Tampereen yliopisto

Sanni Rautanen

PIENVESIEN HUOMIOINTI OSANA POHJA- JA KALLIOTUTKIMUKSIA

Tapaustutkimus Itärata

Diplomityö
Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta
Tarkastaja: Yliopistonlehtori Hannele Auvinen
Tarkastaja: Yliopisto-opettaja Minna Leppänen
Huhtikuu 2026

TIIVISTELMÄ

Sanni Rautanen: Pienvesien huomiointi osana pohja- ja kalliotutkimuksia
Tapaustutkimus Itärata
Diplomityö
Tampereen yliopisto
Ympäristö- ja energiatekniikan DI-tutkinto-ohjelma
Huhtikuu 2026

Purot, norot ja lähteet ovat pienvesiä, joiden luonnontilaisuuden muuttaminen on vesilain nojalla kielletty. Pienvesiympäristöt ovat usein lajirikkaita elinympäristöjä, joissa esiintyy myös uhanalaisia lajeja. Pienvesillä on siten merkittävä ekologinen rooli luonnon biodiversiteetin ylläpitämisen kannalta ja niiden suojelun merkitys on tunnistettu myös kansainvälisesti.

Pienvesien suojelu ja esiintyminen pitää huomioida myös väylähankkeen pohja- ja kalliotutkimusten suunnittelussa. Jos väylä rakennetaan täysin uuteen maastokäytävään, pitää alueen pienvedet ja muut luontoarvot kartoittaa ennen pohja- ja kalliotutkimuksia. Pienvesiä huomioidaan väylähankkeissa vielä kuitenkin hyvin vaihtelevasti. Tähän vaikuttaa muun muassa yleinen vähäinen tietous pienvesistä ja niiden ekologisesta merkityksestä sekä vastuiden epäselvyys eri osapuolten välillä väylähankkeiden pohjatutkimusvaiheessa. Väylähankkeiden pohjatutkimusten suunnitteluun ja toteuttamiseen osallistuu useita eri tahoja, kuten tilaaja, suunnittelijat, rakennuttajakonsultti, pohjatutkimuskonsultin työnjohto ja pohjatutkijat. Tahot koostuvat eri ammattialojen edustajista, joten pienvesiin liittyvän informaation tulee kulkea monen portaan kautta päätyen lopulta työn maastossa suorittavalle pohjatutkijalle. Usein tiedonkulussa on kuitenkin haasteita vastuiden epäselvyyden ja vähäisen pienvesitietouden vuoksi, jolloin tieto hankealueen pienvesistä ei tavoita pohjatutkijaa. Tällöin kairavaunujen reitit maastossa voivat olla ovat uhka tunnistamattomille pienvesikohteille, jotka ovat vaarassa jäädä koneiden alle.

Tämän diplomityön tavoitteena oli selvittää, mitkä ovat pienvesien huomioimisen näkökulmasta merkittävimpiä tiedonkulun haasteita väylähankkeissa toimivien tahojen välillä hankkeen pohjatutkimusvaiheessa ja mikä on tilaajan, suunnittelijan ja pohjatutkijan vastuu pienvesien huomioimisessa. Tiedonkulkuhaasteiden ja mahdollisten kehityskohteiden selvittämiseksi työssä tehtiin haastattelututkimus, jossa haastateltiin väylähankkeiden pohja- ja kalliotutkimuksissa työskenteleviä pohjatutkimuskonsultteja sekä geo- ja ympäristösuunnittelijoita. Haastatteluissa ilmeni, etteivät pohjatutkijat tyypillisesti saa riittäviä esitietoja alueen pienvesistä pohjatutkimusohjelman kautta ennen töiden aloitusta. Suunnittelijat puolestaan laativat pohjatutkimusohjelman sillä hetkellä saatavilla olevien lähtötietojen pohjalta. Tilaajalla on siten merkittävä vastuu pienvesien huomioimisessa jo hankkeen alkuvaiheessa, jolloin tavallisesti tehdään luontoselvitykset, jotka tuottavat tietoa myös hankealueen pienvesistä.

Työn tapaustutkimuskohteena toimi Itärata-hanke, jonka pohjatutkijoille tehtiin osin haastattelututkimuksen tulosten ja kirjallisuuskatsauksen pohjalta pienvesiin liittyvä toimintaohje. Toimintaohjeet sisälsivät ohjeita muun muassa eri tahojen välisen tiedonkulun parantamiseen, kairakoneiden reittivalintojen tekoon ja pienvesien mahdolliseen ylittämiseen koneilla maastossa. Lisäksi toimintaohje ohjeisti, minne tulisi olla yhteydessä poikkeustilanteissa, joissa pienvesikohde vahingoittuu tai pienvesiä löytyy maastosta pohjatutkimustöiden aikana. Työssä tehty pienvesiin liittyvä toimintaohje liitettiin osaksi keväällä 2026 pilotoitua Itäradan maastotyöntekijöiden luontoajokorttikoulutusta. Koulutuksen avulla Itärata-hankkeessa pienvedet ja muut arvokkaat luontoarvot huomioidaan pohja- ja kalliotutkimuksissa entistä systemaattisemmin. Näin arvokkaisiin luontotyyppeihin ja lajeihin pohjatutkimusten kautta kohdistuvia riskejä saadaan pienennettyä.

Avainsanat: Pienvedet, lähde, noro, tihkupinta, pohjatutkimukset, väylärakentaminen, ympäristövaikutukset

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

ABSTRACT

Sanni Rautanen: Consideration of small water bodies as a part of soil and bedrock investigations: Case Itärata
Master of Science Thesis
Tampere University
Environmental and Energy Engineering, M. Sc.
April 2026

Brooks, trickles, and springs are small water bodies, whose alteration is forbidden under the Water Act. Small water body environments are often species-rich habitats, also including endangered species. Thus, small water bodies play a significant ecological role in maintaining natural biodiversity and the importance of their protection has also been recognized internationally.

The protection and presence of small water bodies must also be considered when designing soil and bedrock investigations in fairway project. If a fairway is being built in completely new terrain, the small water bodies and other natural values must be surveyed before conducting geotechnical investigations. However, the consideration of small water bodies in fairway projects still varies greatly. This is affected by a general lack of knowledge about small water bodies and their ecological significance, as well as a lack of clarity regarding responsibilities among different parties during the geotechnical investigation phase. Several different parties are involved in the planning and implementation of geotechnical investigations for fairway projects, such as the client, designers, the construction consultant, the project management of the geotechnical investigation consultant, and the soil technician. These parties include representatives from various professional fields, so information related to small water bodies must pass through many levels before finally reaching the soil technician working in the field. As a result of information flow challenges and limited knowledge, the information about small water bodies often fails to reach the soil investigator. In such cases, the drilling machine routes in the field can be a threat to unidentified small water bodies, which are at risk of being run over by the machinery.

The objective of this thesis was to determine the most significant challenges in information flow regarding the consideration of small water bodies in fairway projects during the geotechnical investigation phase, and to clarify the responsibilities of the client, designer, and soil technician regarding small water bodies. To identify information flow challenges and potential improvement targets, the study conducted an interview survey with geotechnical consultants and geo- and environmental designers working for fairway projects. Interviews pointed out that soil technicians usually don’t receive sufficient preliminary information about small water bodies in the project area through the geotechnical investigation program before work begins. Designers prepare the geotechnical investigation program based on the available preliminary information. Therefore, the client has a significant responsibility for taking small water bodies into account already in the early phase of the project, when environmental surveys are usually conducted, which also provide information on small water bodies in the project area.

The case study of this work was the Itärata project, for which guidelines regarding small water bodies were prepared for the project’s soil technicians, based on the results of an interview study and a literature review. The guidelines included instructions on improving information flow between different parties, selecting routes and the potential crossing of small water bodies with machines. The guidelines also specified who to contact in exceptional situations where a small water body is damaged or encountered during soil technicians. The guidelines developed as a part of the work were incorporated into the nature training for Itärata field workers piloted in the spring of 2026. Through the training, small water bodies and other valuable natural features are considered more systematically in geotechnical investigations within the Itärata project. This will reduce risks to valuable habitats and species investigations.

Keywords: Small water bodies, spring, trickle, seepage face, geotechnical investigations, fairway construction, environmental impacts

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin Originality Check service.

TEKOÄLYN KÄYTTÖ OPINNÄYTTEESSÄ

Opinnäytteessäni on käytetty tekoälysovelluksia:

☐ Ei
☒ Kyllä

Ilmoitukseni mukaan olen käyttänyt opinnäytteessäni tutkielmaprosessin aikana seuraavia tekoälysovelluksia: Microsoft Teamsin sisäinen AI, DeepL

Tekoälysovellusten nimet ja versiot: Microsoft Teamsin sisäinen AI, DeepL

Käyttötarkoitus: Haastattelututkimuksen yhteydessä haastattelut litteroitiin Teams-sovelluksen sisäisellä tekoälypohjaisella työkalulla. Tiivistelmä käännettiin englanniksi DeepL-sovelluksen avulla.

Osiot, joissa tekoälyä on käytetty: Haastattelututkimuksen tulosten käsittely ja tiivistelmän kääntäminen englanniksi.

Olen tietoinen siitä, että olen täysin vastuussa koko opinnäytteeni sisällöstä, mukaan lukien osat, joissa on hyödynnetty tekoälyä, ja hyväksyn vastuun mahdollisista eettisten ohjeiden rikkomuksista.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö tehtiin toimeksiantona Itärata Oy:lle, ja sen tavoitteena oli kartoittaa pienvesien huomioimiseen liittyviä eri tahojen välisiä tiedonkulun ja vastuunjaon haasteita väylähankkeissa sekä ohjeistaa Itärata-hankkeen maastotyöntekijöitä norojen, purojen ja lähteiden huomioimisessa osana pohjatutkimuksia. Diplomityössä tehty maastotyöntekijöille suunnattu pienvesiin liittyvä toimintaohje oli osa Itäradalle keväällä 2026 pilotoitua maastotyöntekijöiden laajempaa luontoajokorttikoulutusta.

Kiitokset Itärata Oy:n suunnittelujohtaja Minna Weurlanderille työn mahdollistamisesta ja kiinnostuksesta pienvesiä kohtaan. Kiitokset työn ohjauksesta ja tuesta erityisesti Marjut Witikaiselle, Minna Leppäselle, Hannele Auviselle, Altti Kurjelle sekä muille työn ohjaamiseen osallistuneille. Erityiskiitokset myös työn haastattelututkimukseen osallistuneille henkilöille, jotka antoivat aikaansa ja arvokkaita näkemyksiään tutkimusta varten.

Lopuksi suurkiitos perheelle ja ystäville kannustuksesta diplomityöprosessin aikana.

Tampereella, 29.4.2026

Sanni Rautanen

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO 1
2. PIENVESIEN SUOJELUA OHJAAVA LAINSÄÄDÄNTÖ SUOMESSA 3
3. PIENVESIEN HUOMIOINTI KANSAINVÄLISESTI 5
4. PIENVEDET MAASTOSSA 7
4.1 Pienvesien ekologinen rooli 7
4.2 Pienvesien määrittely ja tunnistaminen maastossa 8
4.2.1 Noro 8
4.2.2 Lähde 10
4.2.3 Tihkupinta 13
5. POHJA- JA KALLIOTUTKIMUKSET VÄYLÄHANKKEISSA 15
5.1 Pohjatutkimusten ohjelmointi 15
5.2 Pienvesien paikkatietoaineiston hyödyntäminen 16
5.3 Pohjatutkimusohjelman laadinta 17
5.4 Pohjatutkimusten teettäminen ja raportointi 19
5.5 Maaperäkairausmenetelmät 20
5.6 Näytteenotto 24
5.7 Pohjavesiputkien asennus 25
5.8 Pohjatutkimuskalusto 28
6. MATERIAALIT JA MENETELMÄT 31
6.1 Haastattelututkimus: vastuut pienvesistä väylähankkeessa 31
6.1.1 Haastateltavien valinta 32
6.1.2 Haastattelututkimuksen toteutus 33
6.2 Tapaustutkimus: Itärata 33
6.2.1 Hankkeen esittely 33
6.2.2 Pienvedet Itärata-hankkeessa 34
6.2.3 Itäradan luontoajokorttikoulutus 35
7. TULOKSET JA TULOSTEN TULKINTA 37
7.1 Tiedonkulun haasteet eri tahojen välillä väylähankkeessa 37
7.2 Vastuunjako suunnittelijoiden näkökulmasta 37
7.3 Vastuunjako pohjatutkijoiden näkökulmasta 40
7.4 Kehitysehdotukset tiedonkulun sujuvoittamiseksi 41
7.5 Toimintaohjeet pienvesien huomioimiseen 43
7.5.1 Tiedonkulun sujuvoittaminen Itärata-hankkeessa 43
7.5.2 Reittisuunnittelu ja pienvesien ylitykset maastossa 44
7.5.3 Ohjeet poikkeustilanteisiin 46
7.5.4 Pienvesien ennallistaminen 47
7.6 Itäradan luontoajokorttikoulutuksen jatkokehitys 49
8. JOHTOPÄÄTÖKSET 51
LÄHTEET 54

LIITE A: HAASTATTELUKYSYMYKSET POHJATUTKIJOILLE.....57
LIITE B: HAASTATTELUKYSYMYKSET SUUNNITTELIJOILLE 58
LIITE C: HAASTATTELUTUTKIMUKSEN TIETOSUOJASELOSTE 59
LIITE D: ITÄRADAN LUONTOAJOKORTTIKOULUTUKSEN PIENVESIOSIO 63

1. JOHDANTO

Purot, norot, lähteet ja tihkupinnat ovat luonnossa tavattavia pienvesimuodostumia, joiden määritelmät perustuvat vesilakiin. Eri pienvesiä yhdistää niille tyypillinen viileä ja kostea pienilmasto, mikä mahdollistaa ainutlaatuisen eliöstön kehittymisen. Pienvesillä onkin merkittävä rooli luonnon monimuotoisuuden kannalta, sillä pienvesimuodostumat ovat usein erilaisten uhanalaisten lajien elinympäristöjä. (Tolonen et al., 2019) Pienvesien merkittävä rooli monimuotoisuutta edistävinä luontotyyppeinä on tärkeää ottaa huomioon myös väylähankkeissa, joissa pohja- ja kalliotutkimuksia tehdään joskus hyvinkin luonnontilaisilla alueilla, missä herkkiä pienvesiä voidaan tavata.

Väylähankkeiden eri vaiheiden pohja- ja kalliotutkimusten suunnitteluun ja toteuttamiseen osallistuu useita eri osapuolia, joiden välinen viestintä ja kommunikaatio on merkittävässä roolissa pienvesien huomioimisessa. Pohja- ja kalliotutkimuksiin liittyy kuitenkin usein erilaisia tiedonkulun haasteita eri osapuolten, kuten tilaajan, suunnittelijoiden ja pohjatutkimukset suorittavan tahon välillä. Nämä tiedonkulun haasteet voivat osaltaan olla uhka pienvesikohteille maastossa. Eräs merkittävä tiedonkulun haaste on, etteivät kairaustyön suorittavat pohja- ja kalliotutkijat välttämättä tiedä, mitä pienvedet ovat tai miten ne erottuvat maastossa. Pohja- ja kalliotutkijoiden yleinen tietous pienvesistä ja niiden tunnistamisesta maastossa on yleisesti ottaen vielä hyvin vaihtelevaa. Tällöin kairavaunujen reittivalinnoissa maastossa ei ole otettu huomioon mahdollisia pienvesiä, minkä vuoksi norot, lähteet ja tihkupinnat saattavat päätyä kairakoneiden yliajamiksi. (Henkilökohtainen tiedonanto, 2026)

Tiedonkulkuhaasteen merkittävyyteen vaikuttaa olennaisesti myös se, kuinka hyvin norojen, lähteiden ja tihkupintojen osalta herkät alueet on tilaajan vaatimuksesta hankkeessa etukäteen kartoitettu, dokumentoitu ja viestitty pohjatutkimusohjelman tekevälle geosuunnittelijalle ja edelleen maastotyön suorittaville henkilöille. Tieto pienvesistä kulkee tilaajalta siten usean eri tahon, kuten suunnittelijan ja pohjatutkijan työnjohdon kautta lopulta työn maastossa suorittavalle pohjatutkijalle, minkä vuoksi riittävän selkeä kommunikaatio ja vastuujako eri tahojen välillä on tärkeää tiedonkulun varmistamiseksi ja pienvesikohteiden suojelemiseksi. (Henkilökohtainen tiedonanto, 2026)

Tämän työn tavoitteena on selvittää, mitkä ovat merkittävimmät tiedonkulun haasteet eri tahojen välillä ja mikä on tilaajan, suunnittelijan ja pohjatutkijan vastuu pienvesien huomioimisessa väylähankkeessa. Tiedonkulku- ja vastuuongelman selvittämiseksi osana diplomityötä tehdään haastattelututkimus, jonka tavoitteena on laatia kehitysehdotuksia eri tahojen välisiin tiedonkulkuhaasteisiin.

Työn tapaustutkimuskohteena tarkastellaan Itärata-hanketta, jonka pohjatutkimusurakoitsijalle tuotetaan osin haastattelututkimuksen tulosten pohjalta toimintaohjeet pienvesien huomioimisesta Itärata-hankkeessa. Toimintaohjeet sisältävät ohjeita reittivalintojen tekoon ja pienvesien mahdolliseen ylittämiseen koneilla maastossa. Lisäksi toimintaohje ohjeistaa, minne tulisi olla yhteydessä poikkeustilanteissa, joissa pienvesikohde vahingoittuu pohjatutkimustöiden aikana tai ennalta tunnistamaton pienvesikohde löytyy maastosta kesken töiden. Toimintaohjeen avulla luonnon monimuotoisuuden kannalta merkittävät pienvedet otetaan jatkossa entistä systemaattisemmin huomioon hankkeen pohja- ja kalliotutkimuksissa ja pienvesiin kohdistuvia riskejä saadaan pienennettyä.

Pienvesien huomiointiin liittyvä toimintaohje liitetään osaksi Itäradalla keväällä 2026 pilotoitavaa luontoajokorttikoulutusta, joka on hankkeen pohjatutkijoille ja muille maastotyöntekijöille suunnattu pakollinen perehdytys ennen maastotöiden alkua. Luontoajokorttikoulutus esittelee hankealueella esiintyviä luontoarvoja, niihin pohjatutkimusten kautta kohdistuvia uhkia sekä mahdollisia ehkäisy- ja lievennystoimenpiteitä, joiden avulla luontoarvoihin kohdistuvia uhkia voidaan ehkäistä maastotöiden aikana.

2. PIENVESIEN SUOJELUA OHJAAVA LAINSÄÄDÄNTÖ SUOMESSA

Suomessa pienvesien suojelu perustuu useaan eri lakiin, kuten vesi- ja metsälakeihin sekä ympäristönsuojelu- ja luonnonsuojelulakeihin. Lisäksi pienvedet on otettu huomioon EU:n luontodirektiiviin perustuvassa Natura 2000 -verkostossa, jonka tavoitteena on turvata verkoston luontotyyppien riittävä suojelutaso (Ympäristöministeriö, 2026). Pienvesien suojelua ohjaava lainsäädäntö Suomessa on esitetty alla olevassa taulukossa 1.

Taulukko 1. Pienvesien suojelua ohjaava lainsäädäntö Suomessa

Laki	**Aihe**
Ympäristönsuojelulaki 527/2014, §27	Jätevesien johtamisen luvanvaraisuus
Vesilaki 587/2011, §3 ja 11	Norojen ja lähteiden luonnontilaisuuden vaarantamiskielto
Metsälaki 1093/1996, §10	Lähteiden, purojen ja norojen monimuotoisuuden säilyttäminen
Luonnonsuojelulaki 9/2023, §34	Natura 2000-verkoston luontotyyppien heikentämiskielto

Ympäristönsuojelulaissa säädetään ympäristöluvasta, joka tulee olla myönnettynä ojan, lähteen tai noron pilaantumisen vaaraa aiheuttavaan toimintaan. Suomen vesilaki kieltää norojen ja lähteiden luonnontilaisuuden tai sen kaltaisuuden vaarantamisen. Metsälaki puolestaan säätää erityisen tärkeiden elinympäristöjen monimuotoisuuden säilyttämisestä. (Metsälaki 1093/1996, §10; Vesilaki 587/2011, §3 ja 11) Metsälain määrittelemiin erityisen tärkeisiin elinympäristöihin lukeutuu useita pienvesiympäristöjä, kuten lähteiden, purojen ja pysyvän vedenjuoksu-uoman muodostavien norojen välittömät lähiympäristöt (Metsälaki 1093/1996, §10). Metsälain mukaan erityisen tärkeät elinympäristöt ovat luonnontilaisia tai luonnontilaisen kaltaisia kohteita (Metsälaki 1093/1996, §10). Luonnontilaiset kohteet eivät ole altistuneet ihmisen toiminnan vaikutuksille.

Metsälaissa määritellyn erityisen tärkeäksi luokitellun pienvesiympäristön tunnistaminen maastosta ei ole kuitenkaan aina helppoa, koska luonnontilaisuuden raja voi joskus olla

häilyvä. Myös eri pienvesityyppien tunnistaminen maastosta on usein haastavaa. Pienvesityyppien ja niiden luonnontilaisuuden tunnistamisen keinoja kuvataan tarkemmin myöhemmin tässä työssä (luku 4).

Vesi- ja metsälakien lisäksi Suomessa pienvesien suojelua edistää EU:n luontodirektiiviin perustuva 5 miljoonan hehtaarin laajuinen Natura 2000 -verkosto, joka turvaa luontodirektiivin mukaisten luontotyyppien lajiston elinympäristöjä, joiden levinneisyysalue on pieni tai jotka ovat vaarassa hävitä (Airaksinen & Karttunen, 2001; Ympäristöministeriö, 2026). Luontodirektiivin liitteessä I on lueteltu direktiivin suojaamat luontotyypit, joiden esiintymistä, luonnontilaisuutta ja suojelutasoa EU:n jäsenvaltiot on velvoitettu kartoittamaan ja seuraamaan (Airaksinen & Karttunen, 2001). Jäsenvaltioiden tulee myös raportoida edellä mainituista toimista komissiolle kuuden vuoden välein (Ympäristö.fi, 2025).

Pienvesien osalta Natura 2000 -luontotyyppeihin kuuluvat lähteet ja purot (Airaksinen & Karttunen, 2001). Norot eivät ole osa Natura 2000 -verkostoa, vaikka ne ovat Suomessa vesilain perusteella suojeltuja.

Suomen luonnonsuojelulaissa kielletään Natura 2000 -verkostoon sisältyvien luontotyyppien luontoarvojen merkittävä heikentäminen. Jos harjoitettava toiminta heikentää merkittävästi Natura 2000 -verkostoon lukeutuvan alueen luontoarvoja, tulee toiminnasta vastaavan ilmoittaa siitä Lupa- ja valvontavirastoon, jos toiminta ei lähtökohtaisesti ole luvanvaraista. (Luonnonsuojelulaki 9/2023, §34)

3. PIENVESIEN HUOMIOINTI KANSAINVÄLISESTI

Pienvedet ovat myös kansainvälisesti tunnustettu arvokas luontotyyppi erityisesti tarjoamiensa ekosysteemipalveluidensa sekä haavoittuvuutensa takia (Biggs et al., 2017, p. 3). Kansainvälisissä julkaisuissa on kuitenkin todettu, ettei pienvesien toiminnasta ole kansainvälisesti vielä riittävästi tietoa, jotta niitä osattaisiin suojella tarpeeksi tehokkaasti. (Biggs et al., 2017, pp. 3–4) Pienvesien tilan heikentyminen ihmisen toiminnan kautta on huomattu kansainvälisellä tasolla jo yli 10 vuotta sitten (Kristensen & Globevnik, 2014, p. 281).

Tällä hetkellä pienvesiä suojellaan erilaisilla kansainvälisillä ohjaustoimilla. Yksi merkittävimmistä toimista on jo aiemmin mainittu EU:n luontodirektiiviin perustuva Natura 2000-verkosto, jonka kautta EU:n jäsenvaltiot ovat velvoitettuja suojelemaan arvokkaita pienvesiympäristöjä. (Kristensen & Globevnik, 2014, p. 281) EU-jäsenvaltioiden Natura-alueita voi tarkastella netistä EEA:n (European Environment Agency) ylläpitämällä Natura 2000 Viewer -sivustolla, missä voi hakusanoin tarkastella tiettyjen luontotyyppien, esimerkiksi lähteiden tai purojen, esiintymistä. Lisäksi sivustolla on tietoa jokaisen yksittäisen elinympäristön lajistosta, niihin kohdistuvista uhista ja niiden hallintakeinoista. (EEA, 2026)

EU:n luontodirektiivin Natura 2000-verkoston lisäksi lähteiden suojelua edistää kansainvälinen Ramsarin sopimus, joka velvoittaa 172 jäsenmaataan edistämään kosteikko- ja lähdeympäristöjen monimuotoisuutta (Pittock, 2021). Vuonna 1971 kirjoitettu sopimus oli ensimmäinen, joka käsitteli tietynlaisten luontotyyppien monimuotoisuuden säilyttämistä kansainvälisesti. Ramsar-alueiksi on nimetty ympäri maailmaa sopimuksen mukaiset kriteerit täyttäviä kosteikkoalueita, jotka ovat esimerkiksi lajistoltaan ainutlaatuisia tai harvinaisia. Ramsarin sopimus velvoittaa jäsenvaltioitaan muun muassa perustamaan Ramsar-alueille suojelualueita ja kieltämään alueen ekologisen tilan muuttamisen. Menetetty arvokas kosteikkoympäristö on sopimuksen mukaan korvattava vastaavanlaisella alueella muualla. (Larsson, 2004) Kaikki pohjoismaat Suomi mukaan lukien ovat mukana Ramsarin sopimuksessa (Ramsar, 2026).

Kansainvälisten sopimusten lisäksi Pohjoismaissa on olemassa pienvesiä käsittelevää lainsäädäntöä. Esimerkiksi Ruotsissa pienvesistä on maininta Ruotsin luonnonsuojelulakia (Miljöbalken) täydentävässä asetuksessa, jonka liitteessä 1 listataan suojeltavat luontotyypit, joihin kuuluvat muun muassa lähteet ja enintään kahden metrin levyiset

luonnonuomat, joihin voi todennäköisesti lukea norot ja purot. (Sveriges Riksdag, 1998) Norjan lainsäädännössä pienvesityyppejä ei mainita varsinaisesti nimellä. Norjassa on olemassa Suomen luonnonsuojelulain kaltainen biodiversiteettilaki (Naturmangfoldloven), joka 2. pykälänsä mukaan koskee Norjan maa-aluetta, vesistöjä sekä aluevesiä. Lain 4. pykälä säätää yleisesti luontotyyppien ja elinympäristöjen monimuotoisuuden turvaamisesta, mutta varsinaisista pienvesiekosysteemeistä laissa ei ole erillistä mainintaa. (Lovdata, 2026)

Pienvedet ovat siis lähteiden ja purojen osalta kansainvälisestikin huomioituja luontotyyppejä, joiden monimuotoisuuden suojelemiseksi on olemassa lainsäädäntöä ja sopimuksia. Norot ovat kansainvälisesti vielä tuntemattomampi käsite, mutta toivon mukaan nekin huomioitaisiin tulevaisuudessa esimerkiksi Natura 2000-verkostossa omana luontotyyppinään, kun tietous pienvesityypeistä ajan kuluessa lisääntyy kansainvälisesti.

4. PIENVEDET MAASTOSSA

Tässä luvussa kuvaillaan pienvesien ekologista roolia luonnossa sekä esitellään tarkemmat määritelmät norolle, purolle, lähteelle ja tihkupinnalle. Lisäksi kuvataan eri pienvesityyppien tunnistamisen pääpiirteet luonnossa eri vuodenaikoina jokaiselle pienvesiympäristölle ominaisten tunnuspiirteiden avulla.

4.1 Pienvesien ekologinen rooli

Noroilla, lähteillä ja tihkupinnoilla on merkittävä rooli luonnon vesitalouden ja monimuotoisuuden kannalta, sillä pienvesiympäristöille ominaiset piirteet luovat edellytykset ainutlaatuisen eliöstön ja kasvillisuuden kehittymiselle. Vaikka norot, lähteet ja tihkupinnat ovatkin erilaisia pienvesiympäristöjä keskenään, yhdistää niitä pienvesille tyypillinen viileä ja kostea pienilmasto, joka mahdollistaa moninaisen ja usein myös uhanalaisen kasvi- ja eläinlajiston syntymisen. (Tolonen et al., 2019) Lähteiden ja tihkupintojen lajistosta tekee uniikin erityisesti maan sisältä purkautuvan ravinteita ja mineraaleja sisältävän pohjaveden vaikutus. Suomen lähteissä elääkin niin sanottuja stygobiontteja eli vain pohjavesimuodostumissa tavattavia eliöitä, kuten värysmatoja ja hankajalkaisia. (Eskelinen & Juutinen, 2023)

Muiden pienvesien tavoin norot, lähteet ja tihkupinnat toimivat aktiivisessa yhteistyössä ympäristönsä kanssa tarjoamalla erilaisia ekosysteemipalveluita. Ekosysteemipalveluilla tarkoitetaan luonnon tuottamia aineellisia ja aineettomia palveluita, joista eliöt, kasvit ja viime kädessä ihmiset voivat hyötyä. Pienvesien tarjoamia tyypillisiä ekosysteemipalveluita ovat muun muassa veden puhdistaminen ravinteiden pidättämisen kautta, tulvasuojelu, kalatuotanto, elinympäristöjen ylläpito ja erilaiset virkistysmahdollisuudet. (Tolonen et al., 2019)

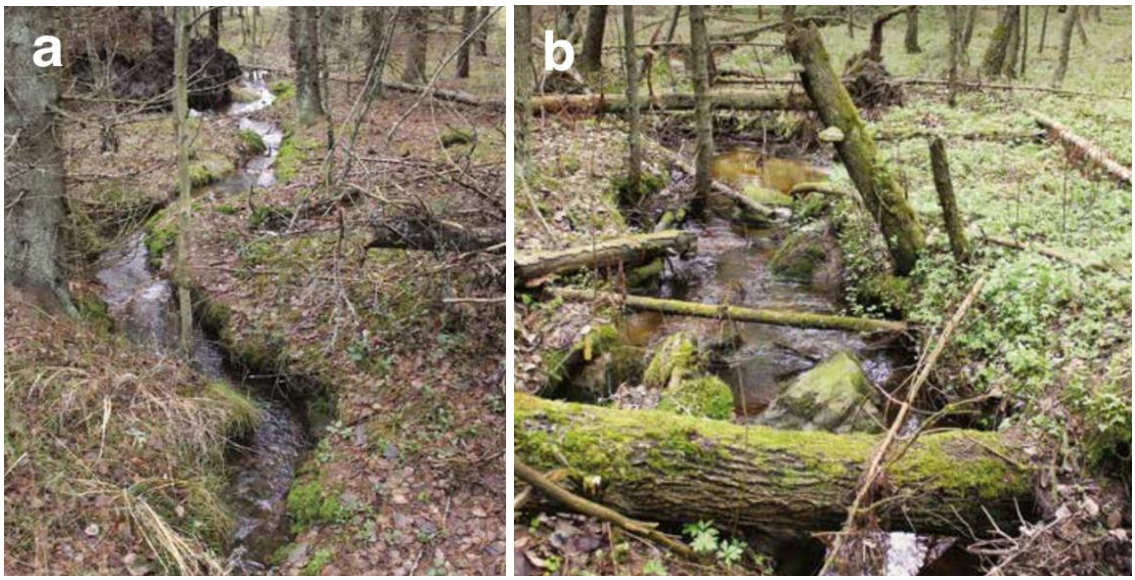
Vaikka pienvesiympäristöt ovatkin usein pienialaisia, niiden turvaaminen ja huomiointi on tärkeää uhanalaisten lajien häviämisen hidastamiseksi ja luonnon monimuotoisuuden ylläpitämiseksi. Pienvesialueet toimivat osaltaan ekologisina yhteyksinä laajempien luonnonsuojelualueiden välillä, mikä ylläpitää lajistollista vaihtelevuutta eri elinympäristöjen välillä. (Meriluoto & Soininen, 2002, s. 21)

4.2 Pienvesien määrittely ja tunnistaminen maastossa

Tässä työssä käsiteltävät norot, lähteet ja tihkupinnat luetaan yleisesti ottaen pienvesiin, jotka määritellään vesilaissa valuma-alueidensa koon ja muiden ominaispiirteidensä mukaan (Tolonen et al., 2019; Vesilaki 587/2011, §3 ja 11). Vaikka eri pienvesityyppien esiintymistä voikin etukäteen ennakoida alueittain maastokarttojen ja ilmakuvien avulla, perustuu pienvesien tunnistaminen maastossa pääosin jokaiselle pienvesityypille ominaisiin erityispiirteisiin sekä ympäröivässä maastossa vallitsevaan kasvillisuuteen. Tunnistaminen voi lisäksi perustua vain tietynlaisissa pienvesiympäristöissä viihtyviin ilmentäjälajeihin (Meriluoto & Soininen, 2002, s. 30). Seuraavissa alaluvuissa on esitetty norojen, lähteiden ja tihkupintojen määritelmät ja niiden tunnistustavat maastossa eri vuodenaikoina.

4.2.1 Noro

Noro on määritelmänsä mukaan puroa pienempi virtavesi, jonka valuma-alue on alle 10 neliökilometriä. Puroksi määritellään vastaavasti valuma-alueen kooltaan alle 100 neliökilometriä oleva vesiuoma, jossa virtaa jatkuvasti vettä ja myös merkittävin määrin kalaa. (Tolonen et al., 2019; Vesilaki 587/2011, §3 ja 11) Noron ja puron ero on usein häilyvä, mikä hankaloittaa niiden erottamista toisistaan maastossa. Alla olevissa kuvissa 1 a ja b noron ja puron erottaa toisistaan selkeästi uomien kokoero.



Kuva 1. (a) Luonnontilaisen kaltainen noro ja (b) luonnontilaisen kaltainen puro (Tolonen, 2019a)

Noron merkittävin purosta erottava tekijä on se, että noron virtaama on huomattavasti pienempi ja se on usein myös paikoin katkonaista. Norojen lajistossa ei esiinny kalojen ja rapujen tapaisia suurempikokoisia eliöitä. Norot myös kuivuvat säännöllisesti, mikä ei

ole puroille ominaista. Norot muodostuvat valuma-alueen pintavesiä keräten tai vaihtoehtoisesti lähdepurkaumista. Puroja ja noroja on Suomessa 100 000 km. (Meriluoto & Soininen, 2002, s. 49; Tolonen et al., 2019)

Noroja tavataan tavallisesti lajistoltaan monimuotoisissa elinympäristöissä, joihin lukeutuvat muun muassa lehdot, luhdat ja korvet. Virtaava vesi ei välttämättä aina ole näkyvissä, sillä se saattaa norua paksun sammalkerroksen seassa tai louhikossa. (Meriluoto & Soininen, 2002, s. 53) Luonnontilaisen noron uoma on tavallisesti mutkitteleva ja sen syvyys sekä leveys vaihtelee. Uoman rakenteen vaihtelevuutta ylläpitävät muun muassa uomassa lojuva puuaines, vaihteleva pohjan materiaali sekä virtausnopeuden vaihtelu, jota puu- ja kiviaines uomassa ylläpitävät. (Tolonen et al., 2019) Norojen luonnontilaan vaikuttavat heikentävästi valuma-alueen perkaukset ja ojitukset (Airaksinen & Karttunen, 2001).

Noroja ympäröivässä maastossa ja kasvillisuudessa on nähtävissä virtaveden vaikutus, sillä virtaus on kuluttanut maahan ympäristöä syvemmän painanteen, jonka ympärillä on kosteuserojen mukaisesti vaihtuvat kasvillisuusvyöhykkeet. Norojen uomaa varjostava puusto ja pensaisto sekä kostea pienilmasto luovat otolliset olosuhteet monimuotoisen lajiston kehittymiselle. Noroja ympäröivä puusto on usein kuusi- tai lehtipuuvaltaista ja lisäksi lähistöllä kasvaa saniaisia, ruohoja ja pensaita. Kosteassa ympäristössä viihtyvät myös virtavesille tyypilliset sammalet, esimerkiksi näkinsammalet. (Meriluoto & Soininen, 2002, s. 50; Tolonen et al., 2019)

Noron tunnistamista voi hankaloittaa se, etteivät norot aina erotu ympäröivästä maastosta selkeästi ja usein noron vaikutus ympäröivään kasvillisuuteen on vähäinen (Meriluoto & Soininen, 2002, s. 53). Noron rakenne saattaa olla katkonainen ja uoma voi kulkea osittain täysin maanalaisena piilonorona. Lisäksi norojen tunnistamista vaikeuttaa se, että noroja on viime aikoina muokattu esimerkiksi putkittamalla maa- ja metsätalouden tai muun maankäytön takia. Nämä toimet ovat vähentäneet luonnontilaisten norojen määrää Suomessa merkittävästi, mikä on luonnon monimuotoisuuden kannalta huolestuttavaa. Erityisesti Etelä-Suomessa luonnontilaisia noroja on jäljellä hyvin vähän. (Tolonen et al., 2019)

Talvisin norojen tunnistamista hankaloittaa erityisesti lumipeite, joka vaikeuttaa noroille tyypillisen kasvillisuuden havaitsemista. Talvella lumi voi olla kuitenkin painunut uoman kohdalla virtaavan veden vaikutuksesta, mikä saattaa paljastaa noron sijainnin. (Meriluoto & Soininen, 2002) Keväisin sulamisvesien aiheuttama kosteus voi hankaloittaa noron tunnistamista. Keväisin ja syksyisin noroille tyypillisen lajiston havaitseminen

on hankalampaa, minkä vuoksi tunnistaminen perustuu pääosin uoman sijainnin sekä ympäröivän maaston lehto- tai korpimaisuuden havaitsemiseen.

4.2.2 Lähde

Lähteellä tarkoitetaan avointa ja selkeärajaista pohjaveden purkautumispaikkaa, joka syntyy pohjaveden leikatessa maanpinnan tason. Lähdealueilla pohjavesi purkautuu maanpinnalle tai lähteestä voi alkaa puro. (Meriluoto & Soininen, 2002, s. 44; Tolonen et al., 2019)

Lähteiden määrittelyssä oleellista on lähteiden jako kolmeen eri ryhmään pohjaveden purkautumistavan perusteella: puro- allikko- ja hetteikkölähteet. Purolähteissä purkautuva pohjavesi muodostaa puron, kun taas allikkolähteille tyypillistä on purkautumispaikkaan muodostuva paikallinen lähdeallas. Vastaavasti hetteikkölähteissä pohjavesi purkautuu maanpinnan läpi laajemmalle alueella, jolloin muodostuu laajoja tihkupintoja, joka on erillinen hyvin pienialainen pienvesityyppi. (Kuusisto, 2014; Tolonen et al., 2019) Edellä kuvatut lähdetyypit on esitetty alla olevissa kuvissa 2, 3 ja 4.



Kuvat 2. Hiekkapohjainen purolähde (Eskelinen, 2026)



Kuva 3. Avovesipintainen allikkolähde (Eskelinen, 2026)



Kuva 4. Ohutturpeinen tihkupintalähteikkö (Eskelinen, 2026)

Vaikka lähteitä jaotellaankin pohjaveden purkautumistavan mukaan, tavallista on, että samalla alueella pohjavesi voi purkautua maanpinnalle eri tavoilla. Tällöin useat eri lähteet muodostavat laajempia lähteiköitä, joista on esimerkki kuvassa 5. Lähteiden tyypilliset ominaispiirteet riippuvat hyvin paljon lähteen virtaamasta sekä ympäröivästä kasvillisuudesta. Lähteitä on Suomessa 100 000–200 000 kappaletta. (Meriluoto & Soininen, 2002, s. 45; Tolonen et al., 2019)



Kuva 5. Luonnontilainen lähteikkö (Ilmonen, 2019)

Lähteitä ympäröivä maasto on tyypillisesti avointa ja vähäpuista maan pysyvän märkyyden takia. Suurimmat ja luontoarvoiltaan merkittävimmät lähteet muodostuvat tavallisesti alueille, missä on paljon pohjavesiesiintymiä. Tällaisia alueita on esimerkiksi harjumuodostumien rinteillä tai juurilla. Lähteiden vesi on aina kylmää pohjavesivaikutuksen vuoksi, ja luonnontilaisissa lähteissä pysyy aina vesi pohjavedenpinnan laskemisesta huolimatta. (Meriluoto & Soininen, 2002, s. 45) Lähteille ei siis ole tyypillistä noroille ominainen kausittainen kuivuminen. Luonnontilaisessa lähteessä esiintyy myös lähteille tyypillistä lajistoa. Luonnontilaisesta lähteestä ei myöskään harjoiteta vedenottoa eikä lähdettä ole ojitettu. (Airaksinen & Karttunen, 2001)

Norojen tavoin lähteille tyypillistä on ympäröivän puuston ja kasvillisuuden luoma kostea pienilmasto sekä vakaa lämpötila. Lähteiden monimuotoiseen lajistoon kuuluu useita

uhanalaisia hyönteis- ja sammallajeja. (Tolonen et al., 2019) Kasvilajiston osalta lähteiden tunnistamista helpottavat erityisesti sammalet, ruohot ja heinät. Lähteissä elää tyypillisesti useita pohjavesiriippuvaisia sammallajeja. (Eskelinen & Juutinen, 2023; Meriluoto & Soininen, 2002, s. 45)

Kesäisin lähteiden tunnistamista helpottaa lähteille tyypillisen kasvilajiston esiintyminen ja lähdettä ympäröivän maaston kosteus. Talvisin lähteille ominaisen lajiston tunnistaminen on haasteellisempaa lumipeitteen vuoksi. Pohjaveden vaikutuksesta tasalämpöisen pienilmaston ja jatkuvan virtaaman vuoksi lähteet pysyvät kuitenkin usein sulana talvisaikaan, mikä helpottaa lähteiden sijainnin havaitsemista myös talvisin. (Tolonen et al., 2019) Keväisin ja syksyisin suurempien lähteiden tunnistaminen on mahdollista sulana pysyvän lähdealtaan sekä ympäröivän vähäpuisen maaston ansiosta.

4.2.3 Tihkupinta

Tihkupinta on puolestaan ohutturpeinen pieni pohjavesivaikutteinen alue useimmiten rinteessä tai suon ja kivennäismaan vaihettumiskohdassa, josta pohjavettä tihkuu maanpinnalle. Tihkupinnalla ei ole kuitenkaan lähteelle ominaista selkeää veden purkautumisaukkoa eikä varsinaista avolähdettä muodostu. (Meriluoto & Soininen, 2002, s. 44; Tieteen termipankki, 2026)



Kuva 6. ja 7. Tihkupinnat (Tolonen, 2019c)

Tihkupinnan havaitseminen luonnossa on noroihin ja lähteisiin verrattuna hankalinta, sillä tihkupinnat ovat tyypillisesti hyvin pienikokoisia pohjavesivaikutteisia laikkuja maastossa eikä niiden kohdalla ole havaittavissa varsinaista pohjaveden purkauskohtaa, kuten lähteissä. Tihkupintoja tapaa tyypillisimmin lähteikköalueilla, missä tihkupinnat esiintyvät tavallisesti osana suurempaa hetteikkölähdettä (Eskelinen & Juutinen, 2023).

Näin ollen maastossa luonnontilaisten tihkupintojen tunnistamisessa pätevät samanlaiset periaatteet kuin lähteiden ja erityisesti tihkupintoja käsittävien hetteikkölähteiden kohdalla. Talvisin tihkupintojen tunnistaminen on kuitenkin käytännössä mahdotonta lumipeitteen alta. Lisäksi keväisin ja syksyisin maastossa vallitseva yleinen kosteus hankaloittaa tihkupintojen havaitsemista. Kesä on parasta aikaa erityisesti tihkupintojen, mutta myös muiden pienvesiympäristöjen tunnistamiseen, sillä ympäröivän maaston kasvilajiston tunnistaminen on tällöin helpointa (Meriluoto & Soininen, 2002, s. 30).

5. POHJA- JA KALLIOTUTKIMUKSET VÄYLÄ-HANKKEISSA

5.1 Pohjatutkimusten ohjelmointi

Pohja- ja kalliotutkimuksia tehdään väylähankkeen eri vaiheissa. Tutkimukset perustuvat eurooppalaisiin standardeihin ja spesifikaatioihin, ja niiden tavoitteena on selvittää muun muassa hankealueen maalajit, maakerrosrajat, maalajien routivuus ja tiiviys sekä pohjavedenpinnan taso. (Liikennevirasto, 2015; RT 10-10619, 1996) Pohjatutkimusten suunnittelu, tulkinta ja raportointi perustuu standardiin *SFS-EN 1997-2 Geotekninen suunnittelu* (Liikennevirasto, 2015). Väyläviraston hankkeissa noudatetaan lähtökohtaisesti Väyläviraston ohjeita.

Väylähankkeen käynnissä oleva vaihe vaikuttaa olennaisesti tehtävien pohjatutkimusten laajuuteen (Liikennevirasto, 2015). Väylähankkeen vaiheet jaotellaan tavallisesti neljään eri vaiheeseen: esiselvitys, yleissuunnitelma, tie- ja ratasuunnitelma sekä rakentamissuunnitelma (Väylävirasto, 2023). Esiselvitysvaiheen pohjatutkimukset tehdään siinä laajuudessa, että suunnitelmaratkaisujen toteuttamiskelpoisuutta on mahdollista arvioida. Esiselvitysvaiheen pohjatutkimusten laajuuteen vaikuttaa erityisesti se, onko alueelta saatavilla tarpeeksi olemassa olevia tutkimustuloksia vai tarvitaanko uusia pohjatutkimuksia. Esiselvitysvaiheessa käytetään yleensä alueellisia tutkimusmenetelmiä, kuten geofysikaalisia menetelmiä. (Liikennevirasto, 2015)

Yleissuunnitteluvaiheessa hankkeessa tulee olla tiedossa riittävät pohjasuhdetiedot eri suunnitteluvaihtoehtojen toteuttamisen arvioimiseksi. Jos pohjaolosuhteita ei voida riittävän tarkasti arvioida eikä vanhoja tutkimustuloksia ole saatavilla, tarvitaan uusia pohjatutkimuksia. Yleissuunnitteluvaiheessa pohjatutkimukset perustuvat geofysikaalisten menetelmien lisäksi kairauksiin ja maanäytteistä tehtäviin laboratoriomäärityksiin. (Liikennevirasto, 2015)

Tie- ja ratasuunnitelmavaiheessa pohjasuhteet selvitetään koko hankealueelta ja huomioon otetaan myös suunniteltavien väylien linjaukset. Tällöin rakenteet voidaan suunnitella tarpeeksi yksityiskohtaisesti, vaikka pohjarakenteet on mitoitettu vasta alustavasti. Tie- ja ratasuunnitelmavaiheen pohjatutkimustulosten avulla voidaan vertailla teknisesti ja taloudellisesti eri rakennevaihtoehtoja, mikä edellyttää kattavia pohjatutkimuksia. (Liikennevirasto, 2015)

Rakentamissuunnitelmavaiheessa pohjatutkimukset on tehtävä niin kattavasti, että kaikkien pohja- ja taitorakenteiden sekä maa- ja päällysrakenteiden suunnittelu ja mitoitus

on mahdollista. Rakentamissuunnitelmavaiheessa tehtävien tutkimusten suunnittelussa on tarkistettava, että edeltävässä suunnitteluvaiheessa geotekniset ympäristövaikutukset on riittävän kattavasti tutkittu. Erityisesti pohjatutkimusten mahdolliset vaikutukset pohjavedenpinnan tasoon tulee huomioida. (Liikennevirasto, 2015)

5.2 Pienvesien paikkatietoaineiston hyödyntäminen

Väylähankkeissa pienvesien huomioimiseksi on mahdollista hyödyntää netissä avoimesti saatavilla olevaa pienvesien paikkatietoaineistoa. Tähän mennessä avointa paikkatietoa lähteistä ja niiden luonnontilan muuttuneisuudesta on koottu muun muassa Maanmittauslaitoksen maastotietokantaan, joka on avoimesti saatavilla Paikkatietoikkunan kautta (Maanmittauslaitos, 2026b). Lisäksi avointa paikkatietoa erityisen arvokkaiden elinympäristöjen esiintyvyydestä on saatavilla Metsäkeskuksesta (Metsäkeskus, 2026).

Pinta-alaltaan suuremmista lähteistä paikkatietoa on siis saatavilla, mutta norojen ja tihkupintojen osalta tilanne on erilainen. Pienen koon, epätarkkarajaisuuden sekä kausikuivumisen takia noroja ja tihkupintoja ei ole esitetty perusmaastokartoilla, sillä ne eivät täytä Maanmittauslaitoksen karttalähteen kriteereitä (Eskelinen & Juutinen, 2023). Maastokartat kuvaavat pääasiassa liikenneverkkoa, rakennuksia, vesistöjä, maankäyttöä sekä maanpinnan topografiaa (Maanmittauslaitos, 2026a). Pienvesien osalta maastokartoista on mahdollista kuitenkin erottaa purot sekä suurempikokoiset lähteet.

Paikkatiedon vähyys hankaloittaa pienvesien huomioimista maankäytön suunnittelussa erityisesti väylähankkeissa. Pienvesien huomiointi ajoissa osana pohja- ja kalliotutkimusten suunnittelua on tärkeää, jotta ne voidaan ottaa huomioon pohjatutkimusohjelman laatimisessa ja tieto mahdollisten pienvesien sijainnista saavuttaa myös maastossa kairaustyön tekevän pohjatutkijan. Tarvittavia sijaintitietoja pienvesistä ei ole tavallisesti saatavilla pohja- ja kalliotutkimusten suunnitteluvaiheessa, jos niitä ei ole erikseen hankkeessa esimerkiksi luontokartoitusten kautta kartoitettu. Suomen pienvesistä suurin osa on vielä kartoittamatta, eikä pienvesien paikkatietoa löydy tällä hetkellä kootusti yhdestä paikasta (Eskelinen & Juutinen, 2023).

Maastotietoa mallinnetaan digitaalisesti jatkuvasti enemmän, minkä vuoksi Suomessakin olisi hyvä ottaa kehitysaskeleita pienvesien sijaintitiedon ja yleisesti geoteknisen tutkimustiedon esittämisessä kootusti yhdessä paikassa. Pohjoismaisessa mittakaavassa esimerkiksi Norjassa ollaan edelläkävijöitä geoteknisten tutkimustulosten esittämisessä. Norjan NADAG-järjestelmään on koottu geoteknisten tutkimusten tuloksia ja hydrologisia

havaintoja kartalle (NGU, 2026b). NADAG-järjestelmää ylläpitää Norjan kansallinen geologinen tutkimuskeskus NGU (Geological Survey of Norway) ja järjestelmän kartat ovat netissä avoimesti saatavilla (NGU, 2026a).

Digitaalisen maastotiedon yleistyessä on pienvesikartoituksissakin mahdollista alkaa hyödyntämään uusia teknologioita. Pienvesikartoituksissa voisi tulevaisuudessa hyödyntää esimerkiksi droneja tai väri-infrakuvia. Väri-infrakuvassa vesialueet näkyvät erittäin tummina ja kasvillisuus puolestaan kirkkaan punaisena, koska vesi absorboi lähi-infrapunasäteilyä, kun taas kasvit heijastavat sitä (Knipling, 1970). Pienvedet, erityisesti norot, ovat kuitenkin niin pienikokoisia, ettei niitä väri-infrakuvissa välttämättä erota, jos kuvausta ei tehdä riittävän matalalta. Lisäksi erityisesti kesäaikaan kasvillisuus ja puiden lehdet saattavat hankaloittaa pienvesien näkymistä kuvissa.

Pienvesien väri-infrakuvantamiselle toinen vaihtoehto voisi olla droneilla tehty lämpökamerakuvaus. Lämpökamerakuvassa pohjavesivaikutteiset pienvesikohteet näkyvät ympäristöään kylmempinä kohteina pienvesien viileän pienilmaston ja purkautuvan pohjaveden alhaisen lämpötilan takia (Hare et al., 2015). Pienvesien pienikokoisuuden takia myös dronekuvaus tulisi kuitenkin suorittaa riittävän matalalla, mikä ei ole usein mahdollista esimerkiksi puuston takia. Lämpökamerakuvausta pohjavesivaikutteisten tihkupintojen havaitsemisessa on jo tutkittu, mutta menetelmän laajempaa käyttöä rajoittaa vielä muun muassa kuvantamisen tekniset ongelmat (Mundy et al., 2016). Nykypäivän kehitysaskeleet maaston ja pienvesien mallinnusmenetelmissä ja geoteknisen sekä hydrologisen paikkatiedon keskittäminen yhteen paikkaan helpottaisivat pienvesien paikkatiedon hyödyntämistä esimerkiksi väylähankkeiden pohjatutkimusohjelmien laadinnassa.

5.3 Pohjatutkimusohjelman laadinta

Ennen pohjatutkimusohjelman laatimista määritellään kyseisen tutkimusvaiheen tavoitteet ja käytettävissä olevat resurssit aikatauluineen. Tämän jälkeen hankkeen geosuunnittelija laatii pohjatutkimusohjelman käytettävissä olevien lähtötietojen ja hankkeen tavoitteiden pohjalta. Lähtötietoja ovat muun muassa tutkimusalueen maa- ja kallioperäkartta, ilmakuvat, vanhat kartat, laserkeilausaineisto, mahdollinen aiempi tutkimusaineisto sekä maanomistajatiedot. (Liikennevirasto, 2015) Eurokoodin mukaan pohjatutkimusohjelmaa laadittaessa suunnittelijan vastuulla on perehtyä suunnittelualueeseen maastokäynnillä (SFS-EN 1997, 2004). Tämä ei kuitenkaan aina valitettavasti ole aikataulun puitteissa mahdollista.

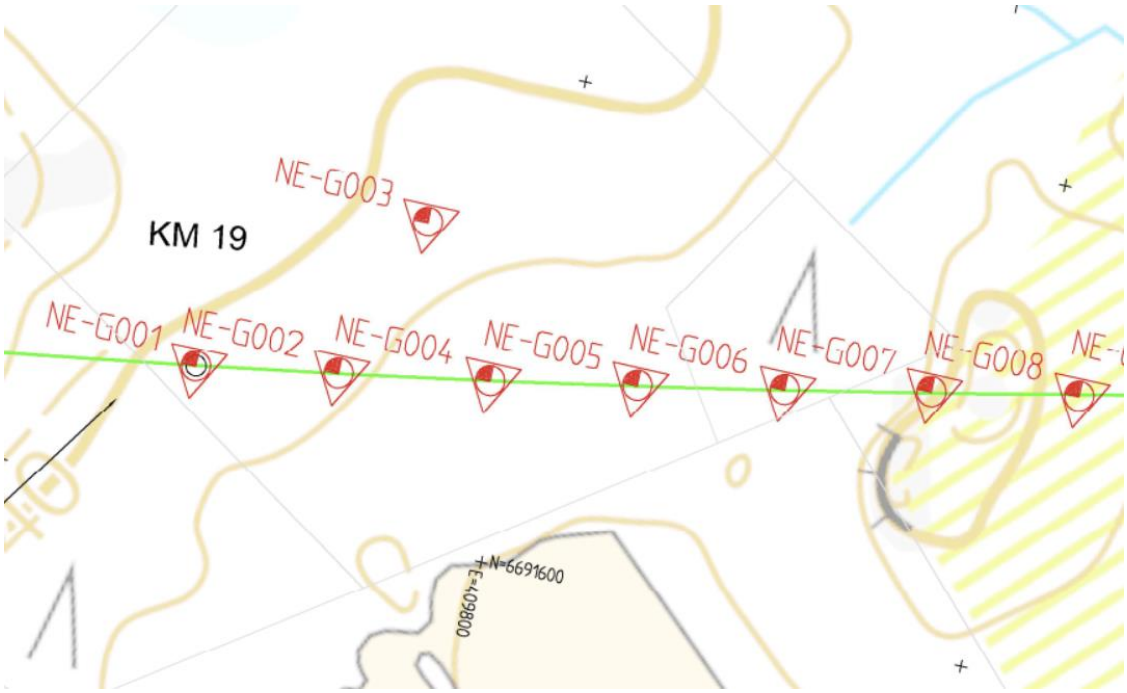
Valmiista pohjatutkimusohjelmasta tulisi selvitä muun muassa tutkimusten tavoitteet, tutkimusmenetelmät, kairauspisteiden sijainti, kairaus- ja näytteenottosyvyys, mahdollisten pohjavesiputkien ja koekuoppien suunniteltu sijainti, tiedossa olevat hankealueen ympäristöriskit, ohjeet tulosten raportoinnista sekä aikataulu. Kairauspisteiden sijoittaminen maastoon tehdään aina tapauskohtaisesti. Kairapisteiden sijoitustiheys ja lukumäärä riippuvat maaperän pohjasuhteista sekä topografiasta ja suunniteltavan väylän leveydestä. (Liikennevirasto, 2015; Tie- ja vesirakennushallitus, 1970) Valmis tutkimusohjelma toimitetaan pohjatutkimukset suorittavalle taholle, joka toteuttaa tutkimukset ohjelman mukaisesti. (Liikennevirasto, 2015)

Alla olevat kuvat 8 ja 9 ovat esimerkkejä työn tapaustutkimuksena toimivan Itärata-hankkeen suunnitteluvaiheen pohjatutkimusohjelmasta. Kuvassa 8 on esitetty pohjatutkimusohjelman kairauspisteiden numerot, koordinaatit ja kussakin pisteessä tehtävät tutkimusmenetelmät. Kuvassa 9 pohjatutkimusohjelman mukaiset kairauspisteet on merkitty punaisilla symboleilla pohjatutkimuskartalle vihreällä merkityn ratalinjan varrelle.

Itärata AYS
Pohjatutkimusohjelma
NE-linjaus Kmv 19+000 - 27+300 ja K-linjaus Kmv 26+500-35+000
11.2.2026
KOORDINAATTIJÄRJESTELMÄ TM35 KORKEUSJÄRJESTELMÄ N2000

Numero	x	y	Porakonekairaus	Puristinheijarikairaus	Painokairaus	Siipikairaus	CPTU-kairaus	Näyte häiriintynyt	Näyte häiriintymätön	Pohjavesiputki
NE-G001	6691653.26196053	409669.505504671		X						
NE-G002	6691662.80291606	409726.90719049		X						
NE-G003	6691730.62202999	409749.466503474								X
NE-G004	6691672.95546048	409787.878500154		X						
NE-G005	6691683.90680303	409846.877694227		X						
NE-G006	6691694.98560066	409905.850882993		X						
NE-G007	6691706.87120191	409964.475341008		X						
NE-G008	6691717.89750466	410023.655538464	X	X						

Kuva 8. Ote Itärata-hankkeen pohjatutkimusohjelman kairauspistetaulukosta (Itäradan sisäinen aineisto, 2026)



Kuva 9. Ote Itärata-hankkeen pohjatutkimuskartasta, johon on punaisella merkitty kairauspisteet vihreän ratalinjan varrella (Itäradan sisäinen aineisto, 2026)

5.4 Pohjatutkimusten teettäminen ja raportointi

Ennen pohjatutkimusten aloittamista pohjatutkimukset suorittavalla taholla tulee olla hallussaan geosuunnittelijan tekemä pohjatutkimusohjelma ja sen edellyttämä kalusto sekä pätevyydet, työn toteutusta varten hankkeen turvallisuusasiantuntijan hyväksymät turvallisuussuunnitelmat, tiedot alueen pora- ja maalämpökaivoista sekä ilmassa tai maassa kulkevista kaapeleista, alueen ympäristönsuojeluvaatimukset sisältäen tiedot arvokkaista elinympäristöistä, suojelluista lajeista ja muinaismuistoista, tiedot alueella pidetyistä katselmuksista, yhteystiedot maanomistajiin sekä tiedot alueen ympäristöriskeistä, jotka liittyvät esimerkiksi kairauksissa mahdollisesti käytettäviin huuhteluaineisiin. (Liikennevirasto, 2015)

Maastossa pohjatutkija aloittaa pohjatutkimukset kairauspisteiden sijainnin merkinnällä maastoon, kairauskaluston reitin suunnittelulla ja kulkureittien raivauksella. Tela-alustaiset kairakoneet tuodaan koosta riippuen kohteelle tyypillisesti kuorma-auton lavalla, peräkärryllä, trailerilla tai lavetilla. Joskus kairauspisteille pääsemiseksi kairavaunujen reittiä täytyy raivata esimerkiksi oksia katkomalla tai puita kaatamalla. Mahdolliset puunkaadot on sovittava etukäteen maanomistajan kanssa. Kun kairauskalusto on ajettu kairauspisteelle, tehdään tutkimukset pohjatutkimusohjelman määrittelemillä menetelmillä. Tämän jälkeen siirrytään seuraavaan pisteeseen. Kohteelta poistutaan etukäteen suunniteltua reittiä pitkin ja kairauskalusto kuljetetaan pois.

Pohjatutkimukset suorittava taho tuottaa tutkimusten tuloksista toimeksiantajalle pohjatutkimusraportin, joka on tutkimusten yhteenveto ja tiedonsiirtoväline toimeksiantajalle ja esitieto seuraavien vaiheiden suunnittelijoille. Pohjatutkimusraportti koostuu yhdestä tai useammasta pohjatutkimustöiden työraportista ja liitteenä olevista tutkimustuloksista ja niiden arvioinnista. Lisäksi pohjatutkimusraportti arvioi pohjatutkimusohjelman tavoitteiden saavuttamista ja tutkimusten mahdollisia puutteita. Pohjatutkimusten raportointi pohjautuu standardiin SFS-EN 1997-2: Geotekninen suunnittelu. Osa 2: Pohjatutkimukset ja koestus. (Liikennevirasto, 2015)

Pohjatutkimuksen työraporttiin sisältyy muun muassa projektin yleistiedot, pohjatutkimustöiden vastuuhenkilöt, tiedot tutkimuskalustosta, tiedot kairausten suorittamisesta, työtä varten haetut luvat ja pidetyt katselmukset, työnaikaiset liikennejärjestelyt, tutkimustyön aikaiset ympäristövahingot, yhteenveto tutkimuksista ja tiedot tutkimusaineiston säilytyksestä ja luovutuksesta. Pohjatutkimuksen työraportin liitteisiin liitetään muun muassa koekuoppatutkimuspiirustukset, pohjavesiputkikortit, seurantamittauslaitteiden, kuten maaperän liikettä mittaavien inklinometrien, asennustiedot ja kaivokortit. (Liikennevirasto, 2015)

5.5 Maaperäkairausmenetelmät

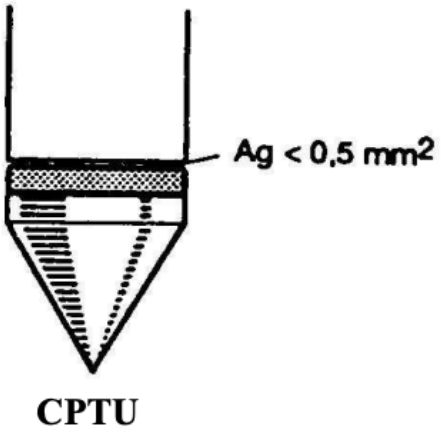
Kairausmenetelmät perustuvat siihen, että maan ominaisuuksia arvioidaan kairaustangon tunkeutumisvastuksen eli tangon etenemiseen tarvittavan työmäärän perusteella. Tunkeutumisvastuksen ja muiden mitattavien parametrien perusteella arvioidaan maa- ja kallioperän rakennetta kuvaavia ominaisuuksia. (Kairausopas I, 1981) Tässä luvussa on esitelty yleisimmät Suomessa käytettävät maaperäkairausmenetelmät: paino-, puristin-, heijari-, puristinheijari-, siipi- ja porakonekairaus.

Painokairausta käytetään pääosin maakerrosrajojen ja maakerrosten rakenteen likimääräiseen määrittämiseen. Painokairauskalustoon kuuluu olennaisena osana painot, tangot, liitostapit sekä kairauskärki. (Kairausopas I, 1981, s. 4)

Nykyään painokairaus suoritetaan pääosin koneellisesti, jolloin painokuormitus tulee koneen oman painon kautta. Yleensä koneella säädetään tankoihin automaattisesti 1 kN kuormitus. Kairauksen aikana kone pyörittää kuormitettuja tankoja tavallisesti 30 kierroksen minuuttinopeudella. Koneet keräävät tiedot puolikierrosten määrästä, tankojen tunkeumasta ja kuormituksesta automaattisesti. Kairaus päättyy, kun kaira ei enää tunkeudu syvemmälle esteen takia tai kun annettu kairaussyvyys on saavutettu. (Kairausopas I, 1981, s. 5)

Puristinkairaus sopii pääasiassa koheesiomaalajien ja löyhien kitkamaiden tutkimiseen. Se mittaa kärkivastusta, vaippakitkaa sekä kairaussyvyyttä. Menetelmässä kaira puristuu 20 mm/s vakionopeudella maahan ja mitattavat parametrit tallentuvat sähköisesti noin 0,01–0,02 metrin välein. **CPTU-menetelmässä** mitataan edellisten parametrien lisäksi huokosveden painetta. (Kairausopas VI, 2001, s. 7–9)

Puristinkairauskalusto koostuu muun muassa kairan kärkikartiosta, mahdollisesta suodattimesta, CPTU-mittauksen kohdalla huokospaineanturista, kitkahylsystä sekä kairan sisäosan mitta-antureista. Kärkikartio on poikkipinta-alaltaan 1000 mm^2, halkaisijaltaan 35,7 mm ja kärkikulmaltaan 60°. (Kairausopas VI, 2001, s. 9)



Kuva 10. CPTU-kairan kärki (Kairausopas VI, 2001, s. 19)

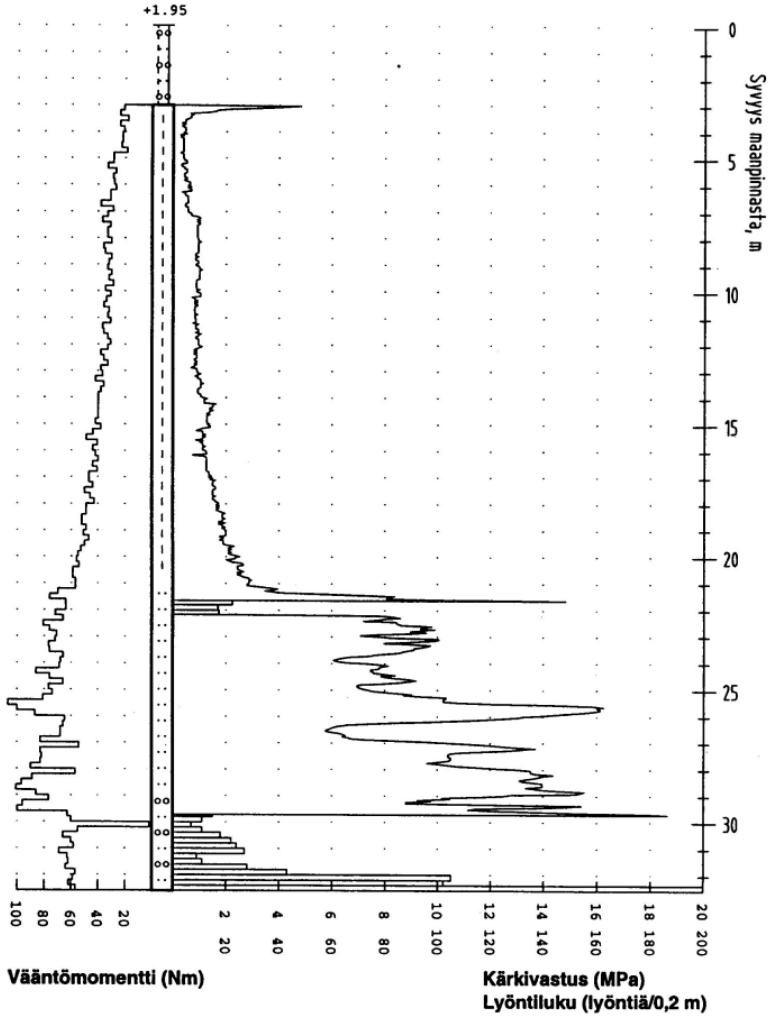
Heijarikairausta käytetään lähinnä karkearakeisissa muodostumissa. Menetelmää käytetään myös moreenimaihin, vaikkakin hyvin kivinen moreenimaa hidastaa kairan tunkeutumista merkittävästi. Heijarikairauksella saadaan selville kiinteän pohjakerroksen yläpinnan sijainti ja maakerrosten tiiviys sekä suuntaa antavasti kallion pinta. Heijarikairausta käytetään tyypillisesti silloin, kun painokairauksella ei päästä riittävästi tunkeutumaan maahan. (Kairausopas I, 1981, s. 9)

Ennen vapaapudotuskairauksen aloittamista tangot työnnetään pehmeiden maakerrosten läpi, kunnes niitä ei enää käsivoimin saada syvemmälle. Kairauskoneen on oltava riittävästi tuettu ja vakaa kairauksen aikana, eikä tankoja saa päästää vääntymään. Vapaapudotusheijarikairauksessa massaltaan 63,5 $\pm$ 1,0 kg heijari pudotetaan vakiokorkeudelta 0,50 $\pm$ 0,03 m lyöntialustalle ja lyöntien lukumäärä merkitään käsin tehtävässä kairauksessa manuaalisesti pöytäkirjaan 0,2 metrin välein. (Kairausopas I, 1981, s. 9–10) Nykyään käsityön osuus on kuitenkin vähäisempää ja tangot puristetaan koneellisesti pehmeiden kerrosten läpi. Kairavaunuun yhdistetty tietokone tekee merkinnät automaattisesti.

Heijarikairauskalustoon sisältyvät heijari, kairauskärki, putki- tai umpitangot sekä liitostapit. Heijarikairauksessa lyöntinopeuden on oltava 20–60 lyöntiä minuutissa, tyypillisimmin kuitenkin 30 lyöntiä minuutissa. (Kairausopas I, 1981, s. 9)

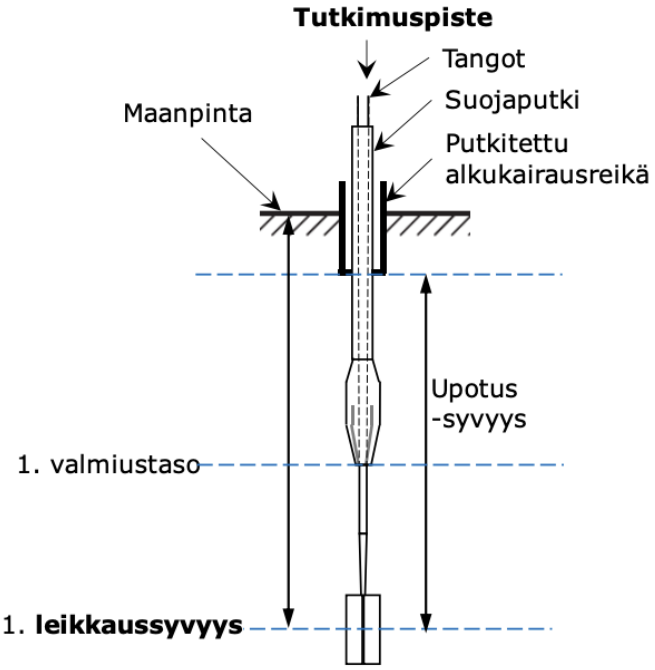
Puristinheijarikairaus on pehmeiköille soveltuva, mekaanisen puristinkairauksen ja vapaapudotusheijarikairauksen yhdistelmä, jonka avulla voidaan arvioida muun muassa maan kitkakulmaa, suhteellista tiiviyttä ja kokoonpuristuvuusominaisuuksia. Puristinheijarikairaus aloitetaan puristinkairauksella, kunnes noin 30 kN suuruinen maksimipuristusvoima on saavutettu. (Kairausopas VI, 2001, s. 61)

Tämän jälkeen vaihdetaan heijarikairaukseen. Heijarikairausvaiheessa kairatankoja pyöritetään vakionopeudella ja lisäksi heijaria pudotetaan vakiotaajuudella. Kun kokonaislyöntiluku on ≤ 5 yli 0,4 metrin matkalla, heijarivaiheesta siirrytään takaisin puristinkairaukseen. Puristinheijarikairaus päätetään kuitenkin aina heijarikairaukseen. (Kairausopas VI, 2001, s. 61)



Kuva 11. Puristinheijarikairauksen kairausdiagrammi (Kairausopas VI, 2001, s. 62)

Siipikairausmenetelmä sopii hienorakeisten maalajien, kuten saven ja siltin leikkauslujuuden *in situ* -määritykseen. Siipikaira muodostuu neljästä toisiaan vastaan kohtisuorassa olevasta levystä, joka upotetaan häiriintymättömään maahan ja siipeä kierretään vakionopeudella. Leikkauslujuuden arvo perustuu siiven kiertämiseen vaadittavaan momenttiin ja siipilevyjen leikkautumispinnan pinta-alaan. Kun mittaus toistetaan häiritylle maalle, saadaan määritettyä häirityn tilan leikkauslujuus. (Kairausopas II, 1999, s. 1)



Kuva 12. Siipikaira (Kairausopas II, 1999)

Porakonekairausta käytetään pääasiassa kalliopinnan määritykseen, mutta menetelmää voidaan käyttää myös kallion pintanäytteenottoon ja pohjavesiputkien asennukseen. Porakonekairauskalusto koostuu porakoneen lisäksi syöttölaitteesta ja alustasta, kairatankojen tukkeutumisen estävästä huuhtelulaitteesta sekä erilaisista apu- ja suojalaitteista melunvaimennusta ja pölynkeräystä varten. (Kairausopas V, 1986, s. 3)

Porakonekairauksen aikana kairatankoja painetaan maahan porakoneen isku- ja pyöritysmekanismin avulla. Kairaus ulotetaan kalliopintaan saakka ja edelleen 3 metriä kallion sisään kalliopinnan varmistamiseksi. Kalliopinta saavutetaan, kun porakruunun tunkeutumisnopeus alenee selvästi, porausääni muuttuu ja kairausreiän huuhteluilman mukana kulkeutuu kivipölyä. Kairauksen päätyttyä kairatangot nostetaan syöttömoottorin avulla ylös ilmahuuhtelua pysäyttämättä. (Kairausopas V, 1986, s. 5)

5.6 Näytteenotto

Kairausten lisäksi tietoa alueen maakerrosten maalajeista ja niiden geoteknisistä ominaisuuksista saadaan maa- tai kallionäytteiden laboratoriotutkimuksista. Vaadittava näytteiden määrä riippuu kohteen geologisten olosuhteiden vaihtelevuuden lisäksi suunniteltavasta rakenteesta. (Kairausopas III, 2023, s. 1) Näytteenottomenetelmä ja -kalusto riippuvat näytteenottokategoriasta (A-E), joka määräytyy tarvittavan laatuluokan (1–5) mukaan. Laatuluokka määräytyy sen perusteella, mitä parametreja maaperänäytteestä selvitetään. (Kairausopas III, 2023, s. 7) Maanäytteen laatuluokat ja niitä vastaavat näytteenottokategoriat on kuvattu alla olevassa taulukossa 2.

Taulukko 2. Maanäytteen laatuluokat ja soveltuvat näytteenottokategoriat (Kairausopas III, 2023, s. 10)

Ominaisuudet, jotka voidaan määrittää laboratoriossa	**Maanäytteen laatuluokat**				
Maakerrosten tunnistus	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Maalaji (silmämääräinen)	x	x	x	x	x
Maalajien kerrostumisjärjestys (likimain)	x	x	x	x	x
Maakerrosrajat karkealla tarkkuudella	x	x	x	x	
Tarkat maakerrosrajat (ml. kerrallisuus)	x	x			
Luokitusominaisuudet					
Rakeisuus (raekoko)	x	x	x	x	
Humuspitoisuus, kiintotiheys, Atterbergin rajat	x	x	x	x	
Proctor-tiiviys (tiiviysaste ja maksimitilavuuspaino)	x	x	x	x	
Vesipitoisuus	x	x	x		
Geokemialliset tutkimukset [b)]	x	x	x		
Hydrauliset ominaisuudet ja huokoisuus					
Vedenläpäisevyys ja kapillaarisuus [a)]	x	x			
Tilavuuspaino, irtotiheys, huokoisuus, suhteellinen tiiviys	x	x			
Lujuus- ja muodonmuutosominaisuudet					
Suljettu leikkauslujuus ja häiriintymisherkkyys	x				
Leikkauslujuusparametrit (koheesio ja kitkakulma) [a)]	x				
Muodonmuutos- ja painumaominaisuudet [a)]	x				
Näytteenottokategoriat	**A**				
		B			
			C		
				D	
					E

[a)] Lujuus- ja muodonmuutosominaisuudet, vedenläpäisevyys sekä kapillaarisuus voidaan määrittää karkearakeisille maalajeille ja moreenimaalajeille käyttäen kategorian C tai D näytteitä, jotka on tiivistetty haluttuun kuivatilavuuspainoon tai tietyllä tiivistystyöllä.

[b)] Kemiallisista tutkimuksista riippuen myös laatuluokka 4 voi olla riittävä (kategoria D). Huom: pH:n määritys tulee aina tehdä mahdollisimman pian näytteenoton jälkeen (tarpeen mukaan varmistus kenttämittauksin).

Maaperänäytteet jaetaan karkeasti häiriintymättömiin ja häiriintyneisiin näytteisiin (Jääskeläinen, 2011, s. 274). Eurokoodissa määritellään tarkemmin näytteenottoluokat ja näytteen laatuluokat (SFS-EN 1997, 2004). Häiriintymättömiä näytteitä käytetään labo-

ratoriossa suoritettaviin lujuus- ja muodonmuutoskokeisiin. Häiriintyneistä näytteistä selvitetään tyypillisesti muun muassa näytteen vesipitoisuus, rakeisuus ja tarvittaessa myös humuspitoisuus. (Jääskeläinen, 2011, s. 274) Häiriintymättömiä näytteitä otetaan tyypillisesti mäntäkairalla muovisiin tai teräksisiin näyteputkiin. Näytteitä voidaan ottaa myös ohutseinäisiin ruostumattomiin putkimaisiin ottimiin, jotka koekuopan pohjalta puristetaan maahan käsivoimin tai koneavusteisesti. Häiriintyneitä näytteitä voidaan puolestaan ottaa maanpinnasta lapiolla tai läheltä maanpintaa erilaisilla kairoilla, kuten kierre-, pienoismäntä-, lusikkamäntä- tai kannukairalla. (Jääskeläinen, 2011, s. 276–277)

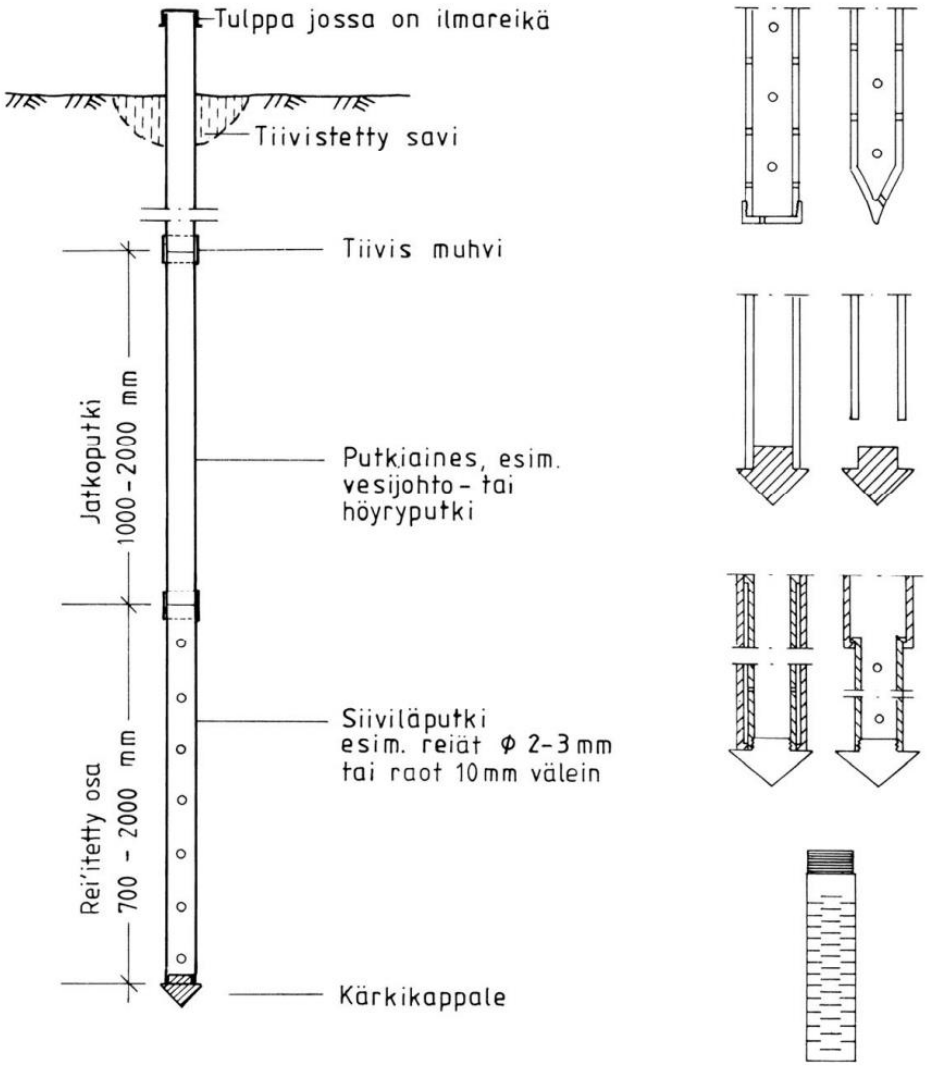
5.7 Pohjavesiputkien asennus

Rakennuskohteen pohjatutkimuksiin kuuluu aina pohjavedenpintaan liittyvä selvitys, koska pohjatutkimusten teko ja rakentaminen voivat aiheuttaa muutoksia pohjaveden pinnantasossa (Kairausopas IV, 1987, s. 9). Pohjavedenpintaa tulisi havainnoida vähintään vuoden ajan, mutta usein hankkeiden aikataulut vaativat lyhyempiä tarkastelujaksoja (Jääskeläinen, 2011, s. 280). Pohjavesiputkien sijoittamiseen alueelle vaikuttaa erityisesti alueen pohjaveden merkitys (esim. onko luokiteltu pohjavesialueeksi), alueen pohjasuhteet, kohteen ympäristön asettamat vaatimukset ja mahdollinen aikaisempi tutkimusaineisto. Havaintoputkia pyritään sijoittamaan jokaiseen kalliokynnysten rajoittamaan pohjavesialtaaseen niin, etteivät ne tuhoudu töiden aikana ja niistä pystytään tekemään mittauksia ja mahdollista näytteenottoa. (Kairausopas IV, 1987, s. 9)

Pohjavesiputkien suunnittelussa on tunnistettava orsiveden ja paineellisen pohjaveden esiintyminen. Maaperässä vettä läpäisevien kerrosten välissä on usein vesitiivis kerros, jonka yläpuolella oleva vesi on orsivettä ja alapuolella oleva vesi pohjavettä (Kairausopas IV, 1987, s. 5). Paineellisen pohjaveden mahdollinen esiintyminen on huomioitava pohjavesiputkien pituudessa, siiviläosan sijoittamisessa ja tulppaamisessa. Pohjavesi on paineellista silloin, kun se rajoittuu pohjavesivyöhykkeen yläpuolella olevaan tiiviiseen maakerrostumaan. Jos havaintoputki asennetaan paineellisen pohjaveden alueelle, vedenpinta nousee havaintoputkessa yli maanpinnan tason, joskus kovallakin paineella. (Jääskeläinen, 2011, s. 280; Kairausopas IV, 1987, s. 5)

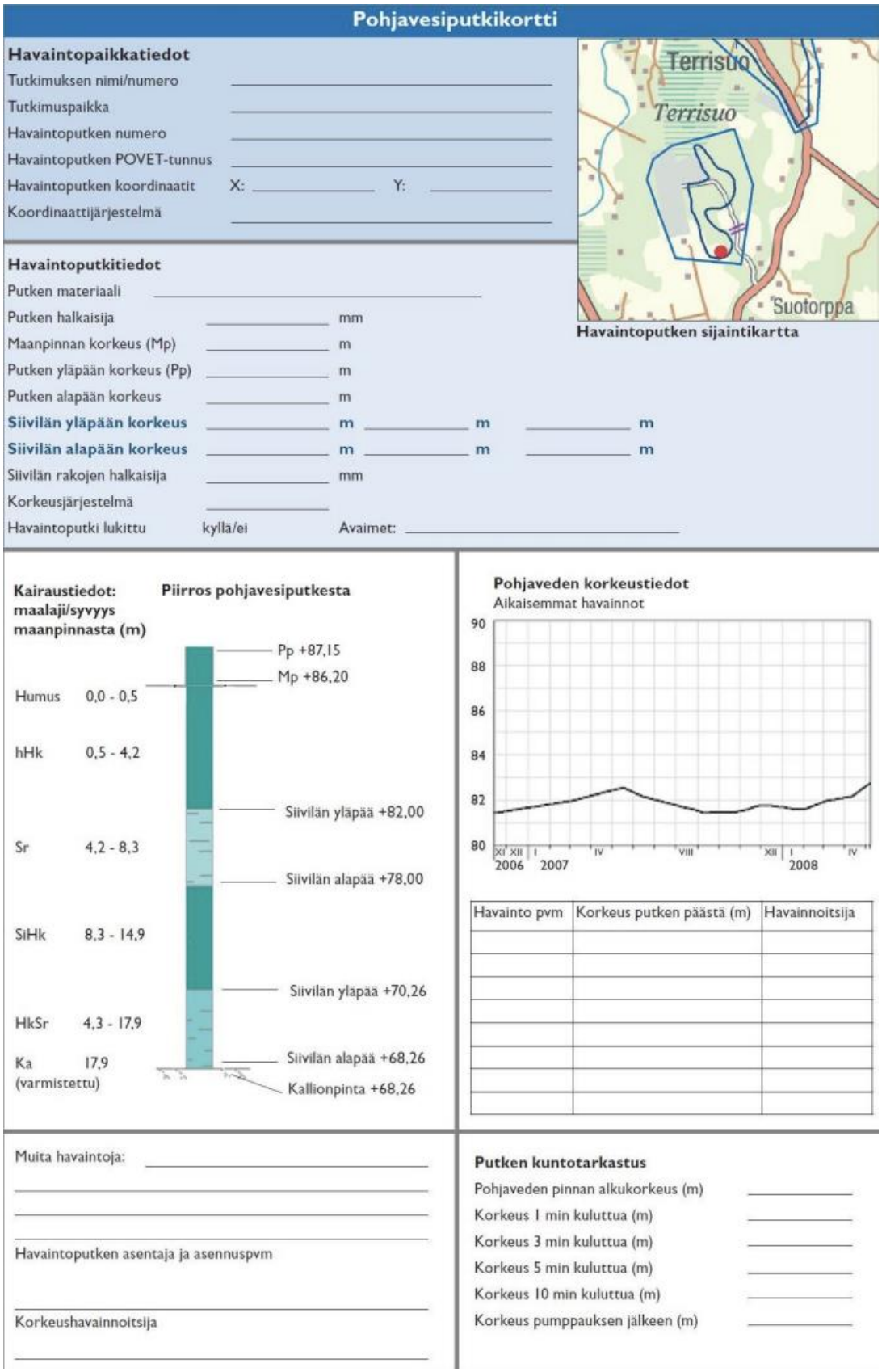
Pohjaveden havaintoputkien asennus tehdään porakonekairauskalustolla. Asennuksessa voidaan käyttää suoraan havaintoputkeksi asennettavaa avo- tai umpikärkistä metalliputkea tai vaihtoehtoisesti työputken sisälle asennettavaa muovista havaintoputkea. (Kairausopas V, 1986, s. 6) Nykyään käytössä ovat yleisimmin muoviset havaintoputket, joiden avulla vedenlaadun seuranta on luotettavampaa.

Jokaiseen havaintopisteeseen asennetaan havaintoputki jokaista erillistä merkittävää vettä läpäisevää maakerrostumaa kohden. Vettä läpäisevä kerrostuma tarkoittaa tässä yhteydessä useammasta maakerroksesta muodostunutta kerrostumaa, joka on lähes läpäisemättömien maakerrostumien, kuten saven tai kallion rajaama. Havaintoputken siiviläosa asetetaan kerrostuman parhaiten johtavaan kerrokseen, kuten hiekka- tai sorakerrokseen. Tätä varten on alueen maakerrosrajat oltava selvitettynä kairauksilla. (Jääskeläinen, 2011, s. 280; Kairausopas IV, 1987, s. 9)



Kuva 13. Pohjavesiputki ja erilaisia kärkityyppejä (Kairausopas IV, 1987, s. 11)

Putken tulisi ulottua noin metrin maanpinnan yläpuolelle, ja putken yläpäähän asennetaan lukittavalla kannella varustettu suojaputki. Putken yläosaan merkitään putken numero ja yläreunan korkeustaso. Lopuksi putkesta laaditaan alla olevan kuvan 14 mukainen pohjavesiputkikortti ja putken sijainti merkitään kartalle. (Jääskeläinen, 2011, s. 280; Kairausopas IV, 1987, s. 10–11)



Pohjavesiputkikortti

Havaintopaikkatiedot

Tutkimuksen nimi/numero _____

Tutkimuspaikka _____

Havaintoputken numero _____

Havaintoputken POVET-tunnus _____

Havaintoputken koordinaatit X: _____ Y: _____

Koordinaattijärjestelmä _____

Havaintoputken sijaintikartta

Havaintoputkitiedot

Putken materiaali _____

Putken halkaisija _____ mm

Maanpinnan korkeus (Mp) _____ m

Putken yläpään korkeus (Pp) _____ m

Putken alapään korkeus _____ m

Siivilän yläpään korkeus _____ m _____ m _____ m

Siivilän alapään korkeus _____ m _____ m _____ m

Siivilän rakojen halkaisija _____ mm

Korkeusjärjestelmä _____

Havaintoputki lukittu kyllä/ei Avaimet: _____

Kairaustiedot: maalaji/syvyys maanpinnasta (m)

Piirros pohjavesiputkesta

Pohjaveden korkeustiedot

Aikaisemmat havainnot

Havainto pvm	Korkeus putken päästä (m)	Havainnoitsija

Muita havaintoja: _____

Havaintoputken asentaja ja asennuspvm

Korkeushavainnoitsija

Putken kuntotarkastus

Pohjaveden pinnan alkukorkeus (m) _____

Korkeus 1 min kuluttua (m) _____

Korkeus 3 min kuluttua (m) _____

Korkeus 5 min kuluttua (m) _____

Korkeus 10 min kuluttua (m) _____

Korkeus pumppauksen jälkeen (m) _____

Kuva 14. Esimerkki pohjavesiputkikortista (SYKE, 2026)

5.8 Pohjatutkimuskalusto

Edellä kuvatut kairausmenetelmät voidaan nykyään pääosin toteuttaa samalla tela-alustaisella monitoimikairakoneella. Monitoimikairakoneiden kuormitusta voidaan hydraulisesti muuttaa ja kairatankojen paksuutta vaihdella, minkä vuoksi monitoimikairakoneet soveltuvat monipuolisesti eri pohja- ja kalliotutkimuksiin. Monitoimikairat keräävät ja tallentavat mittaustulokset automaattisesti (Kairausopas I, 1981, s. 6). Monitoimikairakoneita on olemassa erikokoisia ja -painoisia.

Kevyt kairausvaunu painaa noin 2 tonnia ja se soveltuu tavallisesti kaikkiin tyypillisimpiin tutkimusmenetelmiin putkikairausta ja kallionäytekairausta lukuun ottamatta. Kevyttä kairavaunua voidaan käyttää myös pohjavesiputkien asennukseen. (Geomachine Oy, 2026) Kuvassa 15 esitettyä kompaktia GM50-kairavaunua voidaan liikutella helposti henkilöauton perävaunussa kohteesta toiseen.



Kuva 15. Kevyt GM50 kairavaunu (Geomachine Oy, 2026)

Keskiraskas kairavaunu painaa noin 4,5–5,5 tonnia ja on siten jo huomattavasti kevyttä kairavaunua raskaampi. Kuvassa 16 oleva keskiraskas kairavaunu GM75 soveltuu kaikkiin keskiraskaisiin tutkimusmenetelmiin. (Geomachine Oy, 2026)



Kuva 16. Keskiraskas kairavaunu GM75 (Geomachine Oy, 2026)

Raskaat kairavaunut painavat pääsääntöisesti yli 5,5 tonnia ja soveltuvat käytännössä kaikkiin kairauksiin, näytteenottoihin sekä pohjavesiputkien asennuksiin. (Geomachine Oy, 2026) Raskas kairavaunu kulkee vaativimmissakin maastoissa, mutta jättää kevyen ja keskiraskaaseen kalustoon verrattuna suurimmat jäljet maastoon. Kuvassa 17 on esitetty täyssähköinen GMe100 maaperätutkimusvaunu.



Kuva 17. Raskas kairavaunu GMe100 (Geomachine Oy, 2026)

Tela-alustaisen kaluston lisäksi pohjatutkimuksia voidaan tehdä myös pyöräalustaisella tai kumitela-alustaisella kalustolla (SGY, 2002, s. 23). Pienimuotoisempia tutkimuksia voidaan tehdä kannettavalla kairauskalustolla tai kaivinkoneella (Kairausopas I, 1981, s. 5; SGY, 2002, s. 23). Pohja- ja kalliotutkimusten ympäristövaikutusten suuruus riippuu paljon kaluston koosta, painosta ja maaperän laadusta.

Jos kairakoneella joudutaan ylittämään pienvesikohde, on ylitykseen käytettävä väliaikaista siltarakennetta pienvesiympäristön suojelemiseksi. Kairakoneita varten voidaan käyttää erilaisia väliaikaisia ylitysrakenteita, joita hyödynnetään myös metsäkoneiden tapauksessa. Kuvassa 18 on esitetty erilaisia väliaikaisia rakenteita ajouran vahvistamiseen, joiden toimivuutta on tutkittu Yhdysvalloissa ja Ruotsissa (Airavaara et al., 2008).



Kuva 18. Väliaikaisia ajouran vahvistusrakenteita (Airavaara et al., 2008)

6. MATERIAALIT JA MENETELMÄT

Tässä luvussa kuvataan osana diplomityötä toteutettavan haastattelututkimuksen tavoitteet ja toteutus. Lisäksi esitellään työn tapaustutkimuskohteena toimiva Itärata-hanke. Alla olevassa kuvassa on esitetty, mitä tutkimusmenetelmiä työssä on käytetty tutkimuskysymyksiin vastaamiseksi, millaisia tuloksia työssä tuotetaan ja mihin työn tuloksia käytetään.



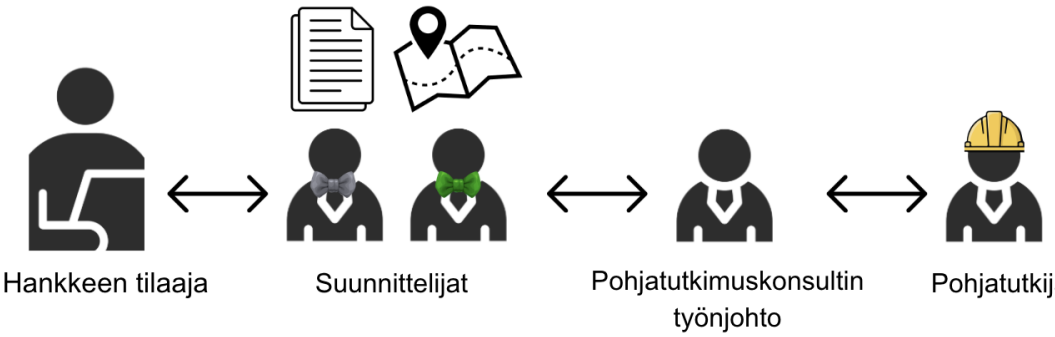
Kuva 19. Työn tutkimuskysymykset, -menetelmät, tulokset sekä tulosten jatkokäyttö

6.1 Haastattelututkimus: vastuut pienvesistä väylähankkeessa

Haastattelututkimuksen tavoitteena oli löytää ratkaisuja väylähankkeiden pohjatutkimusten toteuttamiseen osallistuvien tahojen välisiin tiedonkulkuhaasteisiin. Tiedonkulun haasteiden vuoksi kairavaunujen reittisuunnitelmissa ei välttämättä ole otettu huomioon mahdollisia herkkiä pienvesikohteita maastossa, jolloin arat pienvesikohteet ovat vaarassa jäädä raskaiden kairakoneiden alle.

Alla olevassa kaaviokuvassa 20 on kuvattu väylähankkeen pohjatutkimusten toteuttamiseen osallistuvat tahot. Nuolet kuvaavat eri tahojen välistä viestintää. Vasemmassa laidassa on kuvattuna väylähankkeen tilaaja, joka Suomessa on usein esimerkiksi Väylävirasto, Elinvoimakeskus tai kunta. Hankkeen geosuunnittelija laatii pohjatutkimusohjelman. Hankkeen mittakaavasta riippuen pohjatutkimusohjelman laatimiseen voi osallistua geosuunnittelijan lisäksi myös ympäristösuunnittelija. Ympäristösuunnittelija varmistaa,

että ympäristönäkökulmat, kuten pienvedet, on otettu huomioon pohjatutkimusohjelmassa. Valmis ohjelma toimitetaan tutkimukset suorittavan pohjatutkimuskonsultin työnjohdolle ja edelleen kairaukset maastossa tekevälle pohjatutkijalle.



Kuva 20. Periaatteellinen kuva väylähankkeen pohjatutkimuksiin liittyvistä osapuolista

Tiedonkulkuhaasteiden ratkaisuiden lisäksi haastattelututkimuksen tavoitteena oli selventää, mikä on hankkeen tilaajan, suunnittelijoiden ja pohjatutkijan vastuu pienvesien, kuten lähteiden, norojen ja tihkupintojen huomioimisessa osana pohja- ja kalliotutkimuksia. Miten geo- ja ympäristösuunnittelijat ottavat pienvesikohteet huomioon pohjatutkimusohjelman laadinnassa ja mikä on pohjatutkimuskonsultin ja lopulta maastossa pohjatutkijan vastuu herkkien kohteiden huomioimisessa ja mahdollisten uusien kohteiden löytymisen yhteydessä. Haastattelututkimuksen tavoitteena oli myös löytää kehitysehdotuksia eri tahojen välisen tiedonkulun kehittämiseksi, jotta pienvesiä otettaisiin jatkossa systemaattisemmin huomioon ja niiden vahingoittumiselta pohja- ja kalliotutkimuksissa vältyttäisiin.

6.1.1 Haastateltavien valinta

Haastateltaviksi valittiin henkilöitä, jotka ovat osallistuneet pohjatutkimusten suunnitteluun tai toteuttamiseen väylähankkeissa suunnittelijana tai pohjatutkimuskonsulttina. Haastatellut suunnittelijat olivat joko geo- tai ympäristösuunnittelijoita. Pohjatutkimuskonsulttina toimivat haastatellut henkilöt olivat joko pohjatutkijoita tai pohjatutkimuskonsultin työnjohdossa työskenteleviä henkilöitä. Tutkimuksessa haastateltiin yhteensä viisi geosuunnittelijaa, kaksi ympäristösuunnittelijaa sekä neljä pohjatutkimuskonsulttina työskentelevää henkilöä. Haastateltavat valittiin sen perusteella, että heidän on tiedetty työskentelevän väylähankkeiden pohja- ja kalliotutkimusten parissa.

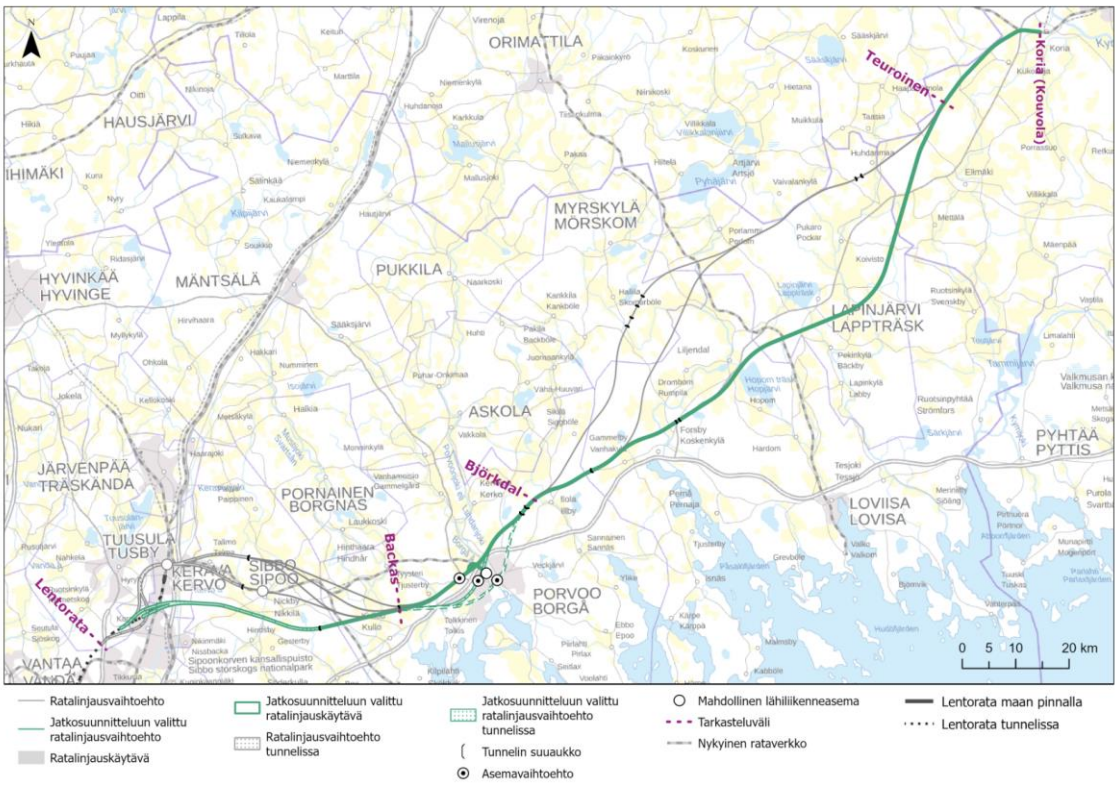
6.1.2 Haastattelututkimuksen toteutus

Haastattelut tehtiin tammikuussa ja helmikuussa 2026. Haastattelut sovittiin sähköpostitse ja ne toteutettiin noin 30 minuutin yksilöhaastatteluina Teamsin kautta. Haastateltaville kerrottiin ennen haastatteluita haastattelun teema ja tavoite. Lisäksi haastateltaville lähetettiin etukäteen haastattelun tietosuojaseloste sekä heidän toiveestaan haastattelukysymykset. Haastateltavilta kysyttiin muun muassa, mitkä ovat merkittävimmät tiedonkulun haasteet eri osapuolten välisessä viestinnässä ja miten tiedonkulkua voisi kehittää. Lisäksi kysyttiin, millainen vastuunjako tällä hetkellä on pienvesien huomioimisessa väylähankkeissa. Haastattelukysymykset ja haastattelun tietosuojaseloste löytyvät työn liitteenä. Haastattelut nauhoitettiin ja litteroitiin. Haastatteluiden tuloksia käsitellään tässä työssä pseudoanonyymisti niin, ettei haastateltavia tai heidän edustamiaan yrityksiä voida tunnistaa.

6.2 Tapaustutkimus: Itärata

6.2.1 Hankkeen esittely

Itärata on suunnitteluvaiheessa oleva ratahanke, joka toteutuessaan mahdollistaa suoremmat ja nopeammat raideyhteydet Itä-Suomeen. Itärata-hankkeen suunnittelusta on vastuussa hankeyhtiö Itärata Oy yhteistyössä suunnittelukumppaneiden, kuntien, kaupunkien ja sidosryhmien kanssa. Itärata Oy on 51 %:n osuudella valtion ja 49 %:n osuudella pääkaupunkiseudun sekä itäisen Suomen kuntien omistama. (Itärata, 2026d) Itäradan yleissuunnitelmavaihe on arvioiden mukaan alkamassa maaliskuussa 2026. Uusi rata kulkisi Savon ja Karjalan ratojen kautta Kuopioon, Joensuuhun ja Kainuuseen. Lisäksi Itäradan kautta Porvoon kaupunki yhdistettäisiin pääkaupunkiseudun lähijunaliikenteeseen. Itärata Oy on valinnut jatkosuunnitteluun etenevän ratalinjauksen, joka ympäristövaikutusten arviointimenettelyn perusteella aiheuttaa tarkastelluista linjausvaihtoehdoista ympäristölle vähiten haittaa. (Itärata, 2026a) Ratalinjaus on esitetty alla olevassa kuvassa 21.



Kuva 21. Itäradan jatkosuunnitteluun edennyt ratalinjaus (Itärata, 2026a)

Itärata-hanke koostuu useista eri vaiheista. Yleissuunnitelmavaiheesta siirrytään ratasuunnitteluvaiheeseen arvioiden mukaan vuoden 2028 lopussa. Rakentamissuunnittelun sisältävä rakentamisvaihe alkaa aikaisintaan vuonna 2031 ja kestää arvioiden mukaan yhdeksän vuotta. Jos päätös Itäradan rakentamisesta tehdään, radan liikennöinti alkaisi vuoteen 2040 mennessä. (Itärata, 2026e)

6.2.2 Pienvedet Itärata-hankkeessa

Itärata sopii tämän diplomityön tapausesimerkiksi hyvin, sillä Itärata-hankkeessa pienvedet ovat muiden luontoarvojen ohella olleet merkittävässä roolissa suunnitteluvaiheen alusta lähtien. Itäradan luontoselvityksissä noroja, puroja ja lähteitä on löytynyt jatkosuunnitteluun etenevän ratalinjauksen varrelta seuraavilta tarkasteluväleiltä: Lentorata-Backas (15 noroa, 12 lähdettä), Backas-Björkdal (8 noroa ja 6 lähdettä), Björkdal-Teuroinen (8 noroa, 1 puro ja 8 lähdettä) ja Teuroinen-Koria (2 puroa). Pienvesien lisäksi muita Itäradalla esiintyviä merkittäviä luontoarvoja ovat muun muassa liito-orava, saukko ja erittäin uhanalainen lahokaviosammal. Itäradasta luontoarvojen kannalta merkittävän hankkeen tekee se, että uusi rata rakennetaan täysin uuteen maastokäytävään, mikä vaatii myös paljon pohja- ja kalliotutkimuksia.

Itäradalla pienvesiin kohdistuvien rakentamisen aikaisten vaikutusten on arvioitu aiheuttavan mahdollisesti paikallista pohjaveden pinnankorkeuden alentumista tai virtausolosuhteiden muutoksia esimerkiksi räjäytystöiden seurauksena. Ympäristövaikutusten arvioimiseksi Itärata-hankkeen suunnittelussa on toteutettu kaukoliikenteen ratahankkeille lakisääteinen ympäristövaikutusten arviointimenettely, YVA. Menettelyyn sisältyy luontokartoituksia, joiden avulla kartoitetaan etukäteen muun muassa hankealueen suojelualueet, mukaan lukien pienvedet, huomionarvoinen lajisto, erityisesti uhanalaiset lajit, sekä ekologiset verkostot ja niihin hankkeen kautta kohdistuvat vaikutukset. Luontokartoitusten perusteella alueen luontoarvot osataan ottaa huomioon päätöksenteossa ja siten myöhemmin rakentamisvaiheessa haitallisten ympäristövaikutusten ehkäisemiseksi. (Itärata, 2026c)

Pienvesien ohella muita arvokkaita luontokohteita pyritään Itäradalla suojelemaan muun muassa suunnittelemalla lopullisen ratalinjauksen rakentamiseen vaadittava maastokäytävä väistämään suojelualueet ja arvokkaat luontotyypit. Rakentamiseen vaadittava maastokäytävä tulee olemaan kapeampi kuin suunnitteluvaiheessa käsiteltävä 100 metriä leveä ratalinjaus, jolla varmistetaan luontoarvoihin kohdistuvien vaikutusten riittävä arviointi. (Itärata, 2026c)

Jos arvokkaaseen luontotyyppiin kohdistuu hankkeen kautta haitallisia vaikutuksia, voidaan heikentyvän elinympäristön tilalle kompensaation kautta luoda korvaava elinympäristö muualle. Vesistövaikutuksia pyritään Itäradalla yleisesti ehkäisemään muun muassa työmaa-alueiden sijoittelulla ja työmaavesien hallinnalla. Hankkeen toteutus vaatii vesiluvan mukaisen poikkeusluvan hakemista vesistökohteille, joihin kohdistuu hankkeen kautta luonnontilaa vaarantavia toimia. (Itärata, 2026c)

6.2.3 Itäradan luontoajokorttikoulutus

Itäradalla maastossa työskenteleville henkilöille tuotettiin keväällä 2026 luontoajokorttikoulutus, joka sisälsi lyhyet esittelyt hankkeessa esiintyvistä ympäristö- ja luontoarvoista, kuten pinta- ja pohjavesistä, pienvesistä, linnustosta, liito-oravasta, saukosta ja arvokkaista kulttuuriympäristöistä. Koulutuksen avulla maastossa työskenteleviä ihmisiä ohjeistetaan riskeistä, joita pohjatutkimukset voivat aiheuttaa eri luontoarvoille. Lisäksi koulutuksen kautta esitetään erilaisia ehkäisy- ja lievennystoimenpiteitä, joilla eri ympäristö- ja luontoarvoihin kohdistuvia riskejä on mahdollista pienentää töiden aikana maastossa.

Luontoajokorttikoulutus koottiin noin 45 minuutin mittaiseksi PowerPoint-esitykseksi, joka esitettiin Itäradalla maastossa työskenteleville henkilöille ennen pohjatutkimustöiden aloitusta. Luontoajokorttikoulutus on Itärata-hankkeessa maastossa työskenteleville

henkilöille pakollinen perehdytyksen osa, jonka suorittamiseksi osallistujat tekevät koulutuksen lopuksi lyhyen monivalintatestin.

Tässä diplomityössä laadittiin pienvesien huomiointiin liittyvä toimintaohje, joka perustui osittain haastattelututkimuksen tuloksiin sekä kirjallisuuskatsaukseen. Pienvesiin liittyvä toimintaohje liitettiin osaksi Itäradan luontoajokorttikoulutusta. Toimintaohjeet sisältävät ohjeita työkoneiden reittivalintojen tekoon sekä tilanteisiin, joissa pienvesiä löytyy maastosta kesken pohja- ja kalliotutkimustöiden. Toimintaohje neuvoo, minne tulisi olla yhteydessä poikkeustilanteissa ja miten tapahtuma dokumentoidaan. Lisäksi toimintaohje antaa esimerkkejä pienvesien mahdollisista ennallistamistoimista. Itäradan luontoajokorttikoulutuksen pienvesiä käsittelevä osuus löytyy työn liitteistä.

7. TULOKSET JA TULOSTEN TULKINTA

Tässä luvussa esitetään haastattelututkimuksen kautta saadut merkittävimmät tulokset tiedonkulun haasteisiin ja pienvesien huomioimiseen liittyvien vastuiden epäselvyyteen liittyen. Lisäksi esitetään osin haastattelututkimuksen tuloksiin perustuva pohjatutkimusurakoitsijan toimintaohje pienvesien huomiointiin liittyen. Luvussa esitetään myös tapaustutkimuksena tarkastellussa Itärata-hankkeessa käyttöönotettuja hyviä käytäntöjä.

7.1 Tiedonkulun haasteet eri tahojen välillä väylähankkeessa

Lähes kaikki haastatellut suunnittelijat ja pohjatutkijat olivat yhtä mieltä siitä, että tiedonkulun haasteiden taustalla vaikuttaa vielä yleisesti vallitseva vähäinen tietous suojelluista pienvesistä, niiden määritelmistä ja tunnistamisesta. Lisäksi pienvesien paikkatietoaineistot eivät ole täydellisiä, mikä hankaloittaa niiden paikantamista.

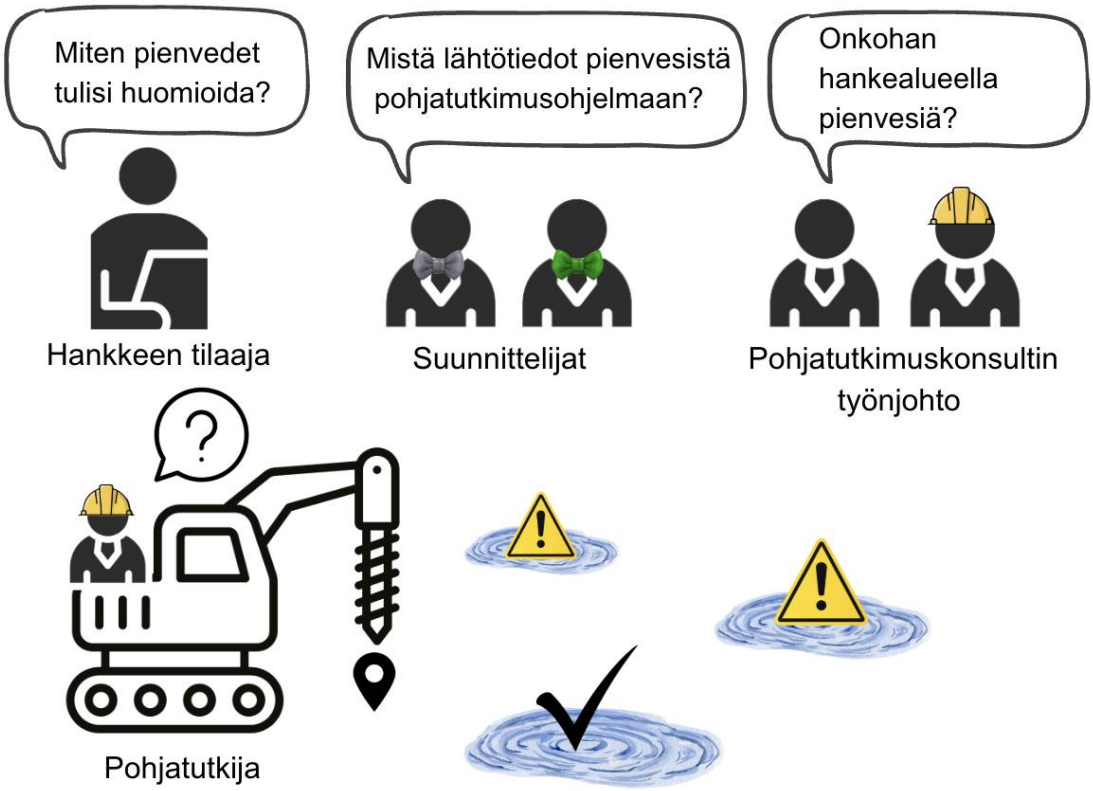
Tieto pienvesistä kulkee väylähankkeissa monen portaan kautta: tilaaja, suunnittelijat, pohjatutkimuskonsultin johtoporras ja lopulta tutkimukset maastossa suorittava pohjatutkija. On siis monta tahoa, jonka kohdalla tieto voi muuttua, jäädä jumiin tai väärinymmärryksiä syntyä. Tiedonkulun haasteisiin vaikuttaa olennaisesti myös hankkeen laajuus ja toteutustapa. Haastatteluissa erityisesti suunnittelijoiden ja pohjatutkijoiden välisen kommunikaation kuvattiin olevan heikkoa suurissa hankkeissa, missä toimijat ovat vähemmän tekemisissä toistensa kanssa ja ovat siten toisilleen vieraampia. Tällöin pohjatutkijoiden kynnys olla yhteydessä suunnittelijaan saattaa olla korkeampi, vaikka suunnittelijat tavallisesti kehottavat pohjatutkimusohjelmassa pohjatutkijoita olemaan herkästi yhteydessä mahdollisissa ongelmatilanteissa.

Tiedonkulun haasteet perustuvat osittain myös vastuunjaon epäselvyyksiin. Seuraavissa alaluvuissa kuvataan haastateltavien näkökulmia vastuunjaosta pienvesien huomioimisessa.

7.2 Vastuunjako suunnittelijoiden näkökulmasta

Geosuunnittelijoiden tehtävänä on laatia pohjatutkimusohjelma, josta pohjatutkijat olettavat saavansa tarvittavat tiedot alueen mahdollisista pienvesistä. Tietoa pienvesikohteiden sijainneista on saatavilla paikkatietoaineistoista, jos tietoa ei ole saatu erikseen tilaajalta etukäteen. Alla olevassa kuvassa 22 on esitetty vastuunjaon nykytilanne väylähankkeen pohjatutkimusvaiheessa, jossa vastuut pienvesien huomioimisesta eivät ole

selvät. Tällöin pohjatutkija ei saa riittäviä esitietoja alueen pienvesistä ennen töiden aloitusta, ja kairakoneen reitit ovat vaarana tunnistamattomille pienvesikohteille.



Kuva 22. Nykytilanteen problematiikka pienvesien huomioimisessa väylähankkeen pohjatutkimusvaiheessa

Haastateltujen geosuunnittelijoiden mukaan pienvesien systemaattinen huomiointi pohjatutkimussuunnitelman laatimisessa vaihtelee. Yleisesti ottaen pienvesien huomiointi suunnittelutyössä oli haastateltujen suunnittelijoiden mukaan hyvin hankekohtaista. Joissain väylähankkeissa pienvedet otetaan tilaajan vaatimuksesta tai aloitteesta käsittelyyn heti hankkeen alkuvaiheessa, jolloin niiden huomioiminen ja niihin liittyvien lähtötietojen kokoaminen pohjatutkimussuunnitelman laatimisessa sisältyy geosuunnittelijan tehtäviin. Pohjatutkimusohjelman kautta tieto tiedossa olevien arkojen pienvesikohteiden sijainneista maastossa siirtyy myös pohjatutkijoille. Erään haastatellun suunnittelijan mukaan hankkeessa mahdollisesti toimivat vesistöasiantuntijat ottavat tyypillisesti pienvedet ja niiden huomioimisen puheeksi ensi kertaa suunnitteluvaiheessa, jos tilaaja ei sitä ole tehnyt. Tämäkin on kuitenkin hyvin hankekohtaista, sillä aina hankkeissa ei ole erikseen ympäristöasiantuntijoita geosuunnittelijoiden tukena.

Pienvesikohteiden kartoittaminen hankkeessa on joskus erillisen ympäristöteknisen suunnittelijan vastuulla. Kaksi haastateltua suunnittelijaa kertoi, että joskus geosuunnittelijan tekemät pohjatutkimusohjelmat menevät lopuksi erillisen ympäristösuunnittelijan kommentoitavaksi. Erään haastatellun ympäristösuunnittelijan mukaan tällöin varmistetaan, ettei kairauspisteitä ole sijoitettu arkojen pienvesikohteiden päälle tai 20 metriä lähemmäksi niitä. Jos kairauspiste on sijoitettu pienvesikohteen välittömään läheisyyteen, toimitetaan pohjatutkijalle pienvesikohteen tarkempi sijainti kartalla sekä tarkemmat ohjeet kohteen huomioimisesta maastossa osana pohjatutkimusohjelmaa. Haastatellun ympäristösuunnittelijan mukaan ympäristöasiantuntijat hyödyntävät työssään muun muassa avointa Suomen ympäristökeskuksen dataa pienvesistä, Metsäkeskuksen erittäin arvokkaiden elinympäristöjen sijaintidataa, kuntien tekemiä luontoselvityksiä sekä hankekohtaista ympäristö- ja luontoselvitysaineistoa. Aina hankkeessa ei kuitenkaan ole tehty luontokartoituksia ennen pohjatutkimuksia, jolloin niiden tuottamaa tietoa pienvesistä ei ole käytettävissä pohjatutkimusohjelman tekoon.

Haastatellut geosuunnittelijat kertoivat, ettei heillä ole merkittävää osaamista pienvesien kartoittamiseen pohjatutkimusohjelmaa varten, sillä he tarkastelevat maastokarttojen avulla enemmänkin maaston pinnanmuotoja ja hankealueen puustoa kairauskaluston kulkumahdollisuuksien ja pohjatutkimuspisteiden sijoittamisen näkökulmasta pohjatutkimusohjelmaa suunnitellessaan. Maastokartoista pienvesien erottaminen on geosuunnittelijoiden mukaan usein haastavaa, eikä pienikokoisia noroja ole edes merkitty niihin. Yhtä haastateltua suunnittelijaa lukuun ottamatta maastossa käyminen pienvesien katselmoimiseksi osana pohja- ja kalliotutkimusten suunnittelua ei tavallisesti sisälly toimeksiantoon. Purot ja suurempikokoiset lähteet on mahdollista tunnistaa maastokartasta, mutta suurin osa Suomenkin pienvesistä on vielä kartoittamatta, ja tähän mennessä kartoitettujen pienvesien sijaintitietoja on hajallaan eri paikkatietoaineistoissa, mikä hankaloittaa paikkatiedon hyödyntämistä osana suunnittelutyötä.

Se, kenen vastuulla pienvedet pohjatutkimusten ohjelmointivaiheessa ovat, riippuu haastatteluiden perusteella hyvin paljon hankkeesta. Kaikissa hankkeissa ei välttämättä ole nimetty erikseen ympäristöteknistä suunnittelijaa, jolloin mahdollisten pienvesien huomiointi osana pohjatutkimusohjelmaa on teoriassa geosuunnittelijan vastuulla. Kahden haastatellun suunnittelijan mukaan pienvesien huomiointi hankkeissa ei ole systemaattista, sillä ohjeistus pienvesiin ja niiden määrittelyyn liittyen on vielä puutteellista, eikä tilaajaltakaan aina tule erityisiä vaatimuksia tai ohjeita niiden huomioimiseksi. Erään haastatellun geosuunnittelijan mukaan pienvedet ja niiden huomioinnin merkitys on tullut ensi kertaa esille rakennushankkeissa vasta 2020-luvun alussa, minkä vuoksi pienvesiä

ei selvästi ole tunnistettu osaksi pohjatutkimusten suunnittelua. Tämä voi osaltaan selittää vastuiden epäselvyyttä hankkeissa. Näin ollen väylähankkeissa tarvittaisiin selkeämpi vastuujako siitä, kenen vastuulla pienvesien huomiointi osana pohja- ja kalliotutkimuksia on. Jos hankealueen pienvesien sijainteja ei ole otettu huomioon pohjatutkimusohjelmassa, niitä eivät pohjatutkijatkaan huomioi maastossa, ellei näin ole erikseen sovittu.

7.3 Vastuunjako pohjatutkijoiden näkökulmasta

Haastatellut pohjatutkijat olivat yhtä mieltä siitä, että vastuunjako pienvesien huomioimisesta on hyvin projektikohtaista ja liittyy vahvasti myös tilaajan tahtotilaan. Tilaajatkaan eivät välttämättä aina tiedosta pienvesien huomioimisen tarvetta tai eivät tiedosta, että niitä voi esiintyä hankealueella. Pohjatutkijoiden näkökulmasta hankkeissa ei ole selkeitä sopimuksia siitä, kenelle luonnonsuojelukohteiden selvittely ja huomioiminen kuuluu. Vastuut eivät siten ole selviä.

Pohjatutkijoiden vastuulla on ottaa pohjatutkimusohjelmaan merkityt arat kohteet maastossa kairauskalustolla liikkuessaan huomioon. Kaksi pohjatutkijaa korosti haastatteluissa pohjatutkimuskonsultin työn sopimusteknistä luonnetta. Pohjatutkijoiden tekemä työ perustuu tarkasti sovittuun toimeksiantoon, johon ei tavallisesti kuulu pienvesikohteiden esiselvitykset maastosta ennen töiden aloittamista. Näin ollen pohjatutkijat usein olettavat, että pohjatutkimusten alkaessa mahdolliset suojelukohteet olisi jo huomioitu kairauspisteiden sijoittelussa pohjatutkimusohjelman laatimisvaiheessa. Näin ei kuitenkaan aina ole, vaan joskus pohjatutkimusohjelmassa huomioimattomia noroja tai lähteitä löytyy maastosta pohjatutkimusten aikana.

Haastatellut pohjatutkijat olivat myös yhtä mieltä siitä, että on hyvin hankekohtaista, kuinka paljon ennakkotietoja hankkeen tilaajalta saadaan etukäteen pienvesistä. Yksi pohjatutkija kertoi, ettei pienvesistä pääsääntöisesti tule tilaajalta minkäänlaista esitietoa, joten niiden esiintyminen tulee maastossa usein yllätyksenä. Erään pohjatutkijan mukaan on ollut myös tilanteita, että pienvesiä on pohjatutkimuksia tehdessä huomaamatta vahingoitettu ja vahingot ovat selvinneet jälkikäteen. Hänen mukaansa väylähankkeen eri osapuolilla on lopulta yhteisvastuu pienvesien huomioimisesta. Vahingon sattuessa syyllisten osoittaminen on haastavaa. Erään haastatellun suunnittelijan mukaan vastuu siirtyisi mahdollisissa vahinkotilanteissa tutkimuspisteiden sijainnin määritelleen suunnittelijan vastuulle, mutta usein negatiivisen julkisuuden kohteeksi joutuu kuitenkin vahingon aiheuttanut pohjatutkimusurakoitsija.

Toinen pohjatutkija totesi, ettei ennen vuotta 2020 pienvesistä saatu koskaan mitään esitietoja tilaajalta, mutta muutaman viime vuoden aikana tilanne on muuttunut ja pienvesistä on alkanut tulemaan pohjatutkijoille esitietoja tilaajalta. Haastateltu epäili muutoksen johtuvan yleisen pienvesitietouden lisäännyttyä erityisesti syksyn 2024 tapahtumien jälkeen, jolloin uutisoitiin laajasti metsäkoneen aiheuttamista raakkutuhoista Hukkajoella. Nykyään tiedostetaan pienvesien vahingoittamisen aiheuttama riski negatiiviseen julkisuuteen, mikä saattaa osaltaan toimia kannustimena pienvesien systemaattisempaan huomiointiin.

Eräs pohjatutkimuskonsultti kuvasi, että pienvesien väistämistä on hankkeissa pidetty tyypillisesti itsestään selvyytenä. Kuitenkin niiden tunnistaminen erityisesti norojen kohdalla on hankalaa ja pienvesien tunnistaminen ja reittivalintojen teko maastossa perustuu kairaajakohtaiseen ymmärrykseen niiden suojellusta luonteesta. Haastateltujen mukaan pohjatutkijan ammattitutkinnossa pienvesiä tai niiden huomioimista osana pohjatutkimuksia ei käytännössä käsitellä, minkä vuoksi pienvesiin liittyvät asiat pohjatutkijat oppivat työn kautta. Kaksi haastatelluista pohjatutkijoista kertoi, että jos pienvesistä on saatu tilaajalta tietoa etukäteen, ne käsitellään työmaaperehdytyksessä. Näin kairaajat ovat niistä tietoisia ja osaavat suunnitella kairavaunujen kulkureitit niiden pohjalta ja varautua myös siltojen käyttämiseen niiden ylittämisessä. Haastatteluissa korostui kuitenkin se, että eri tahojen välinen tiedonkulkuongelma perustuu pohjimmiltaan vastuujaon epäselvyyteen.

7.4 Kehitysehdotukset tiedonkulun sujuvoittamiseksi

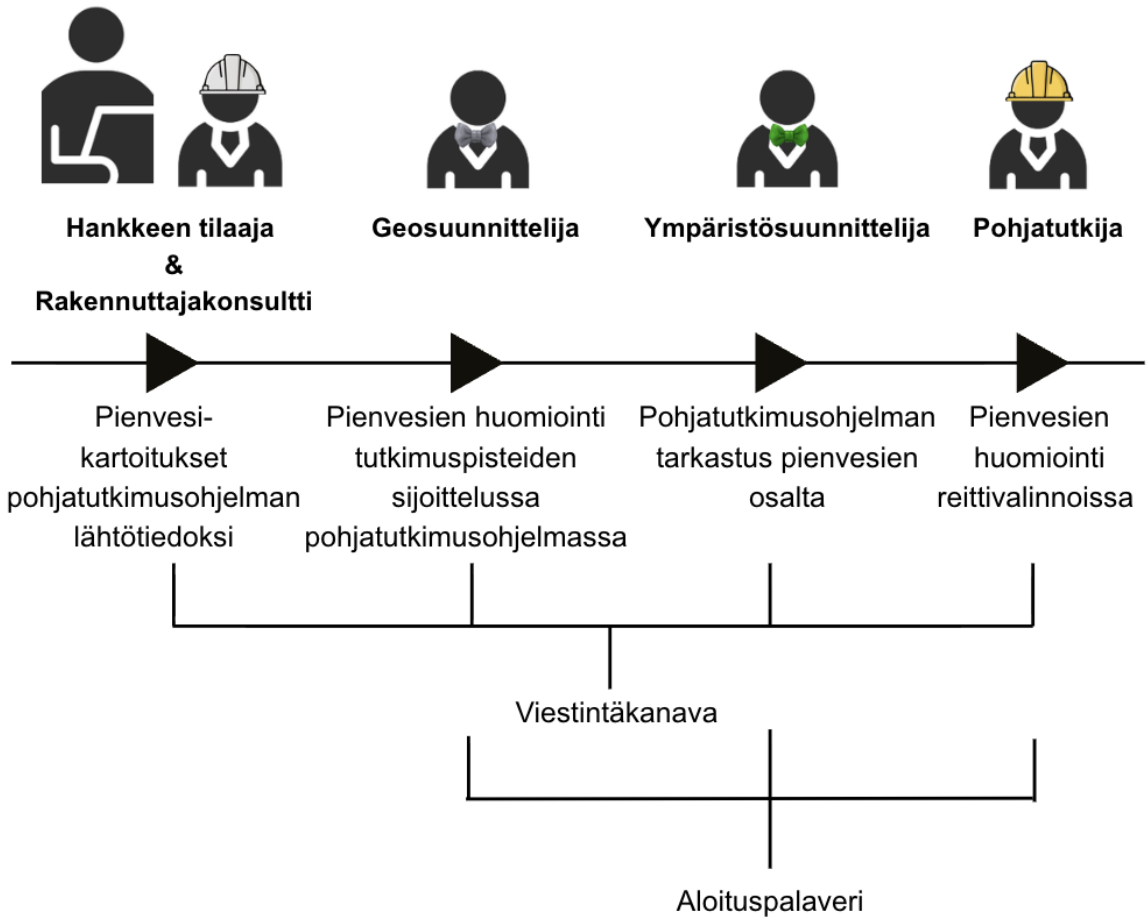
Haastateltavilta kysyttiin lopuksi konkreettisia kehitysehdotuksia tiedonkulun sujuvoittamiseksi. Erään haastatellun ympäristösuunnittelijan mukaan tilaajien tulisi edellyttää geosuunnittelijalta pienvesien huomioimista pohjatutkimusohjelmassa. Lisäksi pohjatutkijoille tulisi välittää selkeät toimintaohjeet pienvesien huomioimisesta maastossa, mikä ei vaikuta väylähankkeissa olevan vielä käytäntönä.

Tiedonkulun sujuvoittamiseksi erityisesti suunnittelijoiden ja pohjatutkijoiden välistä kommunikaatiota tulisi hankkeen pohjatutkimusvaiheessa lisätä. Haastateltavat ehdottivat esimerkiksi yhteisen tiedotuskanavan perustamista hankkeen alkuvaiheessa eri osapuolten välille, jotta informaatio tavoittaisi oikeat henkilöt. Eräs pohjatutkija toivoi myös pohjatutkimusurakoitsijan ja hankkeen tilaajan välisen kommunikaation olevan parempaa, koska tilaajaa on tarpeen tullen usein hankalaa tavoittaa.

Kahden suunnittelijan ehdotus tiedonkulun sujuvoittamiseksi oli myös pohjatutkimusohjelman laatijan ja pohjatutkijan välinen aloituskokous, jossa käytäisiin yhdessä läpi pohjatutkimusohjelma ja alueen mahdolliset arat pienvesikohteet ja niiden huomiointi maastossa työturvallisuusasioiden tavoin. Kun suunnittelija ja pohjatutkijat ovat tavanneet aloituspalaverissa, on pohjatutkijoilla matalampi kynnys olla yhteydessä suunnittelijaan mahdollisissa ongelmatilanteissa. Lisäksi pohjatutkimusohjelman kirjallisten ohjeiden tulisi olla tarpeeksi yksiselitteiset ja sisältää selkeät karttakuvat tutkimusalueen pienvesistä. Haastatteluista kuitenkin ilmeni, että suunnittelijan ja pohjatutkijan välinen kommunikaatio on yleisesti varsin vähäistä.

Pohjatutkijoiden mielestä heidän työnsä näkökulmasta tulisi olla olemassa selkeämpi ohjeistus tilaajan puolelta siitä, miten pienvesikohteiden osalta toimitaan, jos tilaajan toimesta niitä ei ole etukäteen kartoitettu. Lisäksi yksi pohjatutkijoista ehdotti, että Suomeen tulisi perustaa kattava tietokanta, jonne kerättäisiin kaikki pohjatutkijoiden tekemät tutkimukset. Geologian tutkimuskeskus GTK ylläpitää Pohjatutkimusrekisteriä, missä on kuitenkin pääasiassa vain julkisten tilaajien teettämiä pohjatutkimuksia. Kattavan tietokannan avulla tieto tutkituista alueista ja pienvesistä tavoittaisi enemmän ihmisiä edellyttäen, että tiedot pienvesistä on kirjattu pohjatutkimusraporttiin.

Haastatelluilla pohjatutkijoilla oli kuitenkin yhteinen toive siitä, että pienvedet ja paineellinen pohjavesi tutkittaisiin tilaajan aloitteesta systemaattisemmin hankkeen suunnitteluvaiheessa ja että tiedossa olevat pienvedet merkittäisiin selkeästi kartalle pohjatutkimusohjelmiin, jotta riskeiltä säästyttäisiin myöhemmin pohjatutkimusvaiheessa. Alla olevassa kuvassa 23 on esitetty tavoitetilanne vastuunjaosta eri tahojen välillä. Kuvassa on esitetty eri tahojen vastuulla olevat tehtävät, jotka johtavat toivottuun lopputulokseen pienvesien huomioimisessa väylähankkeessa.



Kuva 23. Tavoitetilanne vastuunjaosta eri tahojen välillä pienvesien huomioimisessa väylähankkeessa

7.5 Toimintaohjeet pienvesien huomioimiseen

Toimintaohjeet sisältävät ohjeita Itärata-hankkeen pohja- ja kalliotutkimustöissä työskenteleville henkilöille työkoneiden reittivalintojen tekoon sekä tilanteisiin, joissa pienvesiä löytyy maastosta kesken pohja- ja kalliotutkimustöiden. Toimintaohje neuvoo, minne tulisi olla yhteydessä poikkeustilanteissa ja miten tapahtuma dokumentoidaan. Lisäksi toimintaohje antaa esimerkkejä pienvesien mahdollisista ennallistamistoimista.

7.5.1 Tiedonkulun sujuvoittaminen Itärata-hankkeessa

Itärata-hankkeessa tiedonkulun sujuvoittamiseksi tilaajan, maastotyöntekijöiden ja rakennuttajakonsultin ympäristöasiantuntijoiden sekä valvojan välille perustetaan viestintäkanava, esimerkiksi WhatsApp-ryhmä, jonka kautta maastotyöntekijät voivat kysyä neuvoa epäselviin tilanteisiin maastossa ja mahdollisten uusien pienvesihavaintojen ilmoittamiseen.

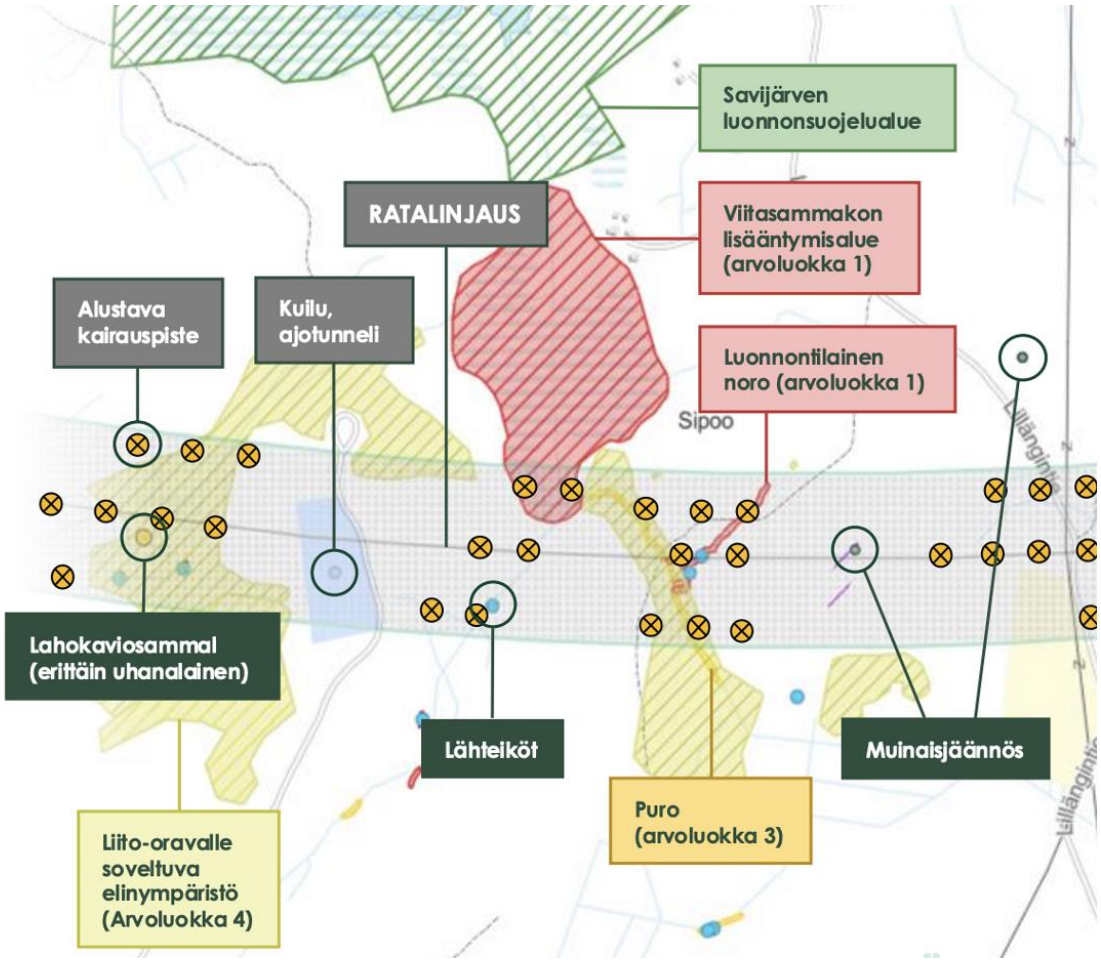
Kanavan tarkoituksena on toimia matalan kynnyksen viestintäkanavana, jotta kommunikaatiota eri tahojen välillä saataisiin lisättyä ja tiedonkulun haasteita vähennettyä. Tavoitteena on, että pohjatutkijat ja muut maastotyöntekijät olisivat pienvesiin liittyvissä epäselvissä tilanteissa herkästi yhteydessä rakennuttajakonsulttiin ja tilaajaan viestintäkanavan kautta.

7.5.2 Reittisuunnittelu ja pienvesien ylitykset maastossa

Kairauskaluston reittisuunnitelman laatiminen osana pohja- ja kalliotutkimuksia on tavallisesti pohjatutkijan vastuulla. Reittivalintoihin vaikuttavat erityisesti kairauskaluston koko, maaston muodot, etenkin kaltevuus, kivisyys ja kantavuus sekä kasvillisuus ja vesialueet. Reittivalinnat suunnitellaan alustavasti olemassa olevan tiedon perusteella. Jos pohjatutkimusohjelmassa ei ole esitetty lähtötietoja alueen pienvesistä, tulee niiden esiintymismahdollisuus maastossa huomioida.

Ennen pohjatutkimusten aloittamista pohjatutkijoiden olisi hyvä tutustua hankealueen pienvesikohteisiin paikkatietosovelluksen avulla. Esimerkiksi Itärata-hankkeessa pohjatutkijat ja muut maastotyöntekijät saavat käyttöönsä ArcGIS-karttapalvelun mobiilisovelluksen (Field Maps), jonne on viety hankealueen luontoselvitysten kautta kartoitettujen luontoarvojen paikkatietoa karttatasoina. Field Maps on puhelimeen ladattava sovellus, josta Itärata-hankkeessa ratalinjan läheisiä pienvesikohteita ja muita luontoarvoja on mahdollista tarkastella. Itäradan luontoajokorttikoulutuksessa pohjatutkijoita ja muita maastotyöntekijöitä ohjeistetaan tutustumaan hankealueen pienvesiin ja muihin luontokohteisiin sekä niiden esiintyvyyteen ennen töiden aloitusta. Field Maps -aineiston pohjalta pohjatutkijat ja muut maastotyöntekijät voivat suunnitella työn toteutusta ja työkoneiden reittejä maastossa.

Alla olevan kuvan 24 taustalla on karttakuva Field Maps -sovelluksesta Sipoon alueelta, missä useita pienvesikohteita ja muita luontoarvoja on lähellä suunniteltua ratalinjausta. Kuvaan on merkitty myös eri luontoarvojen arvoluokituksia (Arvoluokka 1: arvokkain) sekä alustavia kairauspisteitä, joista nähdään, että useita kairauspisteitä on hyvin lähellä pienvesiä ja muita arvokkaita luontokohteita. Esimerkkikuvan tilanne on hyvin poikkeuksellinen, koska monia erilaisia arvokkaita luontokohteita on hyvin lähellä toisiaan ja alustavia kairauspisteitä.



Kuva 24. Itäradan luontoajokorttikoulutuksen esimerkkikuva ratalinjan alustavista kairauspisteistä ja alueella esiintyvistä luontoarvoista (Itärata, 2026b)

Kuvan 24 mukaisissa tilanteissa pohjatutkijoiden tulee huomioida pienvesien sijainti reittivalinnoissa ja noudattaa tarvittavaa suojaetäisyyttä niihin koneilla liikkuessaan. Jos kairauspiste on sijoitettu maastossa havaittavaan pienvesikohteeseen tai sen välittömään läheisyyteen, tulisi kairauspisteen sijaintia muuttaa niin, että riittävä suojaetäisyys pienvesikohteeseen säilyy. Tilanteissa, joissa kairauspisteen sijaintia tulisi muuttaa, on kuitenkin ensin oltava yhteydessä tilaajan edustajaan.

Pienvesikohteiden ylittämistä on tärkeää välttää pohja- ja kalliotutkimuksia tehdessä, sillä raskaat koneet aiheuttavat maastossa liikkuessaan maahan painumia, maanpinnan häiriintymistä, muutoksia veden virtaussuunnissa ja mahdollisesti haitallista kiintoainekuormaa pienvesiin. Erityisesti pehmeäpohjaisten uomien ylittämistä tulisi välttää, koska niihin raskailla koneilla on merkittävin haittavaikutus. Jos reittisuunnitelma kuitenkin vaatii pienveden ylityksen, tulee ylityspaikka sijoittaa mahdollisimman kantavalle maaperälle. Ylitykseen käytetään siirrettävää väliaikaista siltarakennetta, joka poistetaan toiminnan päätyttyä. (Tolonen et al., 2019)

Kairavaunujen reitit olisi lisäksi hyvä dokumentoida kartalle mahdollisia tulevia tutkimusvaiheita varten. Näin pienvesille mahdollisimman vähän haittaa aiheuttavia reittejä voidaan käyttää uudelleen, mikä vähentää riskiä herkkien pienvesien vahingoittamiseen mahdollisten uusien pohjatutkimusten yhteydessä.

7.5.3 Ohjeet poikkeustilanteisiin

Jos noro, lähde tai tihkupinta päätyy yliajetuksi tai muuten vahingoitetuksi pohja- tai kalliotutkimuksissa, täytyy tapahtuneesta ilmoittaa välittömästi pohjatutkimusten tilaajalle ja hankkeen valvojalle. Tapahtuma täytyy myös dokumentoida valokuvin.

Lisäksi pienveden vahingoittumisesta tulisi tehdä viipymättä ilmoitus ympäristöhaittaa aiheuttavana poikkeuksellisena tilanteena kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle tai Lupa- ja valvontavirastoon. Ympäristönsuojelulaissa säädetään ympäristöhaittaa aiheuttavien poikkeustilanteiden ilmoittamisvelvollisuudesta, ja ilmoituksen voi tehdä kuka tahansa. (Ympäristö.fi, 2026) Viranomaisilmoituksen tarkoituksena on saada oikeanlainen ohjeistus pienvesiympäristön mahdolliseen ennallistamiseen, eikä ilmoitusmenettelyä lähtökohtaisesti tarvitse pelätä.

Ilmoitus tehdään Lupa- ja valvontavirastolle, jos kunnan ympäristönsuojeluviranomainen on myöntänyt luvan pohjatutkimuksille (Lupa- ja valvontavirasto, 2026). Tyypillisesti pohja- ja kalliotutkimustoiminta ei kuitenkaan vaadi ympäristölupaa, jos toiminnasta ei aiheudu ympäristön pilaantumisriskiä eikä tutkimuksia tehdä pohjavesialueella. Tällöin poikkeustilanteen sattuessa tehdään ilmoitus kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle (Lupa- ja valvontavirasto, 2026). Esimerkiksi Itärata-hankkeessa viranomaisilmoituksen tekee tarvittaessa rakennuttajakonsultin edustaja maastotyöntekijöiltä saatujen tietojen ja valokuvien perusteella.

Poikkeuksellisen tilanteen ilmoittamiseen ei ole olemassa valmista pohjaa, mutta ilmoituksen tulee sisältää muun muassa ilmoittajan yhteystiedot ja tarkemmat tiedot tapahtuman laadusta, sijainnista, kestosta ja laajuudesta. Vesilain valvoja laatii ilmoituksen perusteella päätöksen, joka sisältää tarkemmat ohjeistukset tilanteesta aiheutuvan ympäristöhaitan korvaamiseksi sekä määräajan toimenpiteiden toteuttamiselle. (Lupa- ja valvontavirasto, 2026; Ympäristönsuojeluasetus, 2014)

Maastohavainnoista raportoimiseen Itärata-hankkeen maastotyöntekijät saavat lisäksi mahdollisesti käyttöönsä ArcGIS Survey123 -sovelluksen. Jos osana pohja- ja kalliotutkimuksia tulee vastaan ennalta tunnistamaton pienvesikohde, voi havainnot kohteesta raportoida sovelluksen kautta rakennuttajakonsultille ja tilaajalle. Sovelluksen kautta kohteen voi merkitä kartalle ja nimetä, mikä pienvesityyppi on kyseessä.

7.5.4 Pienvesien ennallistaminen

Ennallistamisella tarkoitetaan toimintaa, jolla pienveden rakenteellisia ominaispiirteitä pyritään korjaamaan enemmän luonnontilaisen kaltaiseksi. Ennallistamisella pyritään palauttamaan pienvesiympäristölle tyypillinen vesitalous ja vahvistamaan pienvesikohteelle tyypillisen lajiston elinoloja. Ennallistamiseen tarvitaan aina maanomistajan lupa. (Eskelinen & Juutinen, 2023)

Jos pienvesikohde vahingoittuu osana pohja- ja kalliotutkimuksia ja tapauksesta on ilmoitettu edellisen luvun 7.5.3 mukaisella tavalla valvontaviranomaiselle, määrittelee viranomaispäätös mahdolliset ennallistamistoimet. Ennallistamispäätökseen vaikuttavat erityisesti kohteen luonnontilan muuttuneisuuden taso ja ennallistamisen kautta saavutettavissa olevat ekologiset hyödyt (Eskelinen & Juutinen, 2023).

Pienvesien ennallistamismenetelmät ovat hyvin tapauskohtaisia ja ne määritellään aina tarkasti ennallistamissuunnitelmassa (Eskelinen & Juutinen, 2023). Osana pohja- ja kalliotutkimuksia vahingoittuneet pienvesikohteet ovat tyypillisesti joutuneet raskaan kairauskaluston yliajamaksi tai ne kärsivät koneiden liikkumisen aiheuttamasta kiintoaineskuormasta. Yliajotapauksissa pienvesiuoma on tavallisesti painunut kairakoneen alla ja veden virtausolosuhteet ovat siten muuttuneet. Alla olevissa kuvissa 25 a ja b on esitetty, millaista jälkeä työkoneet voivat aiheuttaa ajaessaan puron tai noron päältä. Tällaisissa tapauksissa virtaus on mahdollista palauttaa alkuperäisen kaltaiseksi esimerkiksi lapiovoimin tai pienellä kaivinkoneella kuitenkin varoen mahdollisten lisätuhojen aiheuttamista.



Kuva 25. (a) Työkoneella ylitetty puro (Tolonen, 2019d) ja (b) työkoneella ylitetty noro (Witikainen, 2026)

Jos pienvesikohteen luonnontilaisuus on muuttunut laajemmin, ei pelkkä virtausolosuhteiden palauttaminen välttämättä riitä. Puroja ja noroja voidaan ennallistaa myös pienvesiuomaa luonnonmukaistamalla. Tällöin pienvesiympäristöä pyritään muokkaamaan luonnontilaisen kaltaiseksi esimerkiksi uoman kiveämisellä tai puuainesta lisäämällä. (Ahola & Havumäki, 2008) Näillä menetelmillä uoman rakenteeseen saadaan lisää vaihtelua, jolloin erilaisten elinympäristöjen määrä pienvesiekosysteemissä lisääntyy. Uomassa lojuvat kivet ja puuaines myös ohjaavat kiintoaineen kulkeutumista ja kasautumista virran mukana, mikä mahdollistaa esimerkiksi eliöiden piilo- ja lisääntymispaikkoina toimivien syvänteiden ja kasautumien muodostumisen. Uomaa varjostava puuaines puolestaan ylläpitää pienvesiekosysteemille ominaista viileämpää pienilmastoa ja on samalla pienvesiympäristön lajistoa rikastuttavien sammallajien kasvualusta. (Ahola & Havumäki, 2008)



Kuva 26. Puusuisteiden ja kiveämisen avulla luonnontilaisen kaltaiseksi kunnostettu puro (Tolonen, 2019b)

Lähdeympäristöjä voidaan ennallistaa yhtä lailla lähteen ympäristön rakennetta luonnonmukaistamalla. Lähdeympäristöihin lajiston rikastuttamiseksi voidaan tehdä esimerkiksi sammalsiirtoja tai lähteikön ympäristön kulumista voidaan ehkäistä säilyttämällä riittävät suojaetäisyydet lähteisiin. Raskaiden työkoneiden aiheuttamat painanteet saattavat mahdollistaa pintaveden virtaamisen lähteisiin. Ennallistamisessa nämä urat ja painanteet täytetään, jotta pintavesi ei sekoitu lähteestä purkautuvan pohjaveden kanssa. (Eskelinen & Juutinen, 2023)

Ennallistamistoimenpiteille vaihtoehtoinen toimintatapa on antaa muuttuneen pienvesiympäristön palautua luonnontilaisen kaltaiseksi luontaisesti. Vaikka pienvesiympäristö

olisikin merkittävästi luonnontilaltaan muuttunut, voivat ne hitaasti ajan kuluessa palautua luonnontilaisen kaltaiseksi luonnollisen elpymiskehityksen kautta. Elpymisprosessin nopeuteen vaikuttaa moni asia, esimerkiksi maaperän rakenne. Esimerkiksi savimaiden luontaisesti voimakas eroosio voi palauttaa pienvesiuomien mutkittelevan rakenteen nopeastikin. Toisaalta uomaa varjostavan puuston ja kasvillisuuden palautumiseen menee enemmän aikaa. (Tolonen et al., 2019)

Kuten aiemmin todettiin, ennallistamispäätös tehdään aina kohdekohtaisesti ja päätökseen vaikuttavat olennaisesti pienvesikohteen luonnontilaisuuden muuttuneisuuden taso ja ennallistamisella saavutettavissa olevat ekologiset hyödyt. Luonnontilainen elpymisprosessi voi olla vaihtoehto lievemmin muuttuneille yksittäisille pienvesikohteille. Varsinaisten ennallistamistoimien kautta saatava hyöty kannattaa kuitenkin arvioida tarkkaan alueilla, missä erilaiset ja toisiaan lähekkäin olevat pienvesityypit muodostavat laaja-alaisempia luonnon monimuotoisuutta rikastuttavia pienvesiympäristöjä.

7.6 Itäradan luontoajokorttikoulutuksen jatkokehitys

Tässä työssä tehty pienvesien huomioimiseen liittyvä toimintaohje liitettiin osaksi keväällä 2026 pilotoitua Itäradan luontoajokorttikoulutusta. Huhtikuun aikana koulutusta esiteltiin muun muassa tilaajalle, suunnittelijoille ja rakennuttajakonsultin edustajille, ja heiltä kerättiin kommentteja ja kehitysehdotuksia luontoajokorttikoulutuksen kehittämiseksi.

Huhtikuussa saatujen kommenttien perusteella koulutuksen pienvesiosion osalta tarkennusta toivottiin muun muassa koneiden ja pienvesikohteiden välisten suojaetäisyyksien määrittelyyn. Jos pienvesikohde täytyy ohittaa maastossa lähietäisyydeltä, tulee riittävä suojaetäisyys määritellä aina tapauskohtaisesti maastonmuodot ja veden virtaussuunnat huomioon ottaen, jotta ei aiheuteta vaikutuksia alavirtaan noroille ja puroille. Neuvoa näihin tilanteisiin voi kysyä tarvittaessa rakennuttajakonsultin ympäristöasiantuntijoilta WhatsApp-kanavalta. Lisäksi toivottiin lisää esimerkkikuvia hankalasti tunnistettavista pienvesikohteista, kuten noroista. Kysymyksiä herätti myös työskentely alueilla, joilla on pienvesikohteiden lisäksi paljon eri suojelualuerajauksia, kuten liito-oravalle soveltuvaa elinympäristöä tai pesimälinnustoalueita. Näillä alueilla toimimiseen kaivattiin tarkempaa ohjeistusta, mitä tutkimusmenetelmiä milläkin suojelualueella on sallittua toteuttaa ja onko esimerkiksi puiden kaataminen sallittua. Tarkemmista ohjeista suojelualueilla työskentelyyn suunniteltiin lisättävän kohdekohtaisia ohjeita esimerkiksi Field Maps -sovellukseen.

Poikkeustilanteiden osalta tarkennusta toivottiin tilanteisiin, joissa maastotöiden aikana maastosta löytyy jonkun toisen tahon tekemä ympäristörike. Tällaisista tilanteista tulisi informoida välittömästi tilaajaa ja rakennuttajakonsulttia yhteisen WhatsApp-kanavan kautta, jotta muiden tahojen tekimiä ympäristörikkeitä ei liitetä Itäradan toimintaan.

Lisäksi ehdotettiin, voisiko luontoajokorttikoulutuksesta tehdä diaesityksen rinnalle suppeamman, maastossakin helposti luettavan version, jossa jokainen hankealueella esiintyvä luontoarvo pienvedet mukaan lukien esitettäisiin tiivistetysti infokorttien muodossa. Infokorteissa olisi jokaisen luontoarvon osalta havainnointiohjeet maastoon, ohjeistus luontoarvon huomiointiin osana pohjatutkimuksia sekä ohjeet poikkeustilanteisiin.

Luontoajokorttikoulutusta jatkokehitettiin kommenttien avulla ja varsinaisesti ensimmäistä kertaa koulutus pidettiin Itärata-hankkeen pohjatutkijoille ja muille maastotyöntekijöille hankkeen maastotöiden kickoff-tapahtumassa toukokuussa 2026.

8. JOHTOPÄÄTÖKSET

Pienvedet ovat vesilain suojelemia arvokkaita luontotyyppejä, joita yhdistää muun muassa niille tyypillinen viileä ja kostea pienilmasto. Pienvesillä on merkittävä rooli luonnon monimuotoisuuden kannalta, sillä pienvesimuodostumat ovat usein erilaisten uhanalaisten lajien elinympäristöjä. Pienvesien havaitseminen maastossa on kuitenkin haastavaa, ja Suomen pienvesistä suurin osa on vielä kartoittamatta. Pienvesien merkittävä rooli monimuotoisuutta edistävinä luontotyyppeinä on tärkeää ottaa huomioon väylähankkeissa, joissa pohja- ja kalliotutkimuksia tehdään joskus hyvinkin luonnontilaisilla alueilla, missä herkkiä pienvesiä voidaan tavata. Pienvesien huomioimista väylähankkeissa hankaloittaa kuitenkin tiedonkulun haasteet, vastuunjaon epäselvyys sekä yleinen tiedonpuute pienvesistä ja niiden laillakin suojellusta roolista.

Diplomityön tavoitteena oli selvittää, mitkä ovat pienvesien huomioimisen näkökulmasta merkittävimpiä tiedonkulun haasteita väylähankkeissa toimivien tahojen välillä hankkeen pohjatutkimusvaiheessa ja mikä on tilaajan, suunnittelijan ja pohjatutkijan vastuu pienvesien huomioimisessa. Tiedonkulku- ja vastuuongelman selvittämiseksi tehtiin haastattelututkimus, jossa haastateltiin osana väylähankkeen pohja- ja kalliotutkimuksia joko suunnittelijan tai pohjatutkimuskonsultin roolissa työskennelleitä ihmisiä. Haastattelututkimuksen tavoitteena oli tunnistaa haasteiden syitä ja laatia kehitysehdotuksia eri osapuolten välisiin tiedonkulkuhaasteisiin, jotta tieto alueen pienvesistä kulkisi tehokkaammin eri tahojen kautta ja tavoittaisi lopulta maastossa työn tekevän pohjatutkijan. Näin kairakoneiden reitit suunniteltaisiin alueen pienvedet huomioiden ja mahdollisilta pienvesien yliajotapauksilta vältyttäisiin.

Haastattelututkimuksessa esiin nousseita tiedonkulun kehitysehdotuksia oli esimerkiksi eri tahojen välisen tiedotuskanavan perustaminen, jotta tieto pienvesistä tavoittaisi oikeat tahot. Lisäksi esiin nousi toive pohjatutkimusohjelman laatineen geosuunnittelijan ja pohjatutkimuskonsultin välisestä aloituskokouksesta ennen pohja- ja kalliotutkimustöiden aloittamista, jolloin pohjatutkimusohjelma ja alueella mahdollisesti esiintyvät pienvedet käytäisiin yhdessä läpi. Työn tapausesimerkkinä tarkastellun Itärata-hankkeen pohjatutkijoiden, geo- ja ympäristösuunnittelijoiden, rakennuttajakonsultin ja tilaajan välille perustettiinkin yhteinen WhatsApp-kanava, jonka tavoitteena oli tehostaa eri tahojen välistä kommunikaatiota pienvesiin liittyen hankkeen pohjatutkimusvaiheessa.

Haastattelututkimuksen mukaan tiedonkulun haasteiden taustalla merkittävämpänä tekijänä oli eri tahojen välisen vastuunjaon epäselvyys. Väylähankkeissa ei ole tyypillisesti

selkeää, kenen vastuulla pienvesien huomiointi osana pohja- ja kalliotutkimuksia on. Tämä johtuu osittain siitä, että pienvesien merkitys on korostunut rakennushankkeissa vasta 2020-luvulla, eikä niiden tunnistamiseen tai huomioimiseen väylähankkeissa ole olemassa vielä systemaattista ohjeistusta. Tähän mennessä tilaajan vastuulla on ollut teettää hankealueella luontoselvityksiä, joiden tuloksia voidaan hyödyntää pienvesien tunnistamiseen ja pohjatutkimusohjelmien esitietoina. Optimitilanteessa suunnittelijoilla on käytössään riittävät esitiedot alueen pienvesistä pohjatutkimusohjelmaa suunnitellessaan. Pohjatutkimusohjelman kautta tieto alueen pienvesistä saavuttaa lopulta myös maastossa työskentelevän pohjatutkijan, joka ottaa pienvesikohteet huomioon kairakoneiden reittejä suunnitellessaan. Väylähankkeissa on siten erityisen tärkeää, että tilaaja tunnistaa vastuunsa luontoselvitysten teettämisestä etukäteen, sillä pienvesien tunnistaminen maastossa eri vuodenaikoina on yleisesti hankalaa.

Osin haastattelututkimuksen tulosten ja kirjallisuuskatsauksen pohjalta työssä tehtiin pienvesien huomiointiin liittyvä toimintaohje työn tapausesimerkkinä tarkastellun Itärata-hankkeen maastotyöntekijöille. Toimintaohje sisältää ohjeita työkoneiden reittivalintojen tekoon sekä tilanteisiin, joissa pienvesiä löytyy maastosta kesken pohja- ja kalliotutkimustöiden. Toimintaohje neuvoo myös, minne tulisi olla yhteydessä poikkeustilanteissa, joissa pienvesikohde päätyy yliajetuksi tai muuten vahingoitetuksi tai jos ennalta tunnistamaton pienvesikohde löytyy maastosta. Lisäksi toimintaohje neuvoo, miten poikkeustilanteet dokumentoidaan ja antaa esimerkkejä pienvesien mahdollisista ennallistamistoimista.

Toimintaohje sisältää myös ohjeistuksen ArcGIS-karttapalvelun mobiilisovelluksen (Field Maps) käyttöön. Sovelluksesta Itärata-hankkeen maastotyöntekijät saavat tietoa hankealueen pienvesien ja muiden luontoarvojen esiintymisalueista. Maastotyöntekijät ohjeistetaan suunnittelemaan kairakoneiden kulkureitit ArcGIS-aineiston pohjalta ja huomioimaan maastossa riittävä suojaetäisyys pienvesikohteisiin riskien pienentämiseksi. Lisäksi pienvesien ylittämistä raskailla koneilla olisi hyvä välttää painumien ja veden virtaussuunnan muutosten estämiseksi. Poikkeustilanteista, joissa pienveden päältä vahingossa ajetaan tai pienvesikohteen vahingoittumista epäillään, on ilmoitettava välittömästi hankkeen valvojalle ja tilaajalle. Tavallisesti rakennuttajakonsultti ilmoittaa asiasta ympäristöhaittaa aiheuttavana poikkeustilanteena ympäristöviranomaiselle, joka päättää tarkemman ohjeistuksen tilanteesta aiheutuvan ympäristöhaitan korvaamiseksi ja mahdollisesti tarvittavat ennallistamistoimet.

Osana diplomityötä tehty Itärata-hankkeen maastotyöntekijöille suunnattu pienvesien huomioimiseen liittyvä toimintaohje on osa keväällä 2026 pilotoitua Itäradan luontoajokorttikoulutusta. Koulutuksessa maastossa työskenteleviä ihmisiä ohjeistetaan riskeistä,

joita pohjatutkimukset voivat aiheuttaa hankealueella esiintyville luontoarvoille. Lisäksi koulutuksessa esitetään erilaisia ehkäisy- ja lievennystoimenpiteitä, joilla eri ympäristö- ja luontoarvoihin kohdistuvia riskejä olisi mahdollista pienentää töiden aikana maastossa. Itäradan luontoajokorttikoulutuksella parannetaan hankkeen maastotyöntekijöiden tietoutta pienvesistä, joiden huomiointi väylähankkeissa yleisesti on tähän mennessä ollut varsin vaihtelevaa. Toimintaohjeiden avulla varmistetaan, että luonnon monimuotoisuutta edistävät pienvedet ja muut arvokkaat luontotyypit osataan tunnistaa ja turvata jatkossa systemaattisemmin osana Itärata-hankkeen pohja- ja kalliotutkimuksia.

Pienvesien huomiointiin liittyvää toimintaohjetta on mahdollista hyödyntää myös muissa rakennushankkeissa, joissa tehdään pohjatutkimuksia. Toimintaohjeen yleistettävyyteen vaikuttavat kuitenkin esimerkiksi hankkeen mittakaava ja muut ominaisuudet. Laadittu pienvesien toimintaohje on suunnattu Itäradan kaltaiseen isoon väylähankkeeseen. Pienemmissä hankkeissa pohjatutkimuksiin voi osallistua huomattavasti vähemmän ihmisiä, jolloin osaamista pienvesistä ei välttämättä ole. Toimintaohjeen sovellettavuuteen vaikuttaa myös, onko kyseessä rata- vai tiehanke ja onko hankealueella maankäyttöä ennestään. Hankkeen mittakaava ja vaihe vaikuttavat oleellisesti tehtävien pohjatutkimusten laajuuteen. Itärata-hankkeessa uutta rataa suunniteltiin uuteen maastokäytävään, minkä vuoksi lähtötietoja alueen pienvesistä ei ollut laajasti saatavilla. Jos rakennushanke sijoittuu jo rakennetulle alueelle, on lähtötietoja alueen pienvesistä ja muista luontoarvoista usein enemmän saatavilla. Maaperäsuhteista, pohjatutkimusten määrästä ja tehtävistä tutkimuksista riippuen pohjatutkimukset voidaan tehdä myös pienemmällä kalustolla, joka ei aiheuta pienvesikohteille samanlaista riskiä kuin tela-alustaiset kairavaunut.

Tässä työssä tehty pienvesien huomioimisen toimintaohje on skaalattavissa pienin muutoksin hyvin erilaisiin rakennushankkeisiin. Pienvesitoimintaohjeen hyödyntäminen laajemmin rakennushankkeissa lisäisi yleisesti tietoutta pienvesien merkittävästä ekologisesta roolista sekä niiden tunnistusmenetelmistä maastossa. Toimintaohjeen laajempi käyttö suojelisi arvokkaita pienvesikohteita ja samalla luonnon monimuotoisuutta.

LÄHTEET

Ahola, M., & Havumäki, M. (2008). Purokunnostusopas - Käsikirja metsäpurojen kunnostajille. Kainuun ympäristökeskus & Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. Saatavilla: http://hdl.handle.net/10138/38835.

Airaksinen, O., & Karttunen, K. (2001). Natura 2000 -luontotyyppiopas. 2. korjattu painos. Suomen ympäristökeskus. Saatavilla: http://hdl.handle.net/10138/41087.

Airavaara, H., Ala-Ilomäki, J., Högnäs, T., & Sirén, M. (2008). Väliaikaisia ajouran vahvistusrakenteita. Nykykalustolla turvemaiden puunkorjuuseen. Metla. Saatavilla: https://jukuri.luke.fi/server/api/core/bitstreams/9c8b96ba-43f7-4592-962c-e6be469501c5/content.

Biggs, J., von Fumetti, S., & Kelly-Quinn, M. (2017). The importance of small waterbodies for biodiversity and ecosystem services: implications for policy makers. Hydrobiologia. Vol 793, pp. 3-39. Saatavilla: http://dx.doi.org/10.1007/s10750-016-3007-0.

EEA. (2026). Natura 2000-Viewer. European Environment Agency. Saatavilla: https://natura2000.eea.europa.eu/.

Eskelinen, I. (2026). Lähdetyypit. Valokuva.

Eskelinen, I., & Juutinen, R. (2023). Lähteikköjen ennallistamisopas, Opas 6/2023. Pohjois-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Saatavilla: https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-398-201-7.

Geomachine Oy. (2026). Kairavaunut. Saatavilla: https://geomachine.fi/maaperatutkimus/geotekniset-kairavaunut/.

Hare, D. K., Briggs, M. A., Rosenberry, D. O., Boutt, D. F., & Lane, J. W. (2015). A comparison of thermal infrared to fiber-optic distributed temperature sensing for evaluation of groundwater discharge to surface water. Journal of Hydrology. Volume 530. pp. 153-166. Saatavilla: https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.09.059.

Ilmonen, J. (2019). Luonnontilainen lähteikkö. Valokuva. Pienvesiopas. Suomen ympäristökeskus. Saatavilla: http://hdl.handle.net/10138/306503.

Itärata. (2026a). Itäradan jatkosuunnitteluun etenevä ratalinjaus. Saatavilla: https://www.itarata.fi/tietoa_hankkeesta/ratalinjaus/.

Itärata. (2026b). Itäradan luontoajokorttikoulutuksen esimerkkikuva ratalinjan alustavista kairauspisteistä ja alueella esiintyvistä luontoarvoista. Itäradan sisäinen koulutusaineisto.

Itärata. (2026c). Itäradan YVA-selostus. Saatavilla: https://storymaps.arcgis.com/collections/f30d8bff154f4050996e196c01ce7d22?item=1.

Itärata. (2026d). Itärata Oy. Saatavilla: https://www.itarata.fi/itarata-oy/.

Itärata. (2026e). Itärata suunnitellaan vaiheittain. Saatavilla: https://www.itarata.fi/suunnittelu/.

Jääskeläinen, R. (2011). Geotekniikan perusteet. Tammertekniikka.

Kairausopas I. (1981). Painokairaus, tärykairaus ja heijarikairaus. Suomen geoteknillinen yhdistys r.y. Saatavilla: http://sgy.fi/content/uploads/2017/04/kairausopas-1-painokairaus-taerykairaus-heijarikairaus.pdf.

Kairausopas II. (1999). Kairausopas II. Siipikairaus. Suomen geoteknillinen yhdistys r.y. Saatavilla: https://sgy.fi/content/uploads/2017/04/kairausopas-2.pdf.

Kairausopas III. (2023). Kairausopas III. Näytteenotto geoteknisiä tutkimuksia varten. Suomen geoteknillinen yhdistys r.y. Saatavilla: https://sgy.fi/content/uploads/2023/06/kairausopas-iii-naytteenotto-geoteknisia-tutkimuksia-varten-2023-06-05.pdf.

Kairausopas IV. (1987). Kairausopas IV. Pohjavedenpinnan ja huokosvedenpaineen mittaaminen. Suomen geoteknillinen yhdistys r.y. Saatavilla: http://sgy.fi/content/uploads/2017/04/kairausopas-4.pdf.

Kairausopas V. (1986). Kairausopas V. Porakonekairaus. Suomen geoteknillinen yhdistys r.y. Saatavilla: http://sgy.fi/content/uploads/2017/04/kairausopas-5.pdf.

Kairausopas VI. (2001). CPTU/puristinkairaus ja puristin-heijarikairaus. Suomen geoteknillinen yhdistys r.y. Saatavilla: http://sgy.fi/content/uploads/2017/04/kairausopas-6-cptu-puristinkairaus-puristin-heijarikairaus.pdf.

Knipling, E. B. (1970). Physical and physiological basis for the reflectance of visible and near-infrared radiation from vegetation. Remote Sensing of Environment. Volume 1. Issue 3. pp. 155-159. Saatavilla: https://doi.org/10.1016/S0034-4257(70)80021-9.

Kristensen, P., & Globevnik, L. (2014). European small water bodies. Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy. Vol 114B, No 3. pp, 281-287. Saatavilla: https://dx.doi.org/10.1353/bae.2014.0025.

Kuusisto, E. (2014). Vesitalous. 4/2014. Vesitalous-lehti.

Larsson, T. (2004). Kosteikot pohjoismaissa ja Ramsar-sopimus. Suojelusta, hoidosta ja käytöstä. Pohjoismaiden ministerineuvosto, Suomen ympäristökeskus.

Liikennevirasto. (2015). Geotekniset tutkimukset ja mittaukset - suunnitteluvaiheen ohjaus. Liikenneviraston ohjeita 10/2015. Saatavilla: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/120992/lo_2015-10_978-952-317-172-5.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Lovdata. (2026). Norjan biodiversiteettilaki. Lov om forvaltning av naturens mangfold (naturmangfoldloven). Saatavilla: https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2009-06-19-100/KAPITTEL_6#KAPITTEL_6.

Luonnonsuojelulaki 9/2023, §34. L 5.1.2023/9. Finlex. Saatavilla: https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/saadoskokoelma/2023/9.

Lupa- ja valvontavirasto. (2026). Ilmoitus ympäristöhaittaa aiheuttavasta poikkeuksellisesta tilanteesta. Saatavilla: https://lvv.fi/ymparisto/ilmoitus-ymparistohaittaa-aiheuttavasta-poikkeuksellisesta-tilanteesta.

Maanmittauslaitos. (2026a). Maastokartta (rasteri). Saatavilla: https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/aineistot-ja-rajapinnat/tuotekuvaukset/maastokarttasarja-rasteri.

Maanmittauslaitos. (2026b). Paikkatietoikkuna. Saatavilla: https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/.

Meriluoto, M., & Soininen, T. (2002). Metsäluonnon arvokkaat elinympäristöt. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio.

Metsäkeskus. (2026). Erityisen tärkeät elinympäristökuviot. Saatavilla: https://metsakeskus.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=a29ae4c4eb7240f0895d4ff93f04df1c.

Metsälaki 1093/1996, §10. L 12.12.1996/1093. Finlex. Saatavilla: https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/1996/1093.

Mundy, E., Gleeson, T., Roberts, M., Baraer, M., & McKenzie, J. M. (2016). Thermal Imagery of Groundwater Seeps: Possibilities and Limitations. Groundwater. Volume 55. Issue 2. pp. 160-170. Saatavilla: https://ngwa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gwat.12451.

NGU. (2026a). About NGU. Saatavilla: https://www.ngu.no/en/about-ngu.

NGU. (2026b). Norjan NADAG-järjestelmä. Saatavilla: https://www.ngu.no/en/geologiske-kart.

Pittock, J. (2021). Use of the Ramsar Convention to protect springs and other wetlands. Conservation Biology, Volume 35, Issue 6. pp. 1969-1971. Saatavilla: https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cobi.13799.

Ramsar. (2026). The contracting parties of the convention of wetlands. Saatavilla: https://www.ramsar.org/contracting-parties.

RT 10-10619. (1996). Asuinrakennushankkeen pohjatutkimus ja pohjarakennussuunnittelu. Rakennustieto Oy.

SFS-EN 1997. (2004). Eurokoodi 7. Geotekninen suunnittelu (SFS-EN 1997).

SGY. (2002). Ympäristögeotekninen näytteenotto-opas maa-, huokoskaasu- ja pohjavesinäytteet. Suomen geoteknillinen yhdistys r.y. Saatavilla: https://sgy.fi/content/uploads/2017/04/ympaeristoegeotekninen-naeytteenotto-opas-maa-huokoskaasut-ja-pohjavesinaeytteet.pdf.

Sveriges Riksdag. (1998). Förordning (1998:1252) om områdesskydd enligt miljöbalken m.m. Saatavilla: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/forordning-19981252-om-omradesskydd-enligt_sfs-1998-1252/.

SYKE. (2026). Pohjavesiputkikortti. Pohjavesinäytteenotto-Nykytila ja kehitystarpeet. Suomen ympäristökeskus. Saatavilla: http://hdl.handle.net/10138/38376.

Tie- ja vesirakennushallitus. (1970). Tutkimustöiden suunnittelu ja järjestely. Maarakennusalan tutkimus- ja suunnitteluohjeita, osa III. Saatavilla: https://doria.fi/handle/10024/132004.

Tieteen termipankki. (2026). Tihkupinta. Saatavilla (viitattu 8.1.2026): https://tieteentermipankki.fi/wiki/Geologia:tihkupinta.

Tolonen, J. (2019a). Noro ja puro. Valokuva. Pienvesiopas. Suomen ympäristökeskus. Saatavilla: http://hdl.handle.net/10138/306503.

Tolonen, J. (2019b). Puusuisteiden ja kiveämisen avulla luonnontilaisen kaltaiseksi kunnostettu puro. Valokuva. Pienvesiopas. Suomen ympäristökeskus. Saatavilla: http://hdl.handle.net/10138/306503.

Tolonen, J. (2019c). Tihkupinnat. Valokuva. Pienvesiopas. Suomen ympäristökeskus. Saatavilla: http://hdl.handle.net/10138/306503.

Tolonen, J. (2019d). Työkoneella ylitetty puro, jonka virtausolosuhteet ovat muuttuneet. Valokuva. Pienvesiopas. Suomen ympäristökeskus. Saatavilla: http://hdl.handle.net/10138/306503.

Tolonen, J., Leka, J., Yli-Heikkilä, K., Hämäläinen, L., & Halonen, L. (2019). Pienvesiopas. Pienvesien tunnistaminen ja lainsäädäntö. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 36/2019. Suomen ympäristökeskus.

Väylävirasto. (2023). Hankkeiden suunnittelun vaiheet. Saatavilla: https://vayla.fi/suunnittelu-rakentaminen/hankkeiden-suunnittelu/hankkeiden-suunnittelun-vaiheet.

Vesilaki 587/2011, §3 ja 11. L 27.5.2011/587. Finlex. Saatavilla: https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587.

Witikainen, M. (2026). Työkoneella ylitetty noro. Valokuva.

Ympäristö.fi. (2025). Luontodirektiivin luontotyypit. Suomen ympäristökeskus. Saatavilla: https://www.ymparisto.fi/fi/luonto-vesistot-ja-meri/luonnon-monimuotoisuus/luontotyyppien-monimuotoisuus/luontodirektiivin-luontotyypit.

Ympäristö.fi. (2026). Ympäristönsuojelulain kertaluonteiset ilmoitusmenettelyt. Saatavilla: https://www.ymparisto.fi/fi/luvat-ja-velvoitteet/ysln-kertaluonteiset-ilmoitusmenettelyt.

Ympäristöministeriö. (2026). Natura 2000-verkosto turvaa monimuotoisuutta. Saatavilla: https://ym.fi/natura-2000-verkosto.

Ympäristönsuojeluasetus. (2014). L 4.9.2014/713. Finlex. Saatavilla: https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2014/713.

LIITE A: HAASTATTELUKYSYMYKSET POHJATUTKIJOILLE

- Mikä on oma roolisi norojen ja lähteiden huomioimisessa osana pohja- ja kalliotutkimuksia?
- Tietävätkö pohjatutkijat arkojen kohteiden (norojen, lähteiden ja paineellisen pohjaveden) sijainnit ennen pohjatutkimustöiden aloittamista?
    - Jos ei, miksi?
- Mitkä ovat merkittävimmät tiedonkulun haasteet tilaajalta pohjatutkijoille?
    - Onko jotain kehitysehdotuksia, miten tiedonkulkuhaastetta tilaajan ja pohjatutkijoiden välillä voisi parantaa?
- Jos pienvesiä on havaittu tutkimusalueella etukäteen, onko ne yleensä merkattu suunnittelijan toimesta pohjatutkimusohjelmaan?
- Onko ollut tilanteita, joissa noroja / lähteitä on löytynyt maastosta kesken töiden, eikä niiden olemassaolosta ole tiedetty etukäteen?
    - Miten toimittiin?
    - Onko kairauspisteiden sijaintia vaihdettu?
- Onko tullut vastaan tilanteita, joissa norojen ja lähteiden olemassaolosta ei ole etukäteen tiedetty, ja niitä on pohja- tai kalliotutkimuksia tehdessä vahingoitettu (vahingot ovat selvinneet jälkikäteen)?
    - Miten toimittiin?
- Miten noroja tai lähteitä suojataan pohjatutkimusten haitallisilta ympäristövaikutuksilta maastossa?
    - Kairausjäte, porausreikien täyttö?
- Millaisia ennallistamistoimia on mahdollista tehdä, jos aiheutetaan vahinkoa noroille tai lähteille?
- Hyödynnetäänkö pienvesien paikkatietoaineistoja hankkeissa? Jos kyllä, miten?
    - Viedäänkö paikkatietoja omiin järjestelmiin?
    - Tehdäänkö reittisuunnitelmia näiden pohjalta?

LIITE B: HAASTATTELUKYSYMYKSET SUUNNITTELIJOILLE

- Mikä on oma roolisi norojen ja lähteiden huomioimisessa, kun pohja- ja kalliotutkimuksia suunnitellaan?
- Pyritäänkö pienvedet aina huomioimaan osana pohja- ja kalliotutkimusten suunnittelua väylähankkeessa?
- Millainen vastuunjako väylähankkeissa yleensä on pienvesiin liittyen? Kenen vastuulla ne ovat suunnitteluvaiheessa?
- Geosuunnittelija tekee pohjatutkimusohjelman, onko hänen vastuullaan konsultoida pienvesiasioissa ympäristöteknistä suunnittelijaa?
- Käytkö itse maastossa katsomassa norojen ja lähteiden sijaintia osana pohja- ja kalliotutkimusten suunnittelua?
- Hyödynnetäänkö suunnittelussa pienvesien paikkatietoaineistoja, joissa pienvesien sijaintietoa?
    - Viedäänkö paikkatietoa omiin järjestelmiin?
    - Tehdäänkö reittisuunnitelmia näiden pohjalta?
- Informoiko suunnittelija pohjatutkijoita mahdollisten norojen ja lähteiden sijainnista ennen töiden aloitusta?
    - Onko eri tahojen välisessä tiedonkulussa jotain haasteita?
    - Miten tiedonkulkua voisi parantaa?
- Onko tullut vastaan tilanteita, joissa norojen ja lähteiden olemassaolosta ei ole etukäteen tiedetty, ja niitä on pohja- tai kalliotutkimuksia tehdessä vahingoitettu (vahingot ovat selvinneet jälkikäteen)?
    - Miten toimittiin?
- Millaisia ennallistamistoimia on mahdollista tehdä, jos noroille tai lähteille aiheutetaan vahinkoa?

LIITE C: HAASTATTELUTUTKIMUKSEN TIETOSUOJASELOSTE

Tampereen yliopisto
Tampere University

Tietosuojaseloste – Diplomityön haastattelututkimus

Kerromme tällä tietosuojaselosteella sinulle tietosuojalainsäädännön edellyttämät tiedot siitä, miten käsittelemme henkilötietojasi osana diplomityön haastattelututkimusta. Tietosuojalainsäädännössä käytetään termiä ”rekisteröity” henkilöstä, johon henkilötiedot liittyvät. Käytämme tässä tietosuojaselosteessa rekisteröidystä ”sinä”- muotoa ja rekisterinpitäjästä ”me”-muotoa.

Tietosuojaselosteeseen voidaan tehdä tarvittaessa päivityksiä tai muutoksia. Jos muutos on merkittävä, ilmoitamme siitä sinulle lainsäädännön vaatimalla tavalla.
Tämä tietosuojaseloste on tullut voimaan 09.01.2026

1. Rekisterinpitäjä

Henkilötietojesi rekisterinpitäjä on: Sanni Rautanen
Diplomityön aihe: Norojen, lähteiden ja tihkupintojen huomiointi osana pohja- ja kallio-tutkimuksia: Case Itärata
Tampereen korkeakoulusäätiö sr. (Tampereen yliopisto)
2844561-8
Kalevantie 4 33100 TAMPERE

Yhteyshenkilö käsittelyä koskevissa asioissa on Sanni Rautanen, jonka tavoitat tai 0400 637 528. Yliopiston puhelinvaihde palvelee numerossa +358 (0) 294 52 11.

Voit ottaa tietosuojaan liittyvissä yleisissä kysymyksissä yhteyttä tietosuojavastaavaan dpo@tuni.fi.

2. Käsittelyn kohde ja tarkoitus

Käsittelyssä muodostuu diplomityöhön liittyvän haastattelututkimuksen henkilötietorekisteri.

Henkilötietoja käsitellään osana diplomityöhön liittyvän haastattelututkimuksen aineiston keräämistä, analysointia ja raportointia varten. Tutkimustuloksia käytetään osana diplomityötä nimettöminä siten, ettei haastateltavia voida tunnistaa.

3. Käsittelyn oikeusperuste

Henkilötietojesi käsittelyperusteena on:

☒ suostumus (rekisteröidyn)

☐ sopimuksen täytäntöönpaneminen

☐ rekisterinpitäjän lakisääteisen velvoitteen noudattaminen

☐ elintärkeiden etujen suojaaminen

☐yleistä etua koskeva tehtävä tai rekisterinpitäjälle kuuluvan julkisen vallan käyttö

☐rekisterinpitäjän tai kolmannen osapuolen oikeutettu etu

4. Henkilötietojen lähteet ja käsiteltävät tiedot

Henkilötietoja voidaan kerätä tilanteen mukaan joko suoraan sinulta tai muista lähteistä. Tietoja saadaan:

☒sinulta rekisteröitynä

☐seuraavista säännönmukaisista tietolähteistä:

Käsittelemme seuraavia henkilötietoja:

Ammattinimike, esim. pohjatutkija/suunnittelija, haastattelun yhteydessä annetut vastaukset, haastattelun toteuttamiseen liittyvät yhteystiedot (esim. sähköposti), haastattelunauhoitus ja litteroitu haastatteluaineisto

Käsittelemme seuraaviin rekisteröityjen ryhmiin kuuluvien henkilöiden tietoja:

☐Työntekijät ☐Opiskelijat ☒Tutkittavat ☐Tutkijat ☐Muu:

Henkilötietojen antaminen ei ole lakisääteinen tai sopimukseen perustuva vaatimus.

5. Henkilötietojen siirrot ja luovuttaminen

Henkilötietojasi voidaan tietyissä tilanteissa siirtää myös EU/ETA-maiden ulkopuolelle kolmansiin maihin tai kansainvälisille järjestöille. Henkilötietojen siirron yhteydessä turvataan riittävä tietosuojan taso käyttämällä asianmukaista siirtomekanismia (esim. vakiosopimuslausekkeet) ja teknisiä suojatoimia.

☒Henkilötietojasi ei siirretä EU/ETA-maiden ulkopuolelle

☐ Henkilötietojasi siirretään EU/ETA-maiden ulkopuolelle

6. Henkilötietojen suojaaminen

Henkilötietojasi suojataan käyttämällä asianmukaisia teknisiä ja organisatorisia suojatoimia. Suojaamme tietojasi teknisesti mm. virusturvalla, palomuurilla ja huolehtimalla säännöllisistä ohjelmistopäivityksistä. Lisäksi edellytämme kirjautumisen yhteydessä salasanaa, käyttäjätunnusta ja tilannekohtaisesti kaksivaiheista tunnistautumista.
Suojamme tietojasi myös organisatorisilla keinoilla. Henkilöstömme on salassapitovelvollinen ja tietoihin pääsyä rajataan sisäisesti. Toteutamme tarvittaessa myös erityisiä lisäsuojatoimia, kuten erillisiä säilytyssijainteja.
Mahdollisia manuaalisia aineistoja suojataan säilyttämällä ne lukituissa tiloissa.

7. Henkilötietojen säilytysaika

Henkilötietojasi säilytetään tapauskohtaisesti tarpeelliseksi arvioitu aika. Säilytysaikaan vaikuttavat myös lainsäädännön vaatimukset. Noudatamme henkilötietojen säilytyksessä tiedonohjaussuunnitelmaamme (TOS) ja soveltuvaa lainsäädäntöä.
Henkilötietojasi säilytetään tässä yhteydessä seuraavasti: Tietoja säilytetään diplomityönvalmistumiseen ja hyväksymiseen saakka, minkä jälkeen aineisto hävitetään.

8. Profilointi ja automaattinen päätöksenteko

Henkilötietojasi **ei käytetä** profilointiin tai automaattiseen päätöksentekoon.

9. Tietosuojaoikeudet ja niiden käyttäminen

Tietosuojalainsäädäntö takaa sinulle rekisteröitynä tiettyjä oikeuksia. Oikeudet riippuvat osittain henkilötietojen käsittelyn perusteesta. Tietyissä tapauksissa oikeuksiasi voidaan rajoittaa esimerkiksi lakisääteisen velvoitteemme vuoksi tai jos käsittely tapahtuu tieteellistä tutkimusta, tilastointia tai arkistointia varten. Jos oikeuksiasi on rajoitettu, toteutamme lainsäädännön edellyttämät asianmukaiset ja tarpeelliset suojatoimenpiteet. Sinulla on seuraavia tietosuojaoikeuksia, joita voit käyttää tekemällä sitä koskevan pyynnön.

<u>Oikeus saada pääsy tietoihin</u>

Sinulla on oikeus saada tietoa henkilötietojen käsittelystä ja tutustua itseäsi koskeviin henkilötietoihin.

<u>Oikeus tietojen oikaisemiseen</u>

Sinulla on oikeus pyytää virheellisten ja puutteellisten henkilötietojen oikaisua. Lisäksi sinulla on oikeus vaatia, että tarpeettomat henkilötiedot poistetaan.

<u>Oikeus tietojen poistamiseen</u>

Sinulla on tietyissä tilanteissa oikeus pyytää tietojesi poistamista (ns. oikeus tulla unohdetuksi).

Oikeus käsittelyn rajoittamiseen

Sinulla voi olla oikeus rajoittaa henkilötietojen käsittelyä laissa säädetyissä tapauksissa. Rajoittamisoikeus voi tulla kyseeseen esimerkiksi, jos sinua koskevat henkilötiedot ovat mielestäsi virheellisiä, niitä käsitellään lainvastaisesti tai olet vastustanut tietojesi käsittelyä.

Vastustamisoikeus

Sinulla on tietyissä tilanteissa oikeus henkilökohtaiseen, erityiseen tilanteeseesi perustuen vastustaa henkilötietojesi käsittelyä.

Oikeus siirtää tiedot järjestelmästä toiseen

Sinulla on tietyissä tilanteissa oikeus pyytää itse toimittamiesi henkilötietojen siirtoa järjestelmästä toiseen.

Oikeus olla joutumatta automaattisen päätöksenteon kohteeksi

Sinulla on oikeus olla joutumatta sellaisen päätöksen kohteeksi, joka perustuu pelkästään automaattiseen käsittelyyn, kuten profilointiin, ja jolla on sinua koskevia oikeusvaikutuksia tai joka vaikuttaa sinuun vastaavalla tavalla merkittävästi. Kieltoon on kuitenkin poikkeuksia.

Suostumuksen peruuttaminen

Mikäli henkilötietojesi käsittely perustuu suostumukseen, sinulla on milloin tahansa oikeus peruuttaa antamasi suostumus.

Oikeus tehdä valitus valvontaviranomaiselle

Sinulla on oikeus tehdä valitus valvontaviranomaiselle (Tietosuojavaltuutettu), jos henkilötietojesi käsittelyssä käsityksesi mukaan rikotaan tietosuojalainsäädäntöä.

Tietosuojavaltuutetun toimisto
Käyntiosoite: Lintulahdenkuja 4, 00530 Helsinki
Postiosoite: PL 800, 00531 Helsinki
Vaihde: 029 56 66700
Faksi: 029 56 66735
Sähköposti: tietosuoja@om.fi

LIITE D: ITÄRADAN LUONTOAJOKORTTIKOULUTUKSEN PIENVESIOSIO

Pienvedet

- Pienvesiin lukeutuvat mm. norot, purot ja lähteet, joiden luonnontilaisuuden muuttaminen on **vesilain** nojalla kielletty
  - Lentorata-Backas: 15 noroa, 12 lähdettä
  - Backas-Björkdal: 8 noroa, 6 lähdettä
  - Björkdal-Teuroinen: 8 noroa, 1 puro ja 8 lähdettä
  - Teuroinen-Koria: 2 puroa
  - Täydentävät pienvesiselvitykset 2026 (Ramboll)
- Pienvesiin kohdistuvat uhat:
  - Töiden ja kulkureittien riittämätön suunnittelu
  - Kartoittamattomat pienvedet
  - Tunnistamisen hankaluus (esim. norot)
- Mahdollisia ehkäisy- ja lievennystoimenpiteitä
  - Pohja- ja kalliotutkimusten kairauspisteiden sijoittelu
  - Työkoneiden kulkureittien suunnittelu etukäteen ja suunniteltujen kulkureittien varmistaminen maastossa
  - Vähintään 30 m suojaetäisyyden jättäminen pienvesikohteisiin
  - Toimintatavat tilanteisiin, joissa kartoittamattomia pienvesikohteita tavataan maastossa

6



Noron, puron ja lähteen tunnistaminen



Puro

- Virtavesi, jossa vettä virtaa jatkuvasti
- Noroon verrattuna selkeästi leveämpi uoma, jossa voi esiintyä myös kaloja
- Uoman rakenne vaihtelee, uomassa usein puuainesta
- Uomaa varjostaa vaihteleva kasvillisuus



Noro

- Puroa pienempi virtavesi
- Mutkitteleva uoma, jota varjostaa usein kuusi- ja lehtipuuvaltainen puusto, sammalet ja saniaiset
- Virtaus usein katkonaista, lisäksi kausikuivuminen tyypillistä kesäisin/kuivaan aikaan
- Joskus norot esiintyvät piilonoroina, jolloin vesi virtaa esim. sammalkerroksen alla
- Tunnistaminen usein hankalaa



Lähde

- Avoin, selkeärajainen pohjaveden purkautumispaikka
- Puro- , allikko- ja hetteikkölähteet
  - Purolähteissä purkautuva pohjavesi muodostaa puron
  - Allikkolähteissä paikallinen lähdeallas
  - Hetteikkölähteissä pohjavesi purkautuu maanpintaan tihkumalla (tihkupinta)

7

ITÄRATA

Ennen maastoon jalkautumista

- ArcGIS Field Maps -sovelluksen kautta hankealueen luontokohteisiin ja niiden esiintyvyyteen tutustuminen
- Suunnitellaan töiden toteutus ja työkoneiden reitit maastossa Field Maps -aineistojen pohjalta
- Huomioidaan riittävä suojaetäisyys luontokohteisiin
  - Vesien virtaussuuntien huomioiminen
  - Ei aiheuteta vaikutuksia alavirtaan noroille ja puroille
- Käytetään aiemmin hyödynnettyjä kulkureittejä uudelleen, jotta luontokohteisiin kohdistuvat riskit voidaan minimoida
- Tarvittavat perehdytykset ja turvallisuuden aloituskokous tulee olla käytynä
  - Jokaisen maastotyöntekijän tulee käydä luontoajokorttikoulutus
- Töiden suunnitteluun liittyvissä kysymyksissä voi olla yhteydessä rakennuttajakonsultin edustajiin



12 8.4.2026 ITÄRATA

Maastotöiden toteutus ja toiminta poikkeustilanteessa

- Varmistetaan töiden toteutuksen ja suunniteltujen kulkureittien toimivuus ympäristön kannalta maastohavainnoin
  - Tarvittaessa muutetaan suunnitelmia ja kysytään neuvoa tilaajan ja urakoitsijoiden yhteiseltä WhatsApp-kanavalta
- Huomioidaan töiden toteutuksessa alueen luonto- ja ympäristöarvot ja jätetään alue hyvään kuntoon ja siistitään jäljet

Toiminta poikkeustilanteessa, jossa aiheutunut ympäristöhaittaa (myös muiden toimijoiden aiheuttamat ympäristörikkeet)

- Tapahtuman dokumentointi valokuvien avulla
- Ilmoitus tapahtuneesta välittömästi hankkeen tilaajalle ja valvojalle
- Rakennuttajakonsultti laatii ilmoituksen ympäristöhaittaa aiheuttavasta poikkeustilanteesta toimivaltaiselle kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle ja Lupa- ja valvontavirastoon
  - Viranomainen ohjeistaa tarvittavista jatkotoimenpiteistä
  - Ilmoituksen tulee sisältää mm. ilmoittajan yhteystiedot sekä tiedot tapahtuman laadusta, sijainnista, kestosta ja laajuudesta
- **Hätätilanteessa tarvittaessa yhteys 112 ja toiminta maastotöiden hyväksytyn turvallisuussuunnitelman/ -ohjeen mukaisesti**



13

Esimerkkitilanne luontoarvojen huomioimisesta maastossa: Savijärven eteläpuoli, Sipoo

HOX! Aluerajausten lisäksi huomioitava myös riittävä suojaetäisyys luontokohteisiin!

- Esimerkki ratalinjan kohteesta, jossa on tunnistettu useita huomioitavia luontoarvoja (Arvoluokka 1: Kaikkein arvokkaimmat kohteet)
- Maastotöiden suunnittelussa ja toteutuksessa tulee huomioida luontoarvojen suojelu.
  - Kairauspisteen yli 2 metrin siirrosta sopiminen tilaajan kanssa.
  - Työkoneiden kulkureitit suunniteltava ArcGIS-aineiston pohjalta.
- Pienvesien kohdalla huomioitava, ettei aiheuteta myöskään haittoja alavirtaan. Esimerkiksi noro on kierrettävä n. 30 m etäisyydeltä, ettei muuteta noroon päätyvien vesien virtaamaa. Tarvittaessa pienvesien ylityksiin on käytettävä väliaikaista siltaa.
- Kohteelta poistuttaessa hyödynnetään samoja tuloreittejä vaikutusten minimoimiseksi.
- Luonnonsuojelualueilla kaikkien toimenpiteiden luvanvaraisuus selvitettävä!

14

