vaihtoehdoista toiseksi paras.

5 Suositus toteutukseen valittavasta tielinjausvaihtoehdosta

Eri tielinjausvaihtoehtojen vaikutuksia pohjavesiin tarkasteltiin viiden eri perusteen avulla:

- Arvioitu pohjavesisuojauksen tarve
- Pohjaveden virtaussuunta tielinjalla
- Tielinjan etäisyys pohjavedenottamoihin
- Pohjaveden haavoittuvuus tielinjan alueella
- Pohjaveden muodostuminen tielinjalla

Vaihtoehtovertailun ulkopuolelle jätettiin väylien tekniset ratkaisut, väylien kuivatus ja pinta-valunta, sillä niissä ei havaittu merkittäviä eroja vaihtoehtojen 1, 3 ja 4 välillä. Vaihtoehtoista kaikki ovat pääasiassa pengerrakenteisia ja todennäköisesti tielinjojen kuivatus täytyy järjestää osittaisen viemäröinnin ja sivuojen avulla. Lisäksi kuivatusjärjestelmien kustannusosuus hankkeen kokonaiskustannuksista on vähäinen kaikissa vaihtoehtoissa. Pintavalunnan lisääntyminen on kaikissa tielinjausvaihtoehtoissa vähäistä ja T/TY -alueiden toteutuksella on merkittävämpi vaikutus pintavaluntaan. Tielinjauksella tulee olemaan hieman vaikutusta pintavalunnan reitteihin, mutta luonnontilaisesta maastosta tielinjan sivuoihin päätyvät vesimäärät ovat vähäisiä, sillä alue on pääosin hyvin vettä läpäisevää ja tasaista metsämaastoa. Myös T/TY-alueet jätettiin vertailun ulkopuolelle, sillä niiden vaikutukset pohjavesiin ovat todennäköisesti samat kaikissa vaihtoehtoissa ja T/TY-alueiden vaikutuksia pintavaluntaan on tarkasteltu yleiskaavan hulevesiselvityksessä.

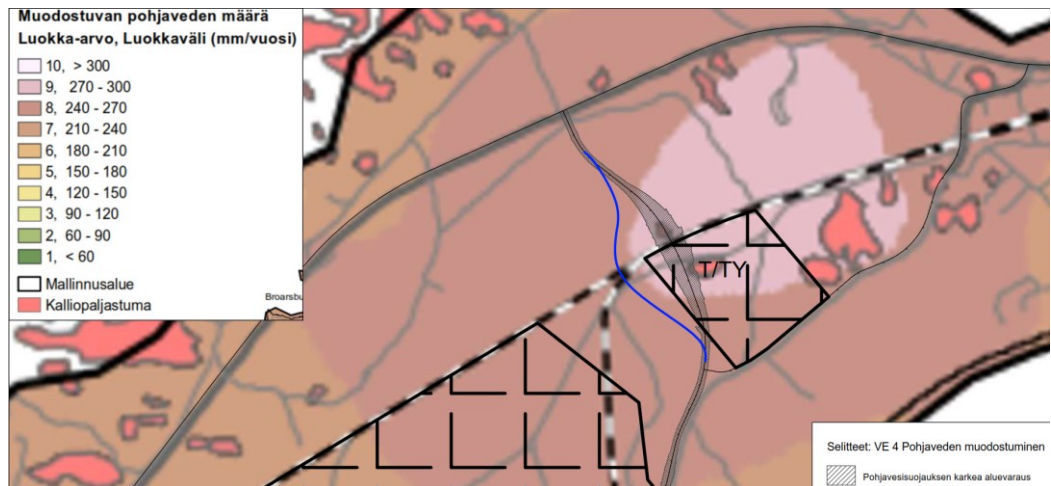
Tarkasteluperusteiden tulokset on esitetty taulukossa 2, jossa tielinjausvaihtoehdot on pisteytetty paremmuusjärjestykseen eri tarkasteluperusteiden mukaisesti.

Taulukko 2: Tielinjausvaihtoehtojen pisteytys eri tarkasteluperusteissa (1 paras, 4 huonoin).

Arviointiperuste	VE 0++	VE 1	VE 3	VE 4
Pohjavesisuojauksen määrä	4	1	3	2
Pohjaveden virtaussuunta	3	4	1	2
Etäisyys pohjavedenottamoihin	3	4	1	2
Pohjaveden haavoittuvuus	4	1	3	2
Pohjaveden muodostuminen	4	1	3	2
Yhteensä	18	11	11	10

Taulukon 2 mukaisesti parhaat pisteet sai vaihtoehto 4, mutta vaihtoehdot 1 ja 3 eivät olleet merkittävästi huonompia. Erityisesti vaihtoehtojen 3 ja 4 pieni ero ei yllättänyt, sillä tielinjauksissa ja niiden sijainnissa oli vain vähäisiä eroavaisuuksia. Vaihtoehto 4 on myös hyvä tielinjaus siksi, että tielinjalla ei ole merkittäviä heikkouksia kuten vaihtoehtoissa 1 ja 3. Vaihtoehdon 1 merkittävä heikkous on arvioitu pohjaveden virtaussuunta tielinjan pohjoispäässä ja tielinjan läheisyys Isolähteen vedenottamoon. Toisaalta vaihtoehto 3 on muilta osin vaihtoehtoa 4 huonompi, paitsi Lappohjan vedenottamon etäisyyden osalta.

Mikäli tielinjausta olisi optimoitu pohjavesiin kohdistuvien vaikutusten minimoimiseksi, olisi tielinjaus kiertänyt tehokkaan pohjaveden muodostumisalueen. Tällöin myös pohjaveden haavoittuvuusriski olisi pienentynyt. Karkea muutosalue on esitetty kuvassa 4 sinisellä viivalla.



Kuva 8: Pohjavesien kannalta optimoitu tielinjauksen muutos vaihtoehtoon 4 (kuvassa sinisellä viivalla).

Kuvan 4 mukaisella tielinjauksella olisi kuitenkin ollut selkeitä haittavaikutuksia liikennejärjestelyjen ja ympäristön näkökulmasta. Tielinjaus olisi todennäköisesti johtanut pitkään rautatien ylittävään siltaan, sillä tielinjaus olisi sijoittunut lähelle rataliittymää. Toisaalta tielinjauksen kiertäessä tehokkaan pohjaveden muodostumisalueen se olisi lävistänyt maa- ja metsätalousvaltaisen alueen, jolla on erityisiä ympäristöarvoja. Näin ollen tämä pohjavesiselvitys suosittelee toteutettavaksi tielinjaukseksi toimenpideselvityksen vaihtoehtoa 4.

Tielinjavaihtoehdolla ja T/TY-alueiden rakentamisella on pohjavesien muodostumista vähentävä vaikutus, pintavaluntaa kasvattava vaikutus (pääasiassa T/TY-alueet) ja myös riski pohjaveden pilaantumiselle kasvaa nykytilasta. Vaikutusten suuruus riippuu T/TY-alueelle sijoittuvasta teollisuudesta, niiden tarvitsemasta rakennustilasta[6] sekä pohjavesisuojaus- todellisesta tarpeesta tielinjalla. Koko tielinjan pohjavesisuojaukseen on kuitenkin vaurduttava, mutta pohjavesisuojaus toteuttaminen kaiteellisella ratkaisulla vähentää tielinjan määrällisiä vaikutuksia pohjaveteen ja pintavaluntaan. Lisäksi pohjavesiin kohdistuvia vaikutuksia voidaan vähentää edistämällä Isolähteen tekopohjavesihankkeen laajentamista.

Tielinjavaihtoehtojen vaikutuksia pohjavesiin ja tielinjavaihtoehtojen välisiä eroja pohjavesien näkökulmasta tarkasteltiin alueelta aiemmin laadittujen raporttien avulla. Selvityksessä käytetyt tarkastelumenetelmät ovat suunnitteluvaiheen mukaisia (yleissuunnittelutasoisia) ja niihin liittyy yksinkertaistuksia ja epävarmuustekijöitä esimerkiksi pohjamaaolosuh- teiden, pohjavesialueen, tielinjauksessa käytettävien poikkileikkausten ja kuivatusmenetel- mien osalta. Pohjaveden virtausuuntiin ja pohjavedenjakajan sijaintiin vaikuttavat todennä- köisesti paikalliset kalliokynnykset ja vettä heikommin johtavat välikerrokset. Reunamuodos- tumalle tyypillinen maakerroksien maalaji-, rakeisuus-, vedenläpäisevyysvaihtelut ovat suu- ria ja vaihtelevuus käy hyvin ilmi Geologian tutkimuskeskuksen laatimasta kartta-aineistosta (liite 14) [2]. Toisaalta pohjavettä voi esiintyä paikallisina orsivesinä ja tekopohjaveden imeyttäminen vaikuttaa lähialueen pohjavesiolosuhteisiin. Tielinjalla käytettävissä poikkileik- kauksissa oli oletettu, että betonikaidetta ei käytetä, vaan kaikki pohjavesisuojaukset ulote- taan sivuojien ulkoluisiin asti. Todellisuudessa käytettävät poikkileikkaukset ovat erilaisten teknisten ratkaisujen yhdistelmiä, jotka valitaan tarkemmassa suunnittelussa tapauskohtai- sesti. Sama pätee myös kuivatusratkaisuihin, eli viemäroidyt tai avo-ojilla tehtävät osuudet on mietittävä tapauskohtaisesti.

6 Lähdeaineistot

- [1] Suomen Kuntaliitto, Hulevesiopas, 2012 s.9-15
- [2] GTK, Haavoittuvuusanalyysi Hankoniemen pohjavesialueella, 2017, s.12, Liitteet 4, 5.2 ja 6
- [3] Väylävirasto, Pohjaveden suojaus tien kohdalla, 2004, s. 18-20
- [4] Hangon Vesi, Isolähteen vedenottamon tarkkailu 2019, 2020, s. 2
- [5] Oy ViskoTeepak AB ja Hangon Vesi, Tikan vedenottamon pohjavesitarkkailu 2019, 2020 s. 4
- [6] Hangon kaupunki, Koverharin ja Lappohjan alueen yleiskaavan hulevesiselvitys, 2020, s. 14-16

7 Liitteet

Liite 1: VE 0++ Pohjaveden syvyys

Liite 2: VE 1 Pohjaveden syvyys

Liite 3: VE 3 Pohjaveden syvyys

Liite 4: VE 4 Pohjaveden syvyys

Liite 5: VE 0++ Haavoittuvuuskartta

Liite 6: VE 1 Haavoittuvuuskartta

Liite 7: VE 3 Haavoittuvuuskartta

Liite 8: VE 4 Haavoittuvuuskartta

Liite 9: VE 0++ Pohjaveden muodostuminen

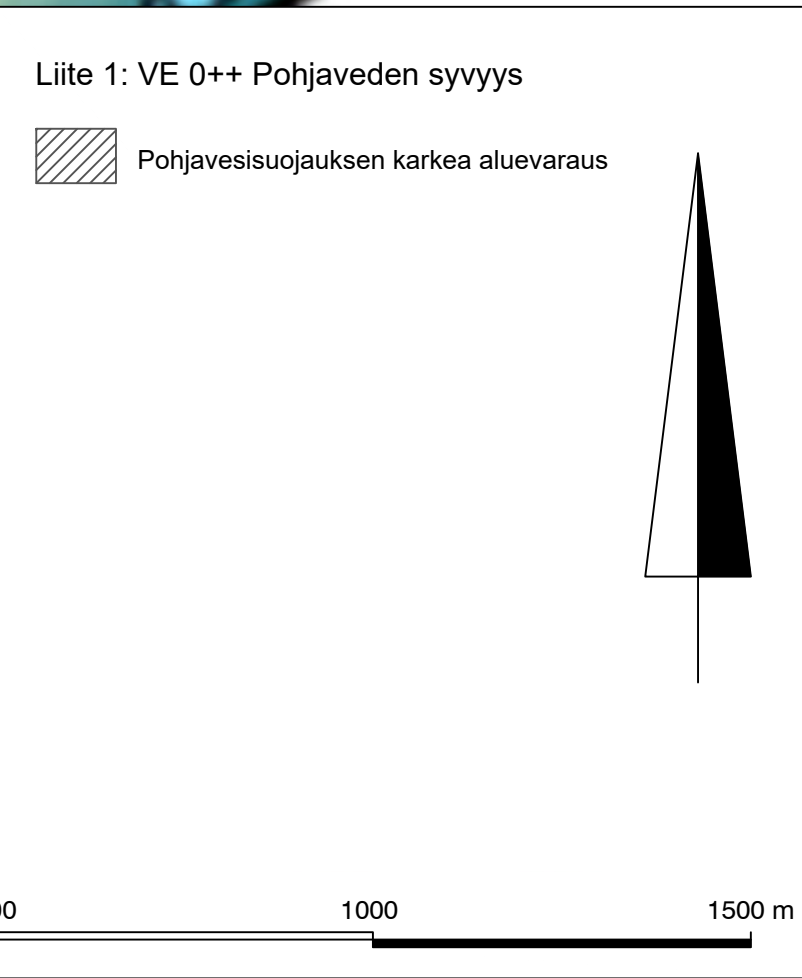
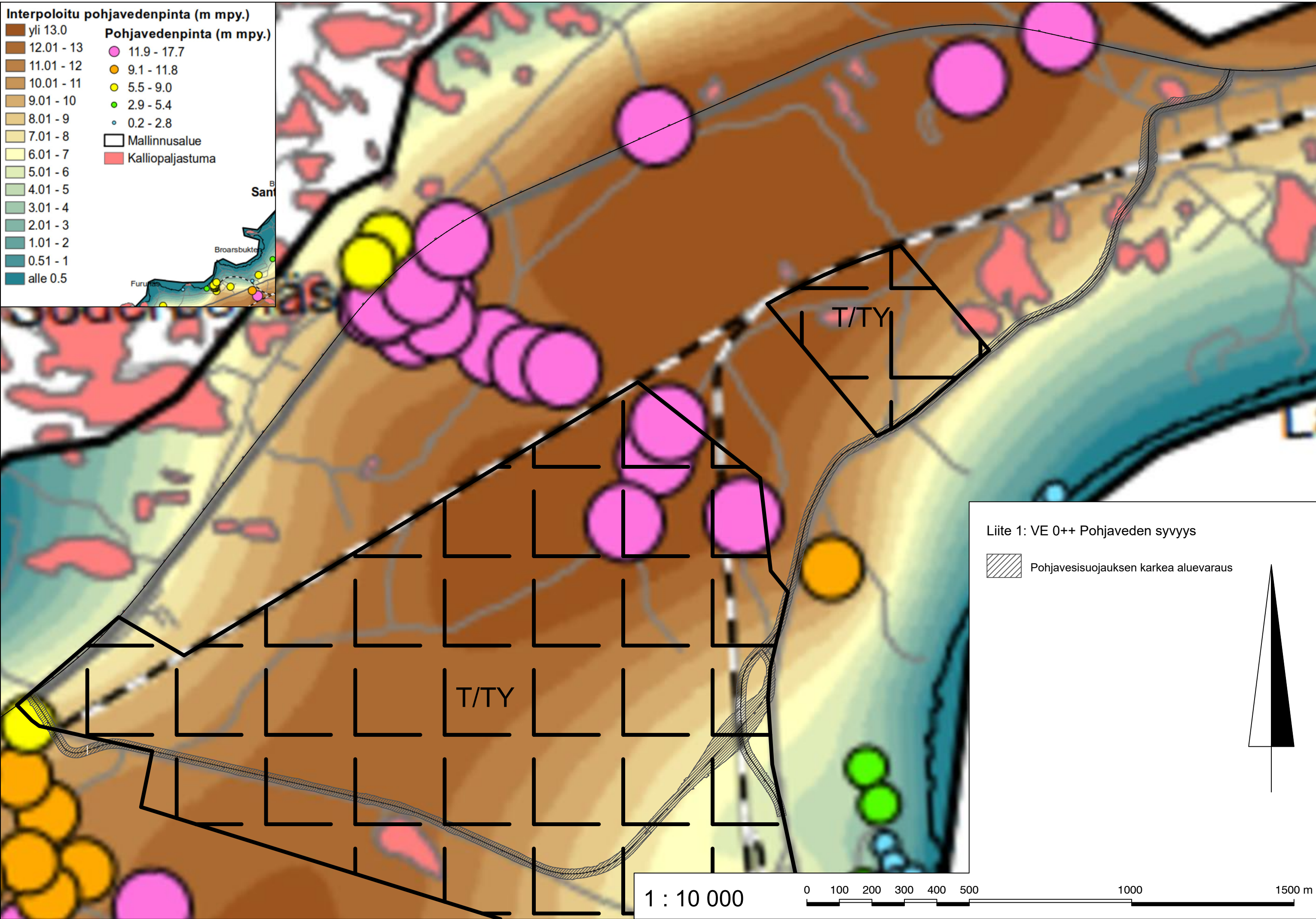
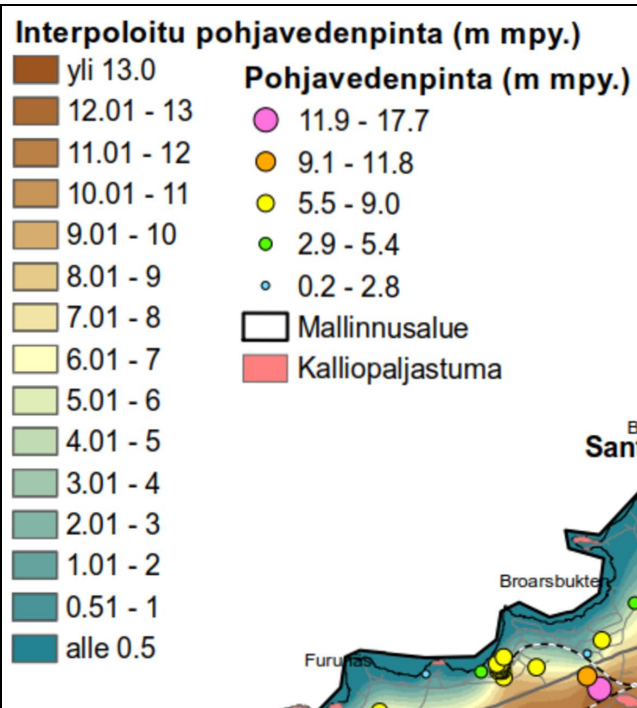
Liite 10: VE 1 Pohjaveden muodostuminen

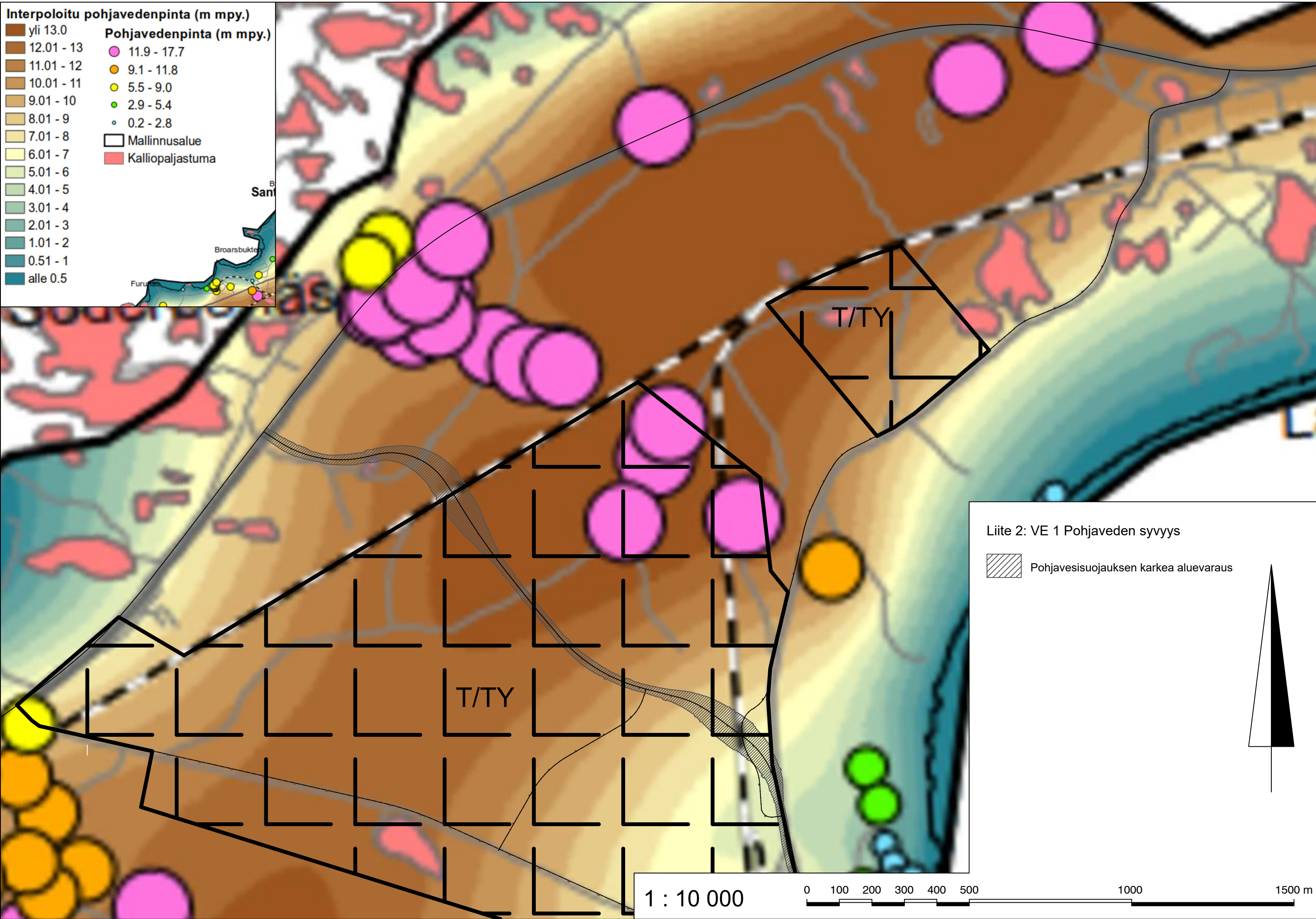
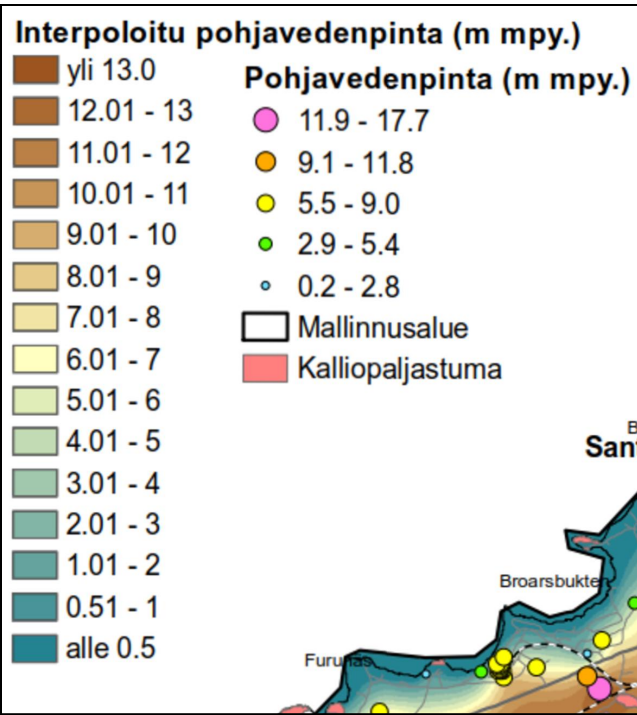
Liite 11: VE 3 Pohjaveden muodostuminen

Liite 12: VE 4 Pohjaveden muodostuminen

Liite 13: Pohjavesisuojausten tyyppipoikkileikkaus

Liite 14: Pohjamaa- ja pohjavesiolosuhteiden vaihtelevuus suunnittelualueella

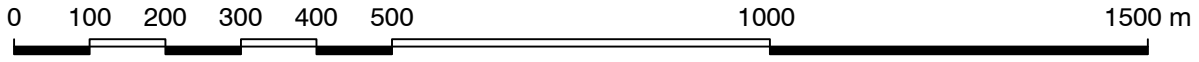


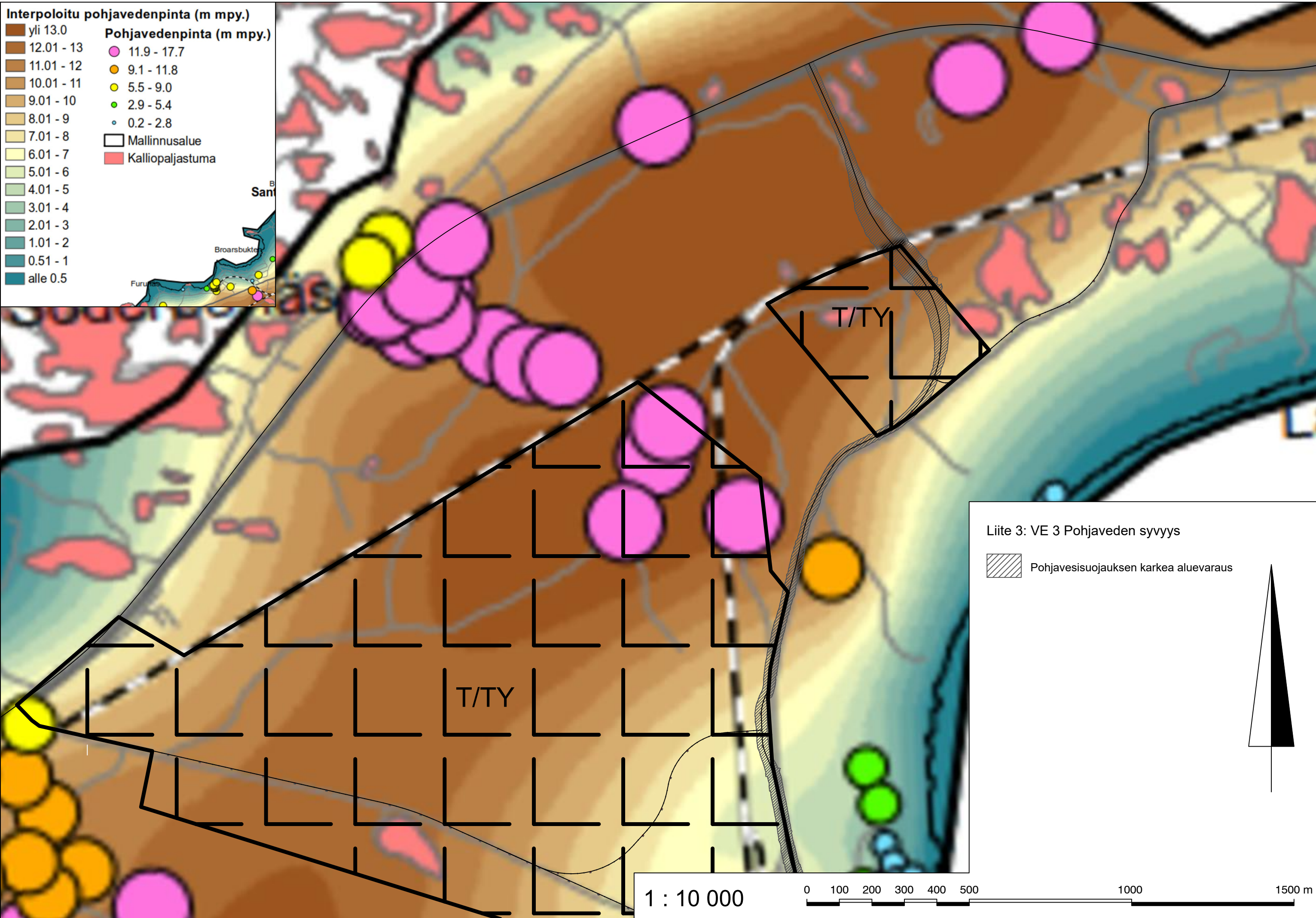
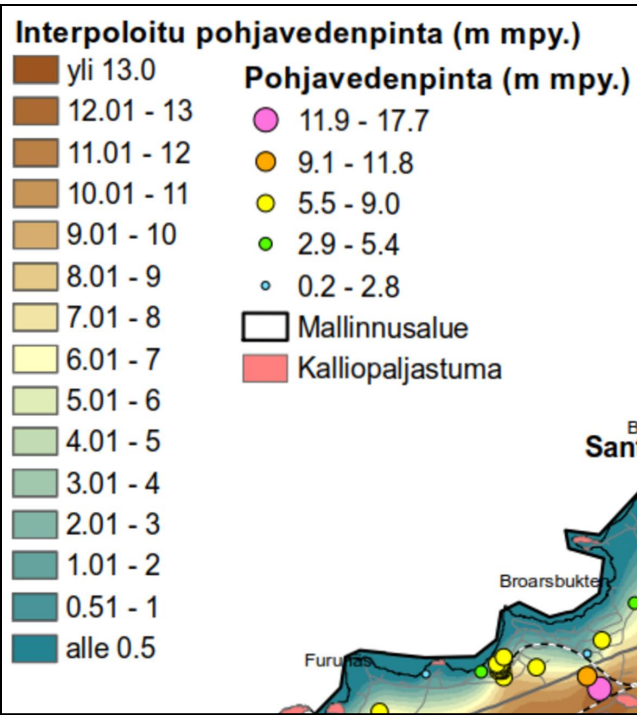


Liite 2: VE 1 Pohjaveden syvyys

▨ Pohjavesisuojauskarkea aluevaraus

1 : 10 000

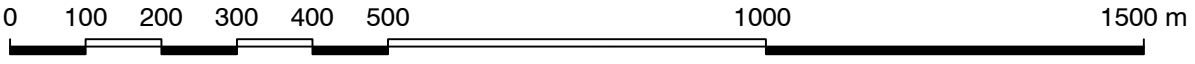


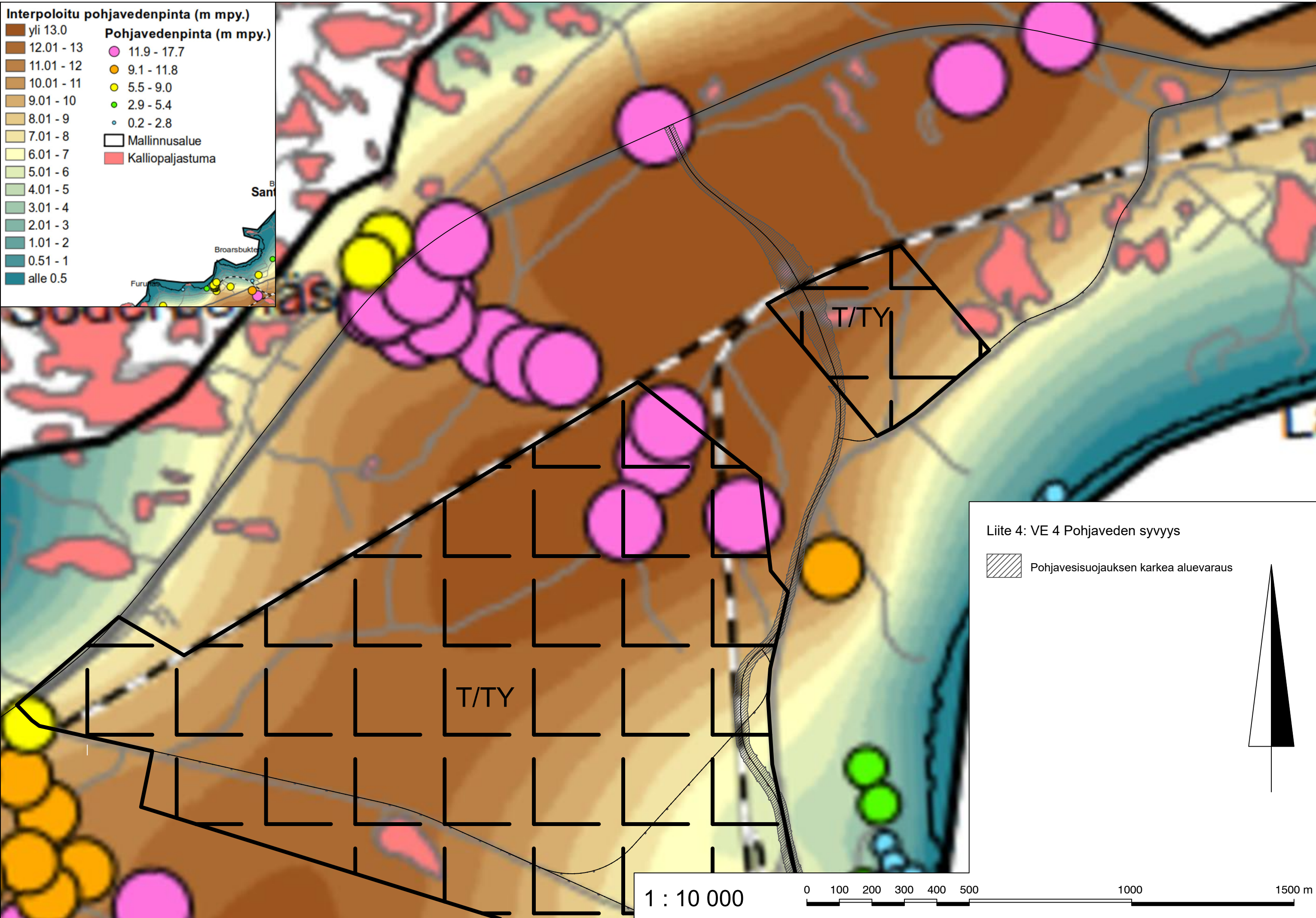
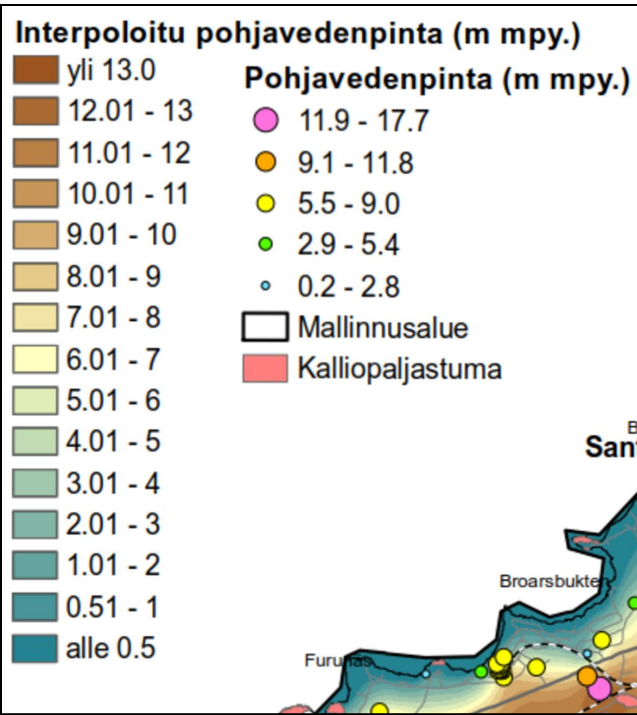


Liite 3: VE 3 Pohjaveden syvyys

▨ Pohjavesisuojauskarkea aluevaraus

1 : 10 000





Hankoniemen pohjavesialueen haavoittuvuuskartta

DRASTIC indeksi

250: Erittäin korkea

90: Matala

Pohjavesialue

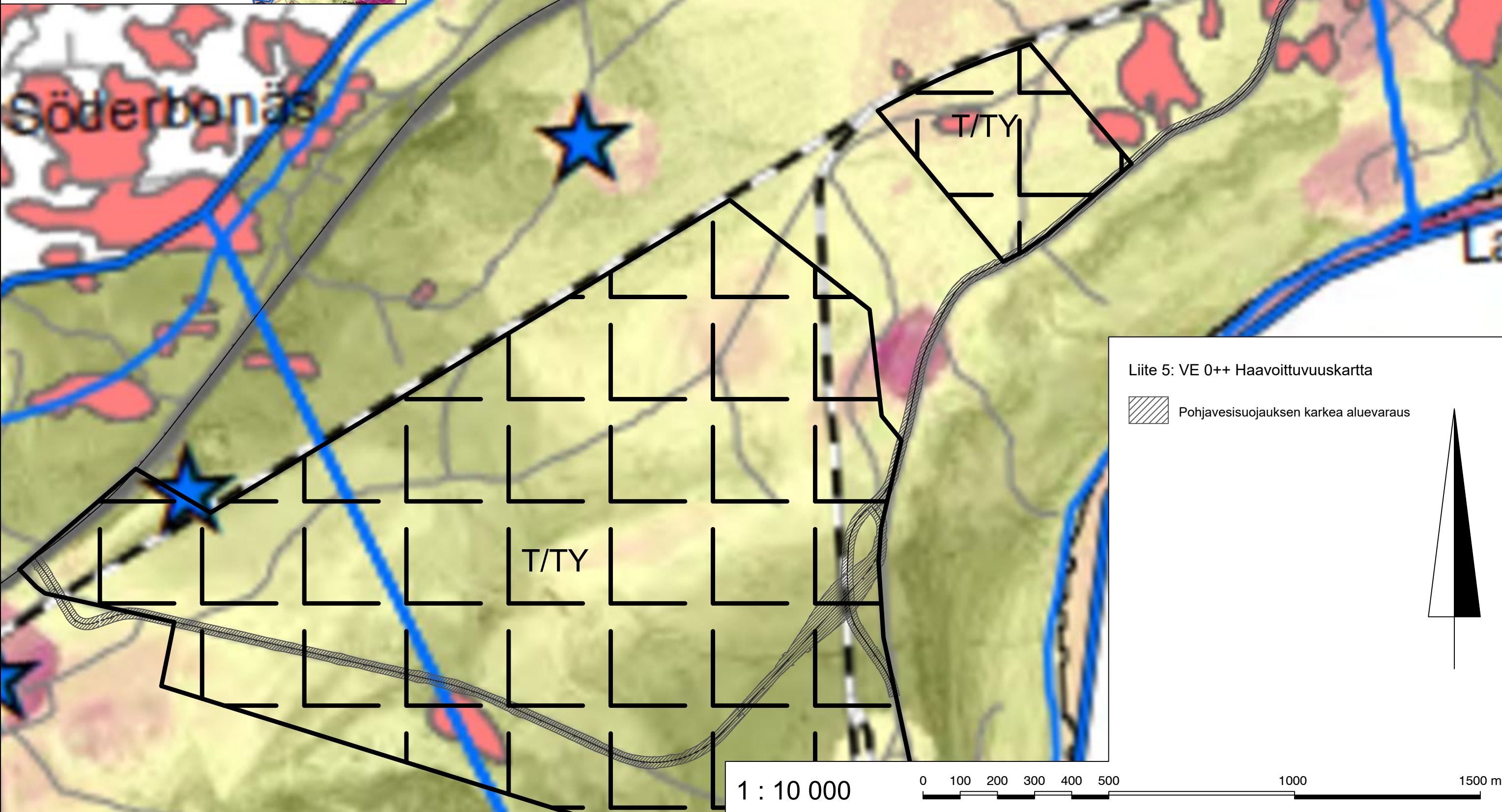
Vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue

Vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue

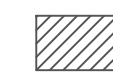
Pohjavesialueen riskikohteet

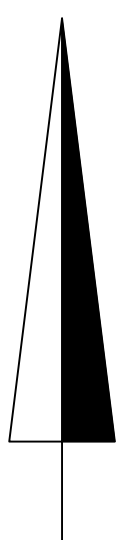
Mallinnusalue

Kalliopaljastuma

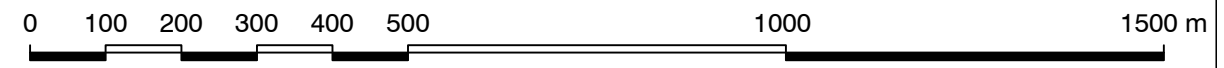


Liite 5: VE 0++ Haavoittuvuuskartta

 Pohjavesisuojauskarkea aluevaraus



1 : 10 000



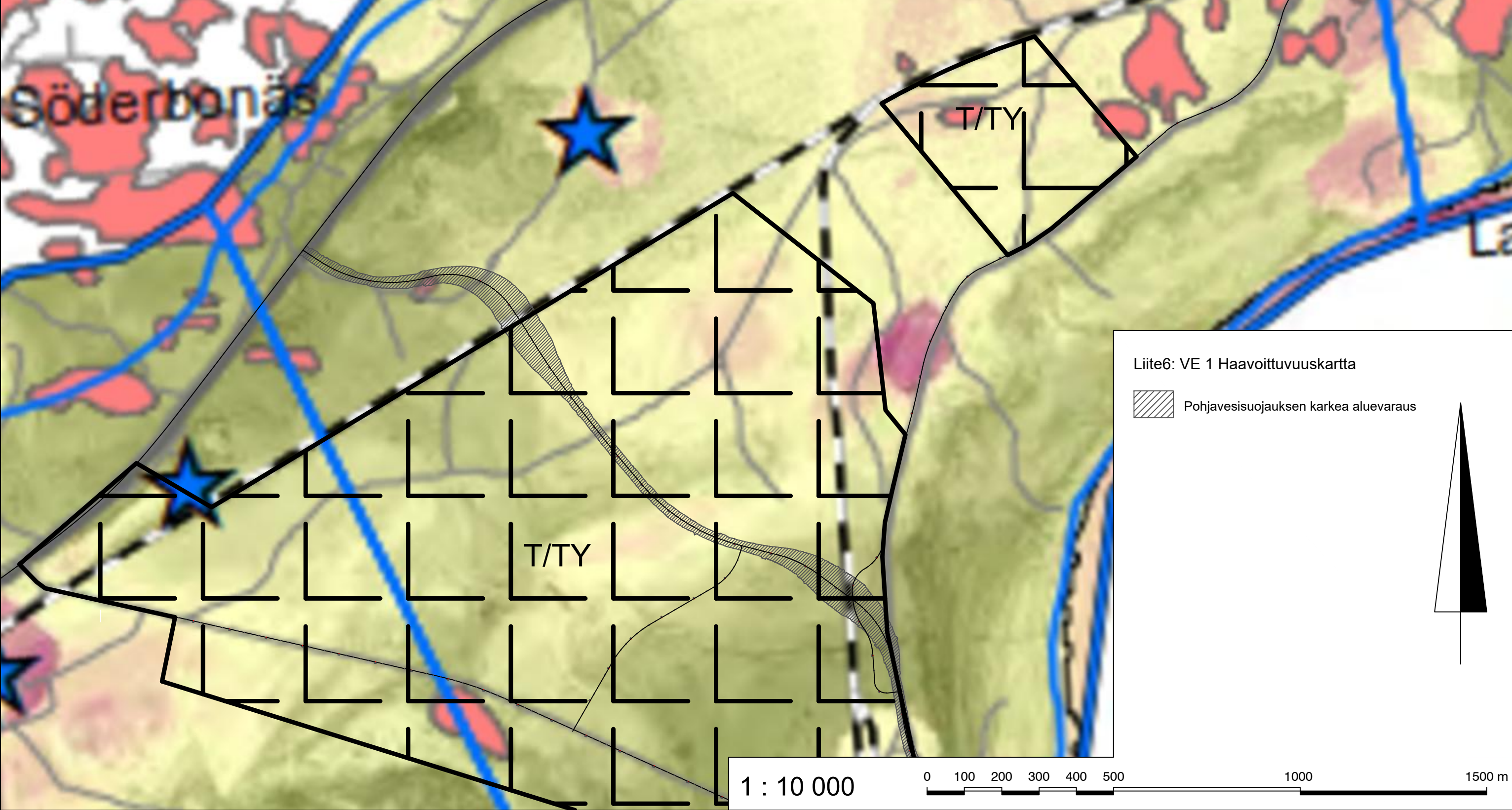
Hankoniemen pohjavesialueen haavoittuvuuskartta

DRASTIC indeksi

- 250: Erittäin korkea
- 90: Matala

Pohjavesialue

- Vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue
- Vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue
- Pohjavesialueen riskikohteet
- Mallinnusalue
- Kalliopaljastuma



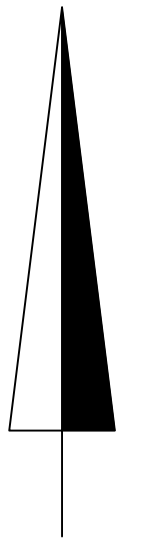
Söderbonäs

T/TY

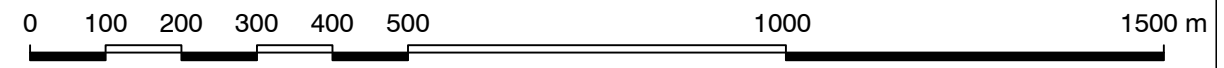
T/TY

Liite6: VE 1 Haavoittuvuuskartta

Pohjavesisuojauskarkea aluevaraus



1 : 10 000



Hankoniemen pohjavesialueen haavoittuvuuskartta

DRASTIC indeksi

250: Erittäin korkea

90: Matala

Pohjavesialue

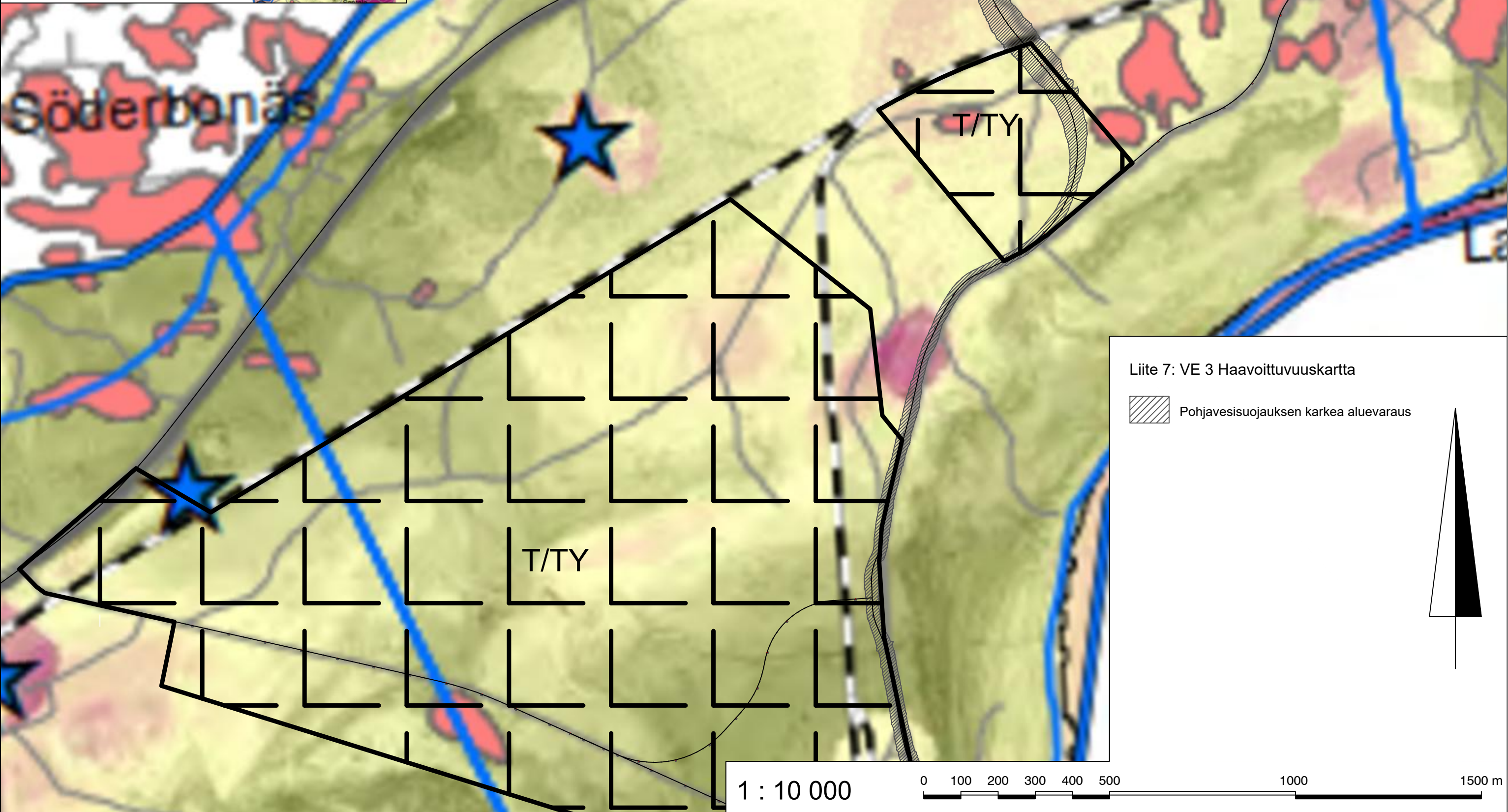
□ Vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue

□ Vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue

★ Pohjavesialueen riskikohteet

□ Mallinnusalue

■ Kalliopaljastuma



Liite 7: VE 3 Haavoittuvuuskartta

▨ Pohjavesisuojauskarkea aluevaraus



1 : 10 000

0 100 200 300 400 500

1000

1500 m

Hankoniemen pohjavesialueen haavoittuvuuskartta

DRASTIC indeksi

250: Erittäin korkea

90: Matala

Pohjavesialue

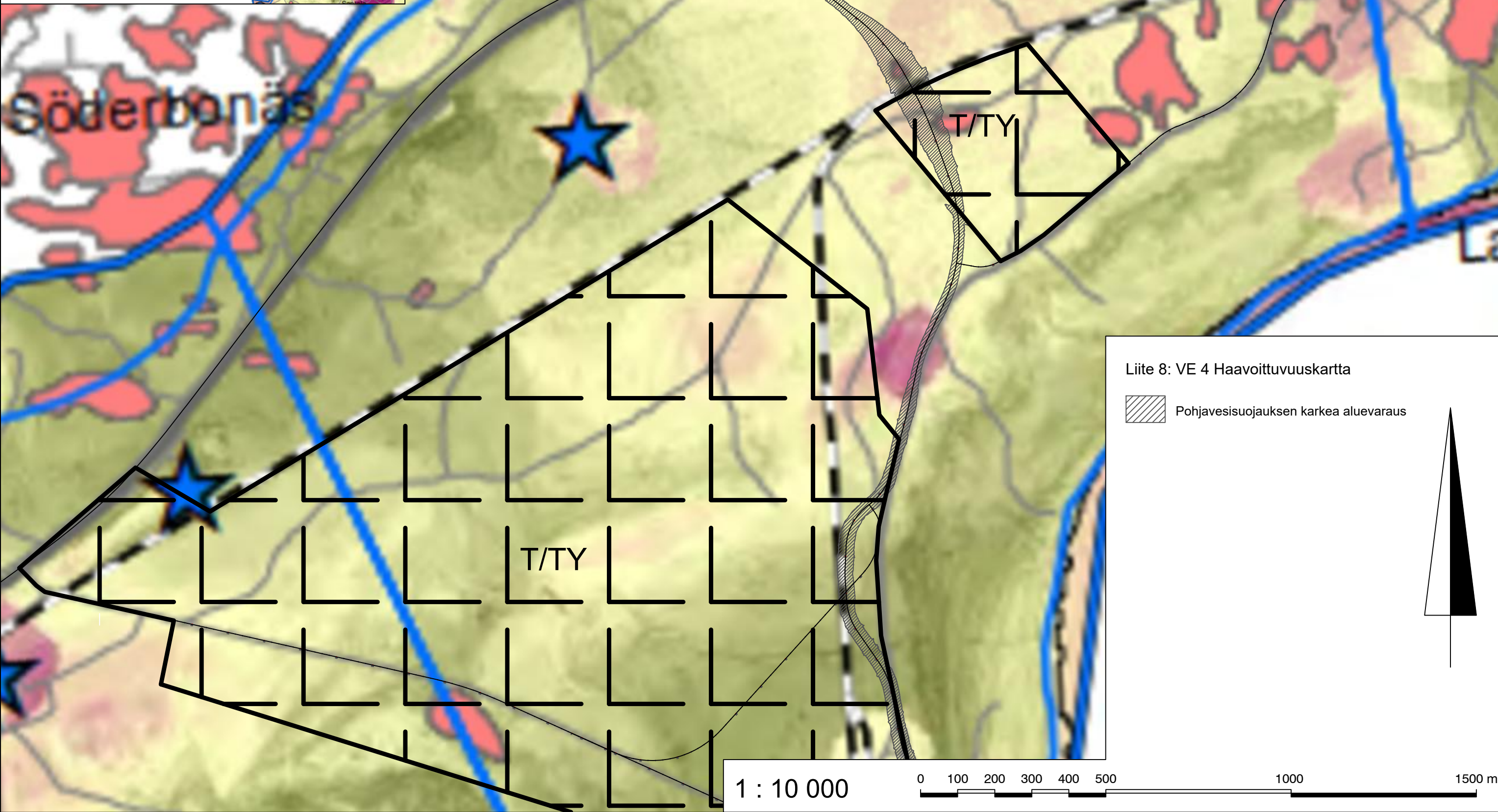
☐ Vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue

☐ Vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue

★ Pohjavesialueen riskikohteet

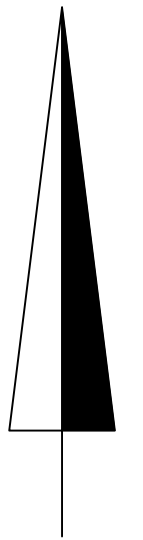
☐ Mallinnusalue

☐ Kalliopaljastuma

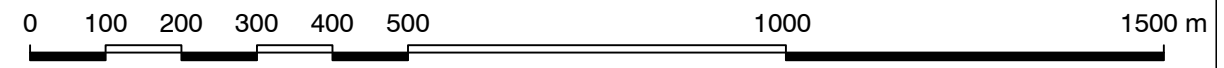


Liite 8: VE 4 Haavoittuvuuskartta

☐ Pohjavesisuojauskarkea aluevaraus





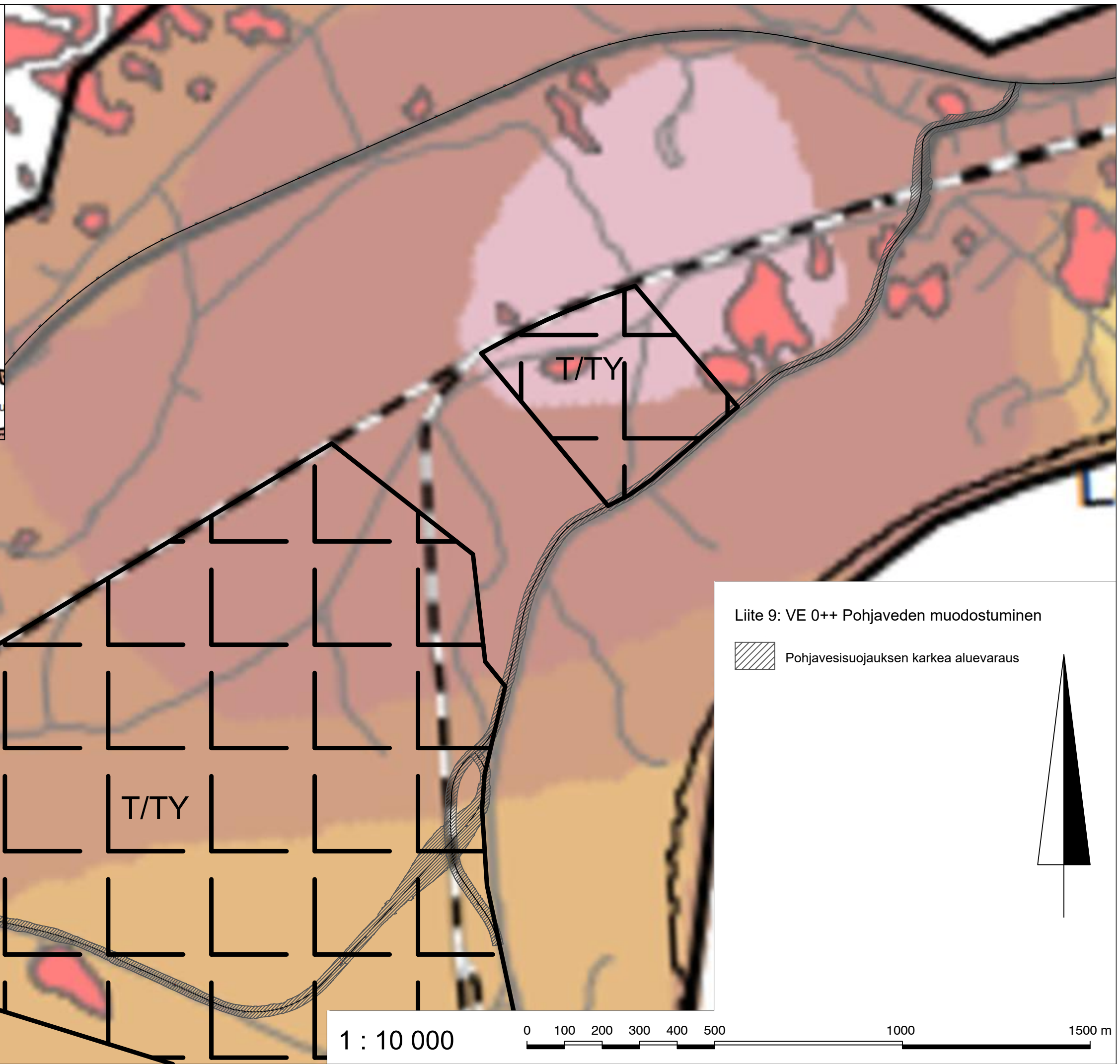
1 : 10 000




Muodostuvan pohjaveden määrä
Luokka-arvo, Luokkaväli (mm/vuosi)

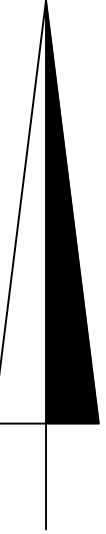
10, > 300
9, 270 - 300
8, 240 - 270
7, 210 - 240
6, 180 - 210
5, 150 - 180
4, 120 - 150
3, 90 - 120
2, 60 - 90
1, < 60

 Mallinnusalue
 Kalliopaljastuma

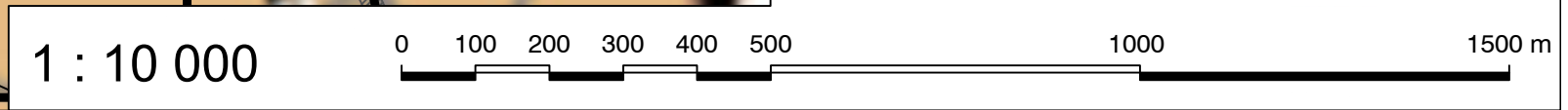
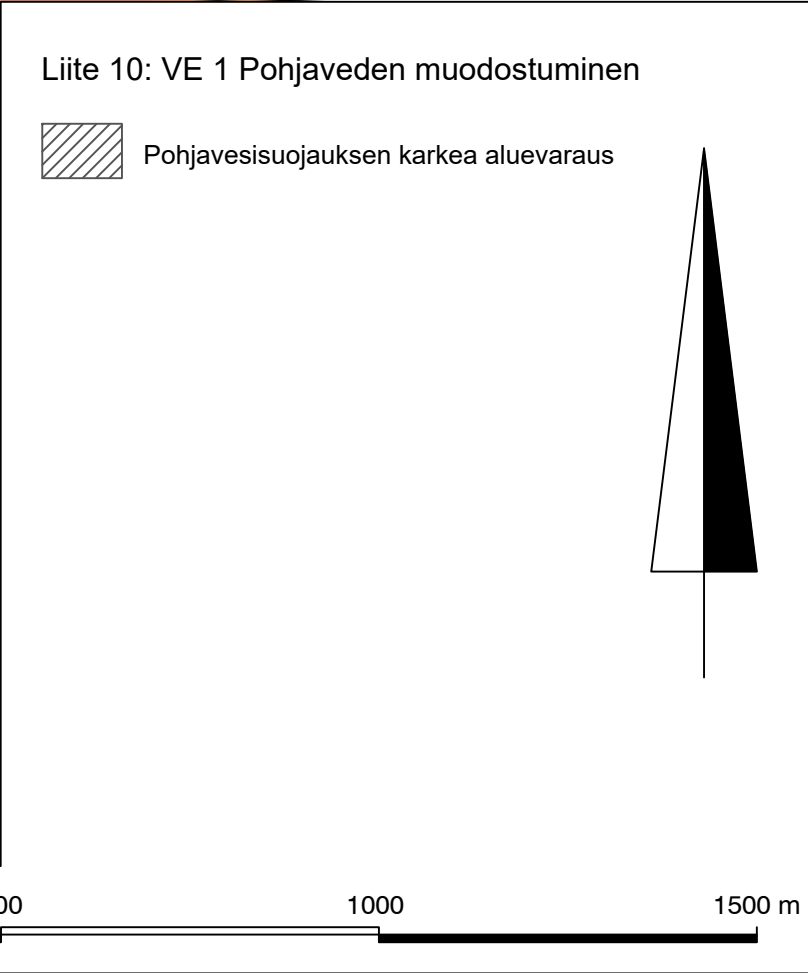
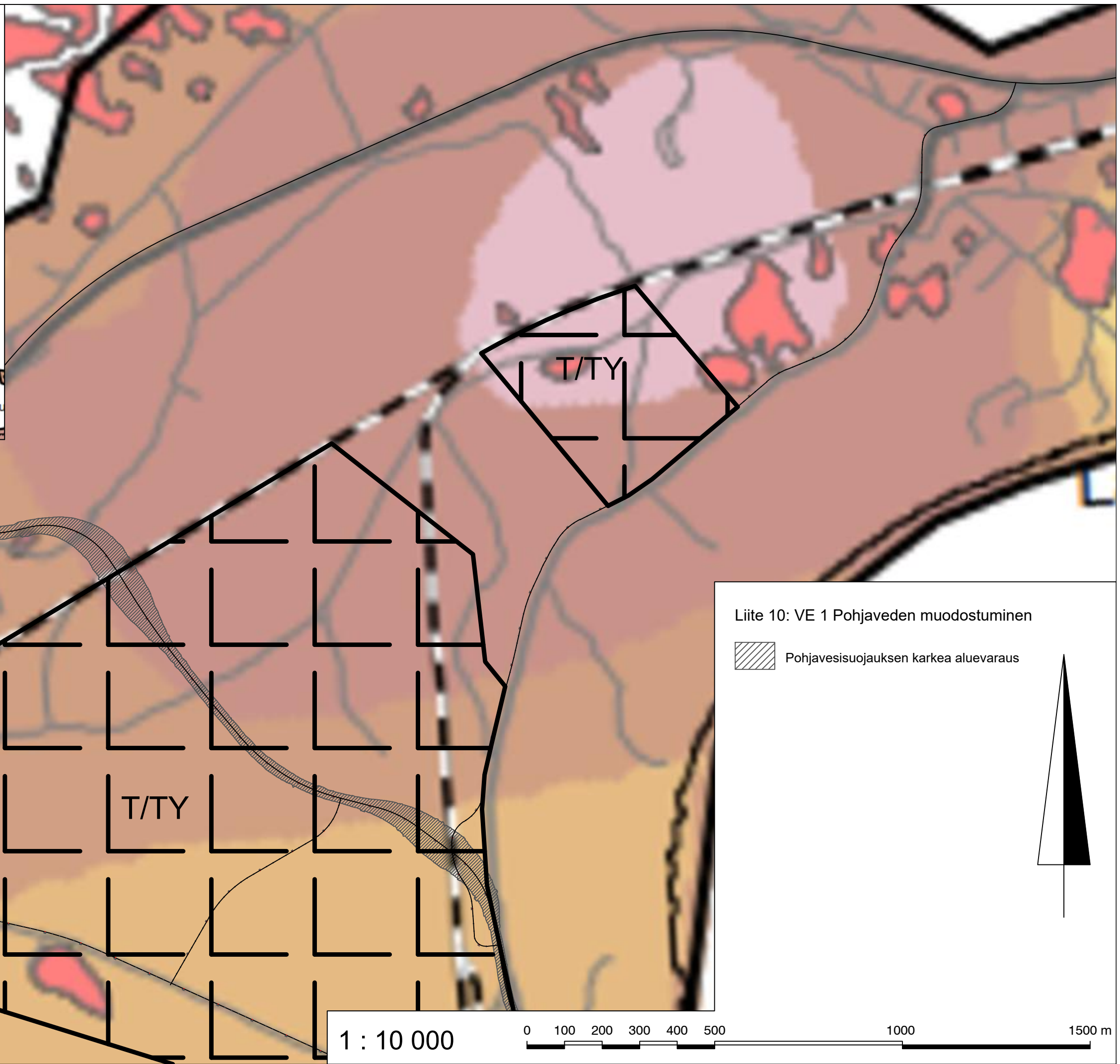
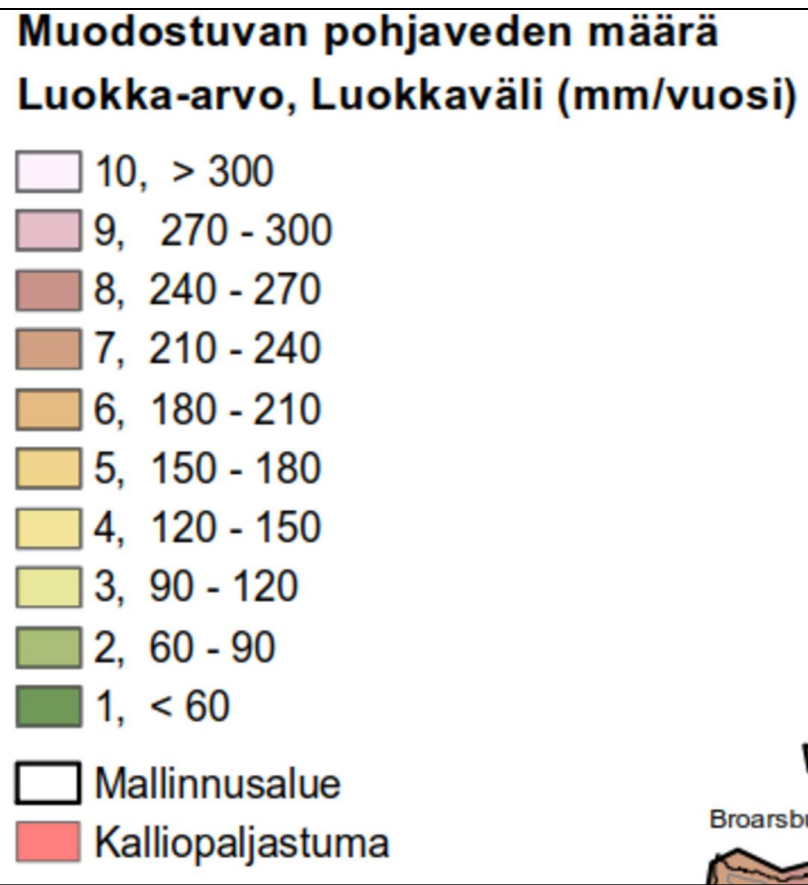


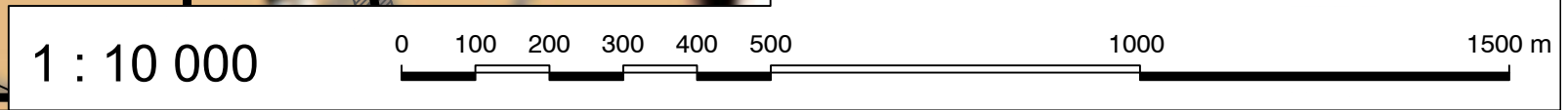
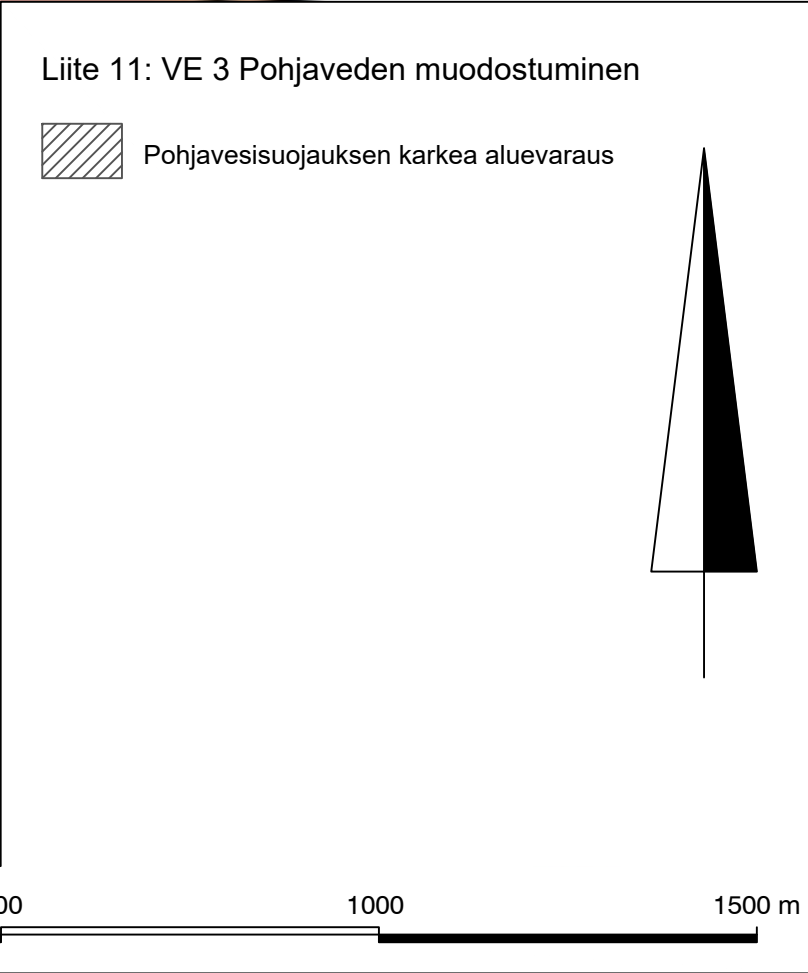
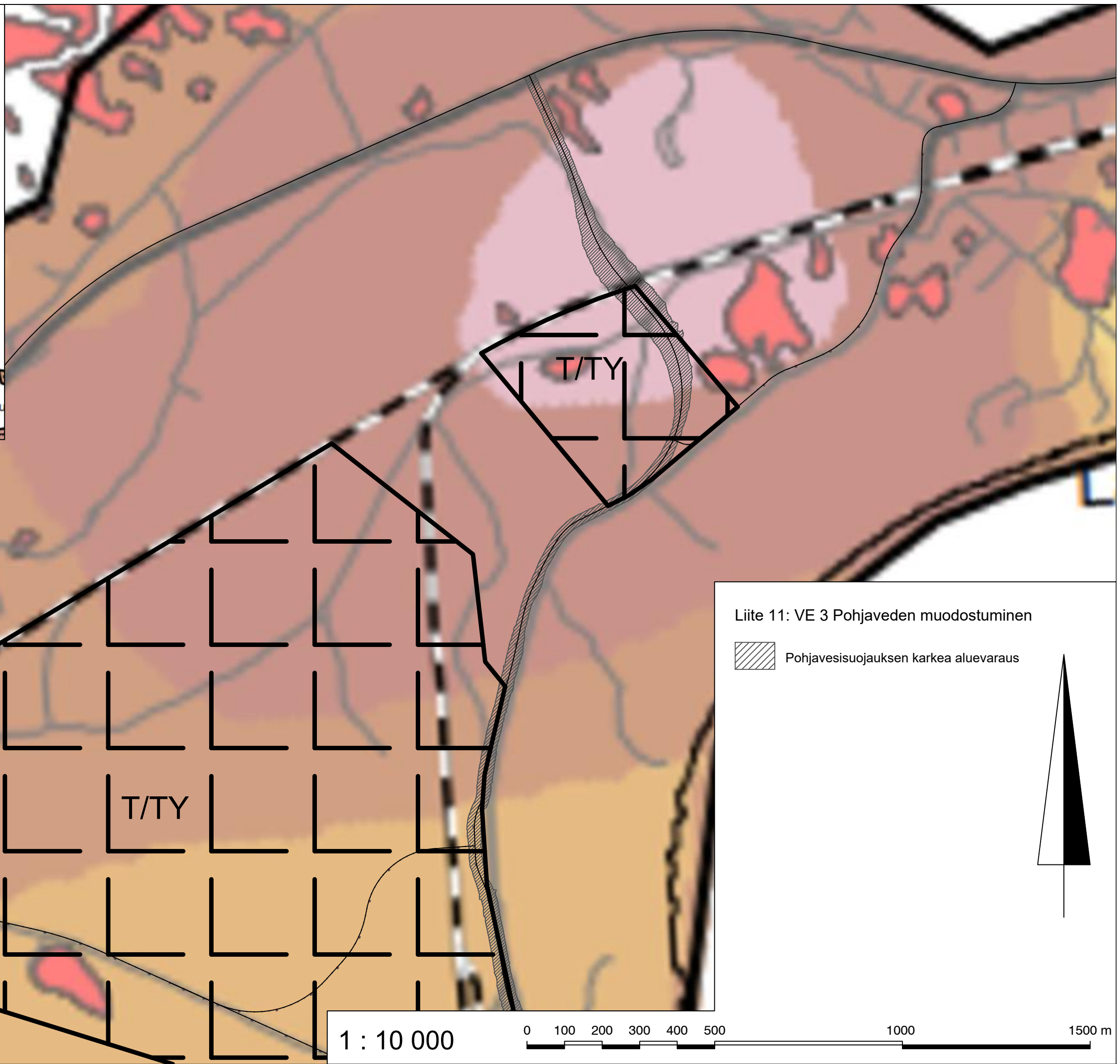
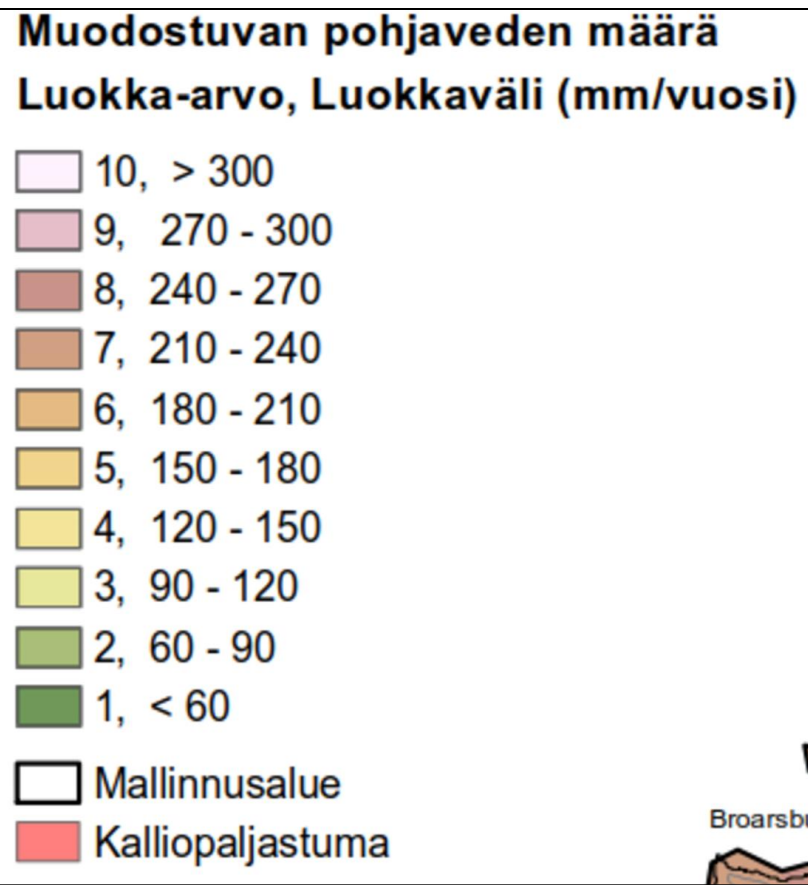
Liite 9: VE 0++ Pohjaveden muodostuminen

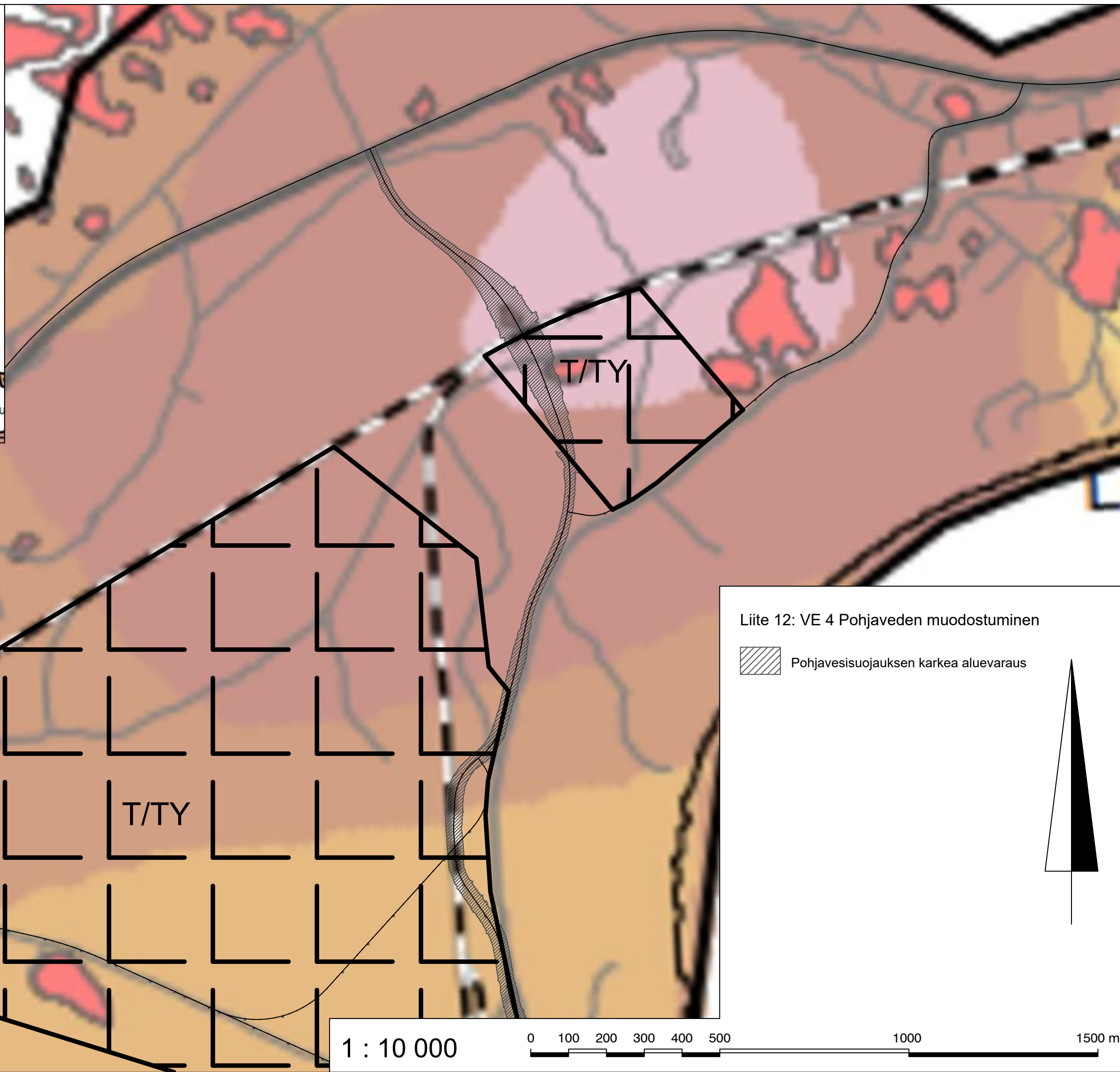
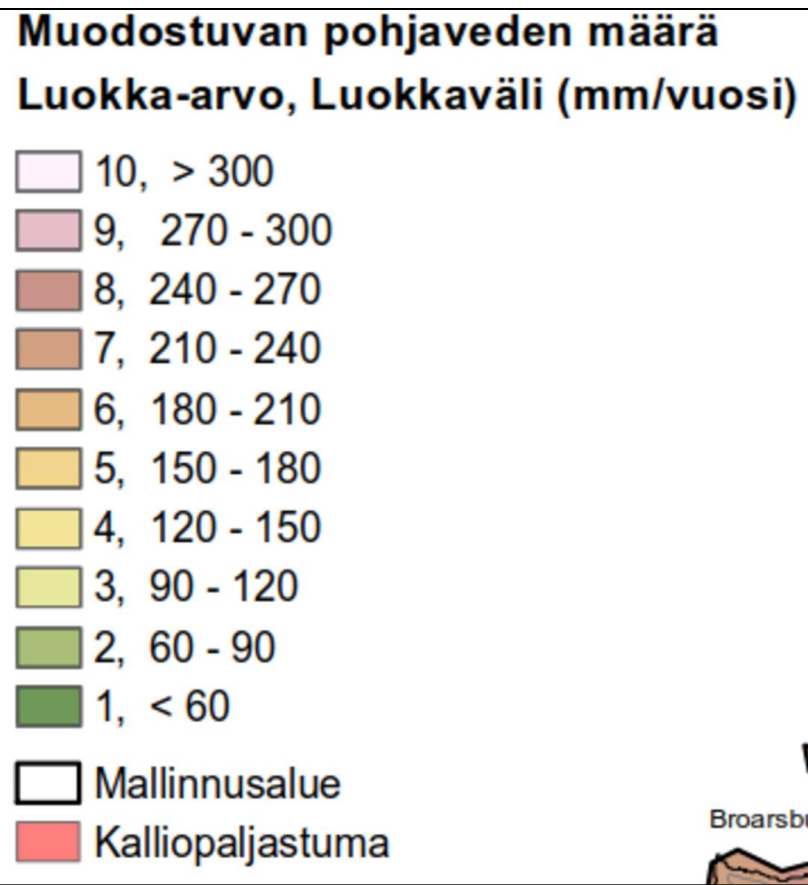
 Pohjavesisuojausten karkea aluevaraus




1 : 10 000
 0 100 200 300 400 500 1000 1500 m

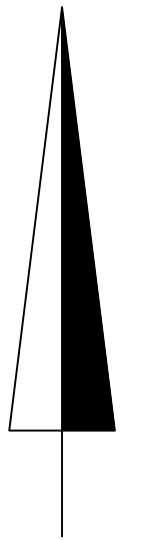




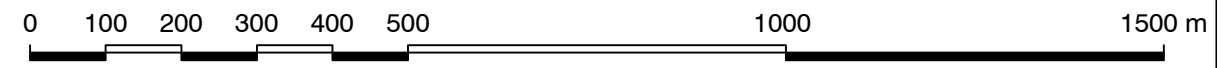


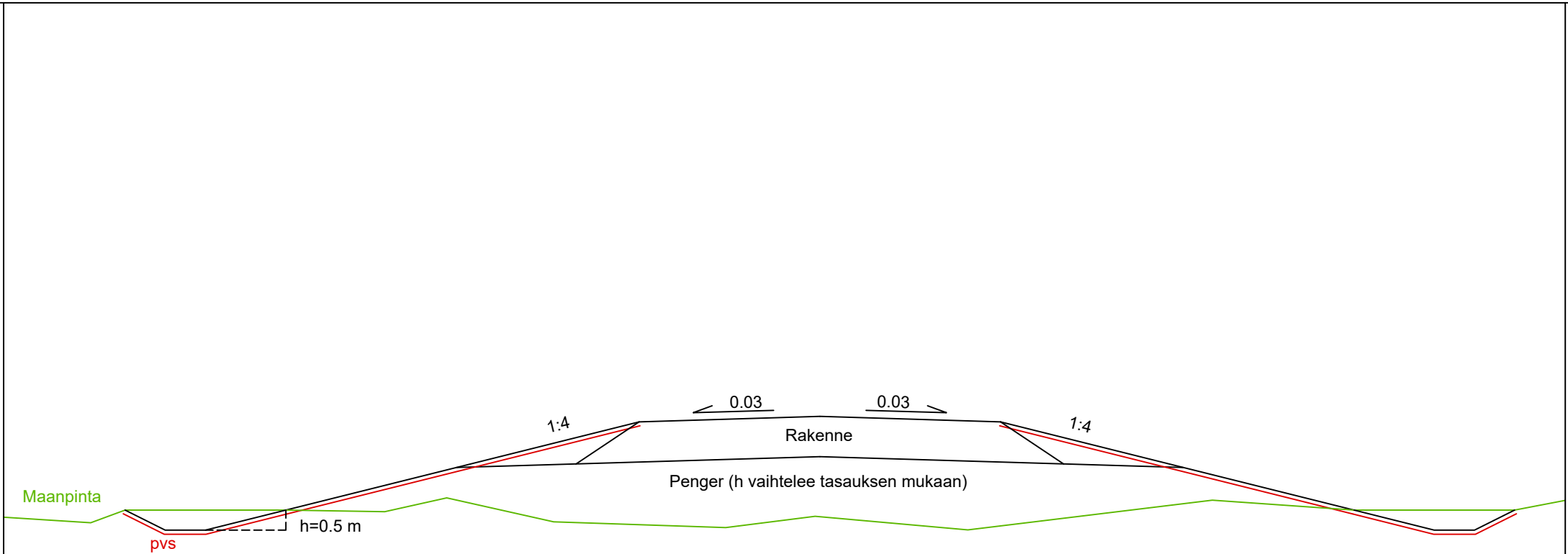
Liite 12: VE 4 Pohjaveden muodostuminen

 Pohjavesisuojauskarkea aluevaraus



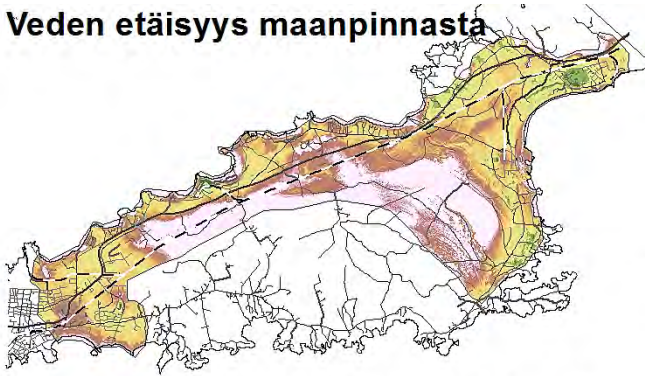
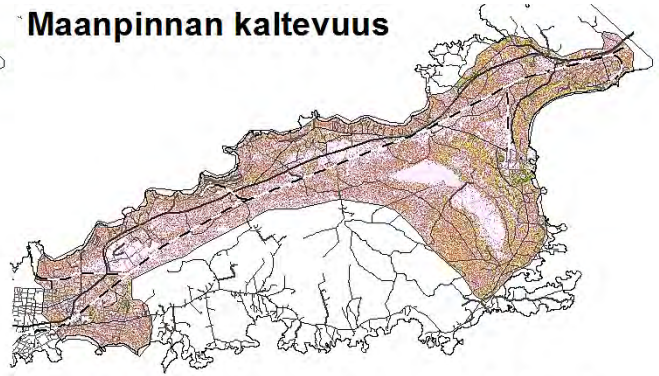
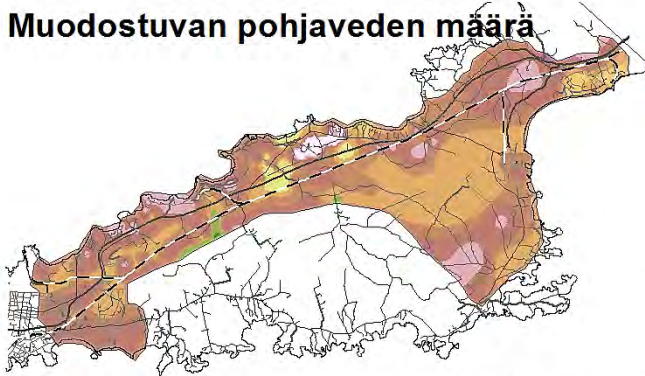
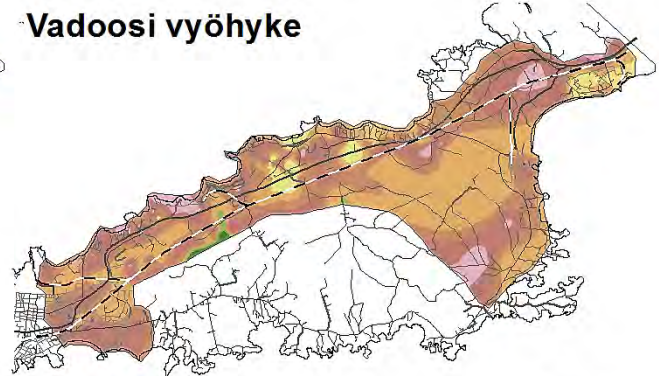
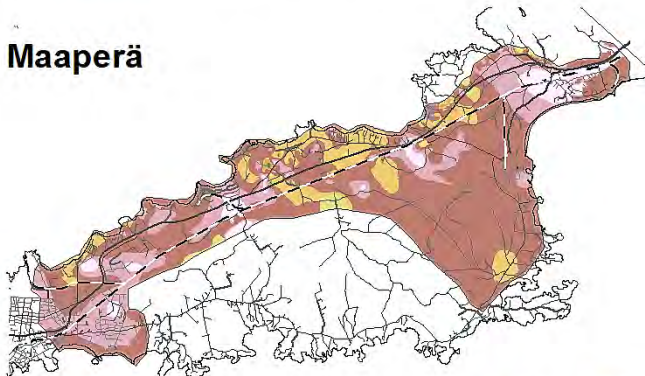
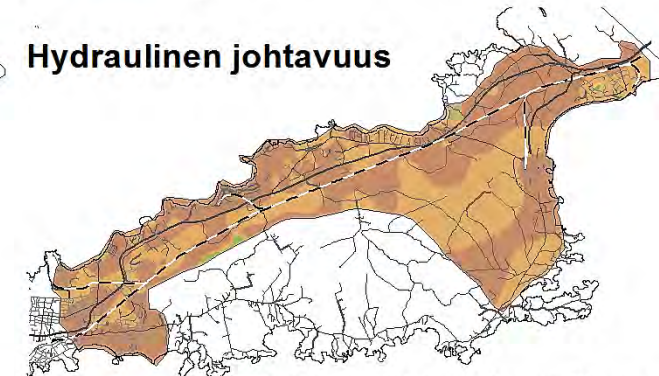
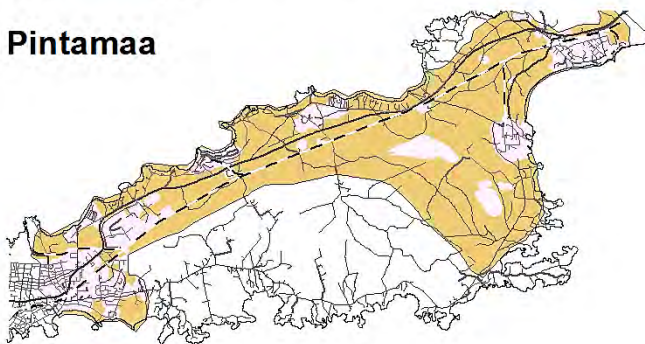
1 : 10 000





Liite 13: Pohjavesisuojausten tyypipoikkileikkaus

2.10.2017

Veden etäisyys maanpinnasta**Maanpinnan kaltevuus****Muodostuvan pohjaveden määrä****Vadoosi vyöhyke****Maaperä****Hydraulinen johtavuus****Pintamaa****Luokka arvo**

Kuva 3. Haavoittuvuusanalyysin parametrien luokka-arvoina Hankoniemen pohjavesialueilla. Kuvat ovat suuremmissa koossa liitteessä 5.

Liite 14: Pohjamaa- ja pohjavesiolosuhteiden vaihtelevuus suunnittelualueella