



Maanäytteenotto erilaisissa maaperäolosuhteissa

Ammattikorkeakoulututkinto opinnäytetyö
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri (AMK)

Kevät, 2024

Joni Mäkinen

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri (AMK)

Tekijä Joni Mäkinen

Työn nimi Maanäytteenotto erilaisissa maaperäolosuhteissa

Ohjaaja Elis Kivi HAMK, Timo Tarkkio Ramboll Finland Oy

Tiivistelmä

Vuosi 2024

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda ohje, jota voidaan käyttää Ramboll Finland Oy:n Porin toimipisteellä maanäytteenotossa. Tarkoituksena oli luoda lyhyt kolmen A4-arkin kokoinen ohje. Ohje sisältää linkkejä, joiden avulla on mahdollista saada maanäytteenoton asioista syventävää tietoa. Opinnäytetyössä käsiteltiin maanäytteenottoa laboratorioissa tapahtuvien laatuluokkatavoitteiden ja maastossa käytettävien näytteenottokategorioiden pohjalta. Opinnäytetyö on rajattu koekuoppatutkimuksiin sekä GM 50 -geoteknisellä kairavaunulla tehtäviin maanäytteenottoihin. Ohjeen sisällön rajauksessa käytettiin toimipisteen henkilökunnan kokemusta ja mielipidettä apuna. Ohjeen sisällön rajaaminen onnistui hyvin, ja se kirjoitettiin tämän opinnäytetyön pohjalta.

Koekuoppatutkimuksissa ja GM 50 -geoteknisellä kairavaunulla tehtävissä tutkimuksissa käsiteltiin näytteenottimia, niiden soveltuvuutta eri olosuhteissa sekä tutkimuspisteen tai koekuopan ennallistamista. Maanäytteenoton yhteydessä maastossa tehtävistä muista määrittämisistä käsiteltiin kivisyys, lohkaraisuus, puisuus, pH:n mittaus ja maakerrosrajat. Maastossa tehtävässä raportoinnissa käsiteltiin molempien maanäytteenottotapojen raporttien sisältö, sekä näytteiden yksilöimisen tapa.

Maanäytteenoton erikoistutkimuksia käsiteltiin lyhyesti neljän eri osa-alueen osalta. Erikoistutkimusten sisällössä on käsitelty rakennettavuuteen liittyen korroosio- ja aggressiivisuustutkimuksia, happamia sulfaattimaita ja stabiloitavuuskokeita. Maanäytteet maastossa -luvussa on kirjoitettu yleisiä tärkeimpiä ohjeita.

Avainsanat Näytteenotto, laatuluokitukset, käsittely

Sivut 39 sivua

The purpose of the thesis was to create a guide that can be used for soil sampling in Ramboll Finland Oy at the office of Pori. The goal was to create a short instruction of the length of three A4 sheets. The guide includes links for the further detailed information of soil sampling. The thesis dealt with soil sampling on the basis of the quality class goals that are used in a laboratory and the sampling categories used in the field. The thesis is limited to test pit investigations, as well as soil sampling with a GM 50 geotechnical drilling rig. In limiting the content of the guide, the experience and the opinions of the office staff were helpful. Delimiting the content of the guide was successful and it was written based on this thesis.

In the test pit surveys and in the surveys performed with the GM 50 -geotechnical drilling rig, samplers, their suitability in different conditions and the restoration of the survey point or test pit were discussed. Other determinations made in the field during soil sampling included stony, bouldery and woody quality, pH measurement, and soil layer boundaries. In the field reporting, the content of the reports of both soil sampling methods, as well as the method of identifying the samples, were discussed.

Specialised soil sampling studies were briefly addressed in four different areas. The content of these specialized studies included corrosion and aggressiveness. These studies related to constructability, acidic sulfate soils, and stability tests. In the chapter on soil sampling in the field, are written generally.

Keywords Sampling, quality classifications, processing
Pages 39 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Maanäytteenotto	2
2.1	Näytteen laatuluokatavoitteet	2
2.2	Näytteenottokategoriat	3
3	Koekuoppatutkimukset	6
3.1	Näytteenottimet	7
3.2	Näytteenottimien soveltuvuus eri olosuhteissa	8
3.3	Ennallistaminen koekuopissa	9
4	Kevyellä GM 50 tehtävä maanäytteenotto	10
4.1	Näytteenottimet	11
4.2	Näytteenottimien soveltuvuus eri olosuhteissa	18
4.3	Ennallistaminen GM 50 -geoteknisellä kairavaunulla	22
5	Näytteenoton yhteydessä maastossa tehtävät määritykset	23
5.1	Kivisyys, lohkareisuus ja puisuus	23
5.2	Maakerrosrajat	24
5.3	pH	25
6	Raportointi maastossa	26
7	Erikoistutkimukset maanäytteistä	31
7.1	Happamat sulfaattimaat	31
7.2	Korroosio- ja aggressiivisuustutkimukset	32
7.3	Stabiloitavuuskokeet	32
7.4	Pehmeät pohjasedimentit	33
8	Maanäytteet maastossa	33
8.1	Käsittely	33
8.2	Kuljetus	34
8.3	Varastointi	34
9	Ohjeen laatiminen	35
10	Pohdinta	36
	Lähteet	38

Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1. GM 50 geotekninen kairavaunu kuljetukseen valmiina	10
Kuva 2. STII näytteenotin.....	12
Kuva 3. STI-näytteenotin	12
Kuva 4. Geonor mäntänäytteenotin.....	13
Kuva 5. Suokaira kiinniasennossa	13
Kuva 6. Erikokoisia kierrekairoja GM 50 kairavaunuun	14
Kuva 7. Käsikäyttöisiä kierrekairoja.....	15
Kuva 8. Pienoismäntäotin	16
Kuva 9. Heijarikairan näytteenotin.....	17
Kuva 10. Ikkunaotin	17
Kuva 11. Läpivirtausnäytteenotin	18
Kuva 12. pH-elektrodi ja näyte	26
Taulukko 1. Laatuluokan ja näytteenottokategorian riippuvuus	3
Taulukko 2. Ohjaussylinteri tai näytteenottosylinteri.....	8
Taulukko 3. Lapiolla tai kauhalla otettu näyte.....	9
Taulukko 4. STI- STII- ja Geonor.	19

Taulukko 5. Suokaira	19
Taulukko 6. Kierrekaira	20
Taulukko 7. Kannuotin	20
Taulukko 8. Pienoismäntäotin ja heijarikaira	21
Taulukko 9. Ikkunaotin	21
Taulukko 10. Läpivirtausnäytteenotin	22
Taulukko 11. Turvemaalajien puisuus	23
Taulukko 12. Maakerroksen kivisyys	24
Taulukko 13. Maakerrosten lohkaraisuus	24
Taulukko 14. Kenttäpöytäkirjan yleiset tiedot	27
Taulukko 15. GM 50 kenttäpöytäkirjan sisältö	28
Taulukko 16. Koekuoppatutkimuksen kenttäpöytäkirja	29

1 Johdanto

Tarkoituksena on tehdä Ramboll Finland Oy:n Porin toimipisteelle ohje, jolla voidaan ohjata pohjatutkijoita, sekä suunnittelijoita maanäytteenotossa erilaisissa maaperäolosuhteissa.

Ajatuksena on se, että saadaan uuden ohjeistuksen mukainen toiminta käytäntöön, sekä lisättyä samalla suunnittelijoiden osallistumista ja osaamista itse tutkimustyöhön.

Opinnäytetyön tarkoitus on luoda ohjeistus maanäytteenottoon. Maanäytteenotto on monivaiheinen, toteutustavasta ja maaperän olosuhteista riippuen. Opinnäytetyön aihe tuli esille työpaikalla, koska tähän osa-alueeseen ei ole olemassa vielä selkeää ja lyhyttä ohjeistusta. Pohjatutkijan on hyvä jo pohjatutkimuksia tehdessä havaita, jos kyseiseen maaperään tai olosuhteisiin liittyy jotain, mitä ei ole huomioitu pohjatutkimusohjelmaa tehdessä. Tällaisissa tapauksissa olisi hyvä, että pohjatutkija raportoi asiasta pohjatutkimusohjelman tekijälle, jolloin he voivat yhdessä sopia, kuinka asian kanssa menetellään.

Ramboll Finland Oy on globaali asiantuntijayritys, joka tarjoaa konsultointi- ja suunnittelupalveluita 35 maassa. Ramboll on vuonna 1945 Tanskassa perustettu säätiöpohjainen yritys. Ramboll-yrityksessä toimii yli 18000 ammattilaista, eri osa-alueilla. (Ramboll 2024)

Opinnäytetyö tehdään toiminnallisena kehittämistyönä, joka perustuu ammattitermistöön, aihepiiriin käsitteiden, sekä ammatilliseen teoreettiseen tietoon (Kostamo, ym., 2022, Kirjoita itsesi asiantuntijaksi – 3.1, ensimmäinen kappale). Tämän opinnäytetyön ja liitteenä olevan ohjeen on tarkoitus näyttää ammatillinen asiantuntijuus kehittävällä tuotoksella. (Kostamo, ym., 2022, Kirjoita itsesi asiantuntijaksi – 1.1, seitsemäs kappale). Ohjeistuksen on tarkoitus sisältää tiedot, jonka perusteella voidaan nopeasti tehdä päätös vaadituista tutkimustavoista. Tiedot voidaan perustella tällä hetkellä käytössä olevilla ohjeistuksilla ja tutkimustuloksilla (Kostamo, ym., 2022, Kirjoita itsesi asiantuntijaksi – 1.1, yhdeksäs kappale).

Opinnäytetyö sisältää maanäytteenoton, sekä siihen sisältyvän dokumentoinnin maastossa. Maanäytteenotto on rajattu GM 50 -geoteknisellä kairavaunulla tehtävien tutkimusten, sekä koekuoppatutkimusten mukaan. Opinnäytetyö ei sisällä kallionäytteenottoa tai pohjavesinäytteenottoa. Opinnäytetyön aikana on tarkoitus tehdä suullisia haastatteluja Ramboll Finland Oy:n toimipisteen henkilöstölle. Suullisten haastattelujen tarkoitus on saada nykytilanne kartoitettua, sekä käyttää henkilöstön ammattiosaamista tiedonkeruun pohjana.

2 Maanäytteenotto

Maanäytteenoton tarkoitus on saada maaperän ominaisuuksista tietoa. Maaperän ominaisuuksista tarvitaan tietoa, kun rakennetaan esimerkiksi teitä, katuja, kunnallistekniikkaa, taloja tai siltoja. Maanäytteenotto on pohjatutkimusten yksi osa. (Liikennevirasto, 2015, s. 38)

Maanäytteenotto käsittää näytteenottamisen lisäksi, raportoinnin, kuljetuksen, varastoinnin ja muita maastossa tehtäviä töitä, esimerkiksi pH:n mittaamisen. Raportoinnin yksi osa-alue on myös infra-pohjatutkimusformaatin mukaisten kirjauksien tallentaminen tiedonsiirtoon tarkoitettuun tiedostoon. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s.46)

2.1 Näytteen laatuluokkatavoitteet

Laatuluokkatavoitteet luokitellaan laboratoriossa maanäytteistä tehtävien kokeiden mukaan. Näytteenotossa käytettävä kategoria valitaan laatuluokan mukaan (SFS ISO 22475-1:2021, s. 130). Alla olevassa taulukossa 1, on kerrottu kuinka laatuluokka ja näytteenottokategoria ovat toisistaan riippuvaisia. Vanhassa järjestelmässä oli näytteenottokategorioita vain A–C. Vanhan järjestelmän näytteenottokategoria A vastasi laatuluokkia 1–2, näytteenottokategoria B vastasi laatuluokkia 3–4 ja näytteenottokategoria C vastasi laatuluokkaa 5.

Infra-pohjatutkimusformaatti sisältää laboratoriossa tehtäville kokeille lyhenteet, joiden perusteella tiedonsiirtoon tarkoitettuun tiedostoon voidaan kirjoittaa maanäytteistä tehdyt ominaisuudet lyhentein. Tutkitut ominaisuudet kirjataan tiedostoon, esimerkiksi vesipitoisuus kirjataan kirjaimella w, rakeisuus lyhenteellä rak, sekä pH kirjataan Ph. Maanäytteestä ja tarvittavista tiedoista riippuen, maanäytteestä voidaan määritellä kymmeniä eri suureita, joita voidaan käyttää laskelmissa tai määriteltäessä esimerkiksi rakennettavuutta. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2018, s. 16)

Näytteenotossa on oltava erittäin huolellinen, jotta laboratoriossa päästään varmasti vaadittuun laatuluokkaan, eli saadaan luonnontilaista maaperää edustavat tulokset. Käytännössä on kuitenkin huomioitava, että yhtäkään maanäytettä ei saada otettua maasta luonnontilaisena täysin häiriintymättömänä (SFS ISO 22475-1:2021, s. 17). Taulukon 1 perusteella pohjatutkimusohjelman tekijä pystyy määrittelemään laatuluokkatavoitteiden perusteella oikean näytteenottokategorian (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s.7).

Taulukko 1. Laatuluokan ja näytteenottokategorian riippuvuus (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s.10).

Ominaisuudet, jotka voidaan määrittää laboratoriossa	Maanäytteen laatuluokat				
	1	2	3	4	5
Maakerrosten tunnistus					
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-tiiviyys (tiiviyysaste 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 tiiviyys	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 määrittäminen tulee aina tehdä mahdollisimman pian näytteenoton jälkeen (tarpeen mukaan varmistus kenttämittauksin).

2.2 Näytteenottokategoriat

Maanäytteenottokategoria ottaa kantaa siihen, kuinka näyte otetaan maastossa, sekä kuinka sitä kuuluu käsitellä ja säilyttää matkalla laboratorioon. Näyttekategorian valintaan vaikuttaa maanäytteen tavoiteltava laatuluokka, eli mitä tietoja tarvitaan maanäytteestä. Luvun 2.1 taulukossa 1 on tästä tarkennuksia. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s.7) Näytteen laatuun vaikuttavat geologiset ja hydrogeologiset olosuhteet, näytteenottomenetelmä, näytteiden käsittely, kuljetus ja varastointi (SFS ISO 22475-1:2021, s. 15).

Näytteenottokategoriat A ja B vastaavat niin sanottuja häiriintymättömiä näytteitä, mikä tarkoittaa sitä, että maaperän ominaisuudet ovat näytteissä hyvin lähellä samoja kuin luonnontilaisessa maaperässä. Näytteenottokategoriat C, D ja E vastaavat niin sanottuja häiriintyneitä näytteitä, joka tarkoittaa sitä, että näytteen sisältämä maa ei ole luonnontilassa. Vanhassa maanäytteenotto-ohjeistuksessa näytteenottokategorioita oli vain kolme, eli A, B ja C (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s.8)

Näytteenottokategorian A tarkoitus on saada mahdollisimman tarkkoja näytteitä luonnontilaisesta maaperästä. Tämän kategorian näytteitä pystytään analysoimaan laboratoriossa kaikista näytteenottokategorioista tarkimmin. Tämän näytteenottokategorian mukaisen näytteen onnistuessa päästään laboratoriossa maanäytteen laatuluokkaan 1. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, ss. 8–10) Näytteessä on muuttumattomina maaperässä vallitsevat lähes luonnontilaiset olosuhteet:

- kerroksellisuus
- rakenne
- koostumus
- vallitseva jännitystila

(Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s.8)

Näytteenottokategoria B on hieman näytekategoria A:ta heikompi. Kuitenkin tässä näytteenottokategoriassa on tarkoitus saada näytteitä, jotka ovat mahdollisimman lähellä luonnontilaista maaperää. Tämän näytteenottokategorian näytteiden onnistuessa, päästään maanäytteen laatuluokkaan 2. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 8–10) Näytteessä olevat muuttumattomina pysyneet maaperän vallitsevat olosuhteet:

- kerroksellisuus
- rakenne
- koostumus

(Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s.8)

Näytteenottokategorian C näytteiden onnistuessa, päästään maanäytteiden laatuluokkaan 3. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s.10) Tarkoituksena on saada näytteitä, joissa maaperässä olevat alla listatut olosuhteet ovat pysyneet lähes luonnontilaisina:

- kerroksellisuus
- rakenne

(Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s.9)

Näytteenottokategorian D maalajien kerrosrajat pystytään karkeasti määrittelemään. Tämän näytteenottokategorian näyte ei riitä luotettavaan vesipitoisuuden määrittämiseen. Päälajite ja lajite pystytään määrittelemään tällä näytteenottokategoriolla. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s.9) Alla ovat näytteessä muuttumattomina pysyneet maaperän vallitsevat olosuhteet:

- kerroksellisuus
- rakeisuus

(Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s.9)

Näytteenottokategoriolla E saadaan näytteitä, joissa kaikki maaperän ominaisuudet ovat muuttuneet. Tätä kategoriata voidaan käyttää vain likimääräiseen maaperän maalajien arviointiin. Suomessa vallitsevissa maaperäolosuhteissa, tällä kategoriolla pystytään päättämään päämaalaji. Näytteenoton syvyys ja maalajikerrosten arviointi on hyvin likimääräistä. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s.9)

3 Koekuoppatutkimukset

Koekuoppatutkimuksia tehdään, jos tarvitaan maaperästä tietoja noin 3–4 m syvyyteen. Koekuopan mahdolliseen syvyyteen vaikuttavat maaperä, vallitseva pohjavedenpinta sekä olemassa olevat rakenteet. Tavanomaisilla kaivinkoneilla päästään noin 3–4 m syvyyteen. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2002, s. 23) Koekuopassa pohjavesipinnan alapuolelta näytettä otettaessa, pitäisi alentaa pohjavettä näytteenoton ajaksi (SFS ISO 22475-1:2021, s. 19). Koekuoppatutkimus soveltuu hyvin, jos tutkittavalla alueella on tilaa, sekä silloin, jos maaperä on kivistä tai erittäin rakeista maalajia. Kairavaunun näytteenottimilla on kivisissä maaperissä mahdoton saada riittävän tarkkaa näytettä. Koekuopan tarkoituksena on saada maaperän kerroksellisuus tarkemmin selvitettyä. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s.14)

Koekuoppatutkimuksia tehdessä on huomioitava myös työturvallisuus. Kaivantojen on oltava turvallisia ja ne vaativat riskientarkastelua sekä hyvää työsuunnittelua (RIL 263-2014, s. 157). Näytteenottokuopan turvallisuuteen vaikuttaa myös vallitseva pohjavedenpinta, joka ollessaan kaivannon tasossa aiheuttaa luiskien sortumista (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 14).

Koekuoppatutkimuksia ja muita maanäytteenottomenetelmiä suunniteltaessa tulee ottaa huomioon olemassa olevat rakenteet. Rakenteita ovat vesijohdot, viemärit, kaapelit sekä olemassa olevien rakennusten maanalaiset rakenteet. Koekuoppien suunnittelussa on otettava huomioon myös tulevat rakenteet. Kaivantoja ei saada tiivistettyä luonnonmukaiseen tiivyyteen, joten niitä ei kannata sijoittaa uusien rakenteiden kohdalle. (Jääskeläinen, 2009, ss. 240, 257)

Koekuopalla saadaan muita tutkimusmenetelmiä luotettavammin selvitettyä maaperän kivi- ja lohkarepitoisuus (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 30). Geoteknisen luokituksen perusteella kivi on kooltaan 60–600 mm ja lohkare on kooltaan yli 600 mm (Jääskeläinen, 2009, s. 20). Koekuoppatutkimukset eivät yksistään riitä suunnittelun lähtötiedoiksi. Koekuoppatutkimusten lisäksi pitää tehdä myös kairaamalla suoritettuja tutkimuksia, jotta voidaan maaperän olosuhteet luotettavasti arvioida (SFS-EN 1997-1:2014, s. 38; SFS-EN 1997-2:2007, s. 35).

3.1 Näytteenottimet

Koekuopassa näytteenottoa voidaan suorittaa näytekategorioittain. Näytteenotossa on erittäin tärkeää huomioida maaperän kerroksellisuus. Näytteet säilötään, kerroksellisuus huomioiden, näyteastioihin. Näyteastiaan laitetaan näytteenottolipuke. Näytteenottolipuke sisältää muun muassa näytteen syvyystason sekä mistä tasosta kerros alkaa ja mihin se päättyy. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s.30)

Ohjaussylinterillä tai näytesylinterillä päästään näytteenottokategoriaan A–B, eli niin sanottuun häiriintymättömään näytteeseen. Tätä menetelmää voidaan käyttää hieno- ja karkearakeisissa maalajeissa, kuten savi, siltti ja hiekka. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, ss. 31–32)

Lapiolla tai kauhalla otettu näyte vastaa näytekategorian C–D näytteenottoa, eli niin sanottuja häiriintyneitä näytteitä. Lapiota tai kauhaa voidaan käyttää, kun kyseessä on hieno- tai karkearakeinen maalaji. Näytteet otetaan suljettuun astiaan, kuten kannelliseen ämpäriin, suljettuun pussiin tai PVC-putkeen. Erittäin tärkeää on myös näytettä otettaessa, että kerroksesta tulee kattava näyte. Kattava näyte tarkoittaa sitä, että koko kerrosvahvuudelta kerätään näytettä samaan astiaan, silloin kun maaperä ei ole homogeenistä. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s.30)

3.2 Näytteenottimien soveltuvuus eri olosuhteissa

Taulukossa 2 kerrotaan maalajeittain, mihin näytteenottokategoriaan A–B voidaan päästä, kun näytteenottimena on ohjaussylinteri tai näytteenottosylinteri.

Taulukko 2. Ohjaussylinteri tai näytteenottosylinteri (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 32).

Maalaji ja olosuhteet	Kategoria	Huom. ^{c)}
Savi ^{a)}	B (A)	Vain puristus A, jos ohjaussylinterin avulla ohutseinäiseen näytesylinteriin
Siltti ^{b)}	B (A)	Vain puristus A, jos ohjaussylinterin avulla ohutseinäiseen näytesylinteriin
Hiekka – pv yp	B	Vain puristus
Hiekka – pv ap	B	Vain puristus
Sora – löyhä, pv yp	–	Ei sovellu
Sora – tiivis, pv yp	–	Ei sovellu
Sora – pv ap	–	Ei sovellu
Moreenit – löyhä	(B)	Ei sovellu karkearakeiselle moreenille
Moreenit – tiivis	(B)	Ei sovellu karkearakeiselle moreenille
saLj, silj	B	Vain puristus
Turve	(B)	Vain MTv, vain puristus
Täyttö, sekalainen	–	Ei sovellu

^{a)} liSa, laSa, ljSa ja saSi, jotka ovat olomuodoltaan savimaisia.

^{b)} Rakeinen siltti, jossa ei ole savilajitetta.

^{c)} Näytesylinterin koko vaikuttaa maksimiraekokoon d_{max} . Esimerkiksi jos näytesylinterin sisähalkaisija on 96 mm, $d_{max} \leq 5$ mm, jolloin (näytteen ulkopuolelle jäävän) suuremman raekoon lajitteen osuus pitää arvioida.

Taulukossa 3 kerrotaan maalajeittain, mihin näytteenottokategoriaan C–D voidaan päästä, kun näyte otetaan koekuopassa kannelliseen astiaan tai suljettuun pussiin lapiolla tai kauhalla.

Taulukko 3. Lapiolla tai kauhalla otettu näyte (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 31).

Maalaji ja olosuhteet	Kategoria	Huom. ^{c)}
Savi ^{a)}	C	
Siltti ^{b)}	C	
Hiekka – pv yp	C	
Hiekka – pv ap	D	
Sora – löyhä, pv yp	D (C)	C, jos ei havaita valuvaa vettä
Sora – tiivis, pv yp	D (C)	C, jos ei havaita valuvaa vettä
Sora – pv ap	D	
Moreenit – löyhä	C	
Moreenit – tiivis	C	
saLj, silj	C	
Turve	C	
Täyttö, sekalainen	C	C, jos ei havaita valuvaa vettä

a) liSa, laSa, ljSa ja saSi, jotka ovat olomuodoltaan savimaisia.

b) Rakeinen siltti, jossa ei ole savilajitetta.

c) C vain, jos näytteenotto astiaan, joka estää kosteuden poistumisen (muutoin D).

3.3 Ennallistaminen koekuopissa

Näytteenoton jälkeen on tarpeellista ennallistaa kaivanto. Ennallistaminen tarkoittaa sitä, että kaivanto peitetään. Kaivannon peittämisessä on huomioitava, että työ suoritetaan mahdollisimman tarkasti. Kaivannosta nostetut maalajikkeet pyritään laittamaan takaisin sekoittamatta maalajikkeita keskenään. Tällöin on mahdollista käyttää esimerkiksi pintakerrokset uudelleen ja koekuopan kohta ei roudi eri tavoin. Tiivistäminen on tehtävä kerroksittain (Porin Kaupunki, 1.2.2024, s.9). Työskentely kaupunkialueella tai Elinkeino-, liikenne-, ympäristökeskuksen alueella tarvitsee aina työ- tai katutyöluvan, joka sisältää myös ehdot ennallistamisesta (Porin Kaupunki, 1.2.2024, s.3; Liikennevirasto, 2018, s.10).

Asfaltoiduilla alueilla voidaan väliaikaisesti ennen uutta asfalttia, tehdä pinnan korjaus, esimerkiksi öljysoralla. Tilaajan kanssa voidaan myös neuvotella, jos alueet on mahdollista jättää sorapinnoitteelle. (Porin Kaupunki, 1.2.2024, s. 11)

Luonnontilaisen maaperän ennalleen saattaminen on hankalampaa, koska pinnassa olevaa kunnakerrosta tai puustoa on vaikea saada takaisin. Näissä kohteissa yleensä riittää, että kaivanto on peitetty pinnaltaan tasaiseksi. (Porin Kaupunki, 1.2.2024, s. 9)

Nurmialueilla kaivanto peitetään ja tilaajan kanssa sovitaan, istutetaanko pinnalle uusi nurmi vai riittääkö tilaajalle kaivannon peittäminen ja pinnan tasoitus. Toisinaan tilaajalla voi olla omat vaateensa nurmipinnoitteiden osalta. Porin kaupunki hoitaa nurmialueiden ennallistamisen urakoitsijan kustannuksella. (Porin Kaupunki, 1.2.2024, s. 12)

4 Kevyellä GM 50 tehtävä maanäytteenotto

GM 50 -geoteknisellä kairavaunulla tehtävässä maanäytteenotossa pätevät samat perusohjeistukset kuin koekuoppatutkimuksissa. Työturvallisuus sekä olemassa olevat rakenteet on huomioitava tutkimuksia suunniteltaessa.

Kuvassa 1 on noin 2 tn painava GM 50 -geotekninen kairavaunu, jota voidaan liikuttaa työkohteesta toiselle henkilöauton peräkärjyssä. Sillä voidaan tehdä lähes kaikkia tutkimusmenetelmiä, pois lukien putkikairaus ja kallionäytekairaus. (Geomachine, n.d.) Silloin, kun on tarpeellista saada näytteitä maaperästä yli 3–4 m syvyydestä, kyseinen kairavaunu on erittäin hyvä valinta pohjatutkimuksiin. Geoteknisellä kairavaunulla maanäytteitä saadaan otettua myös pohjavedenpinnan alapuolelta. Näytteiden näytteenottokategoriat ovat A–E, riippuen näytteenottimesta ja maaperästä. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, ss. 11–12)

Vaikka tutkittavalle alueelle olisi tehty koekuoppatutkimuksia ja maanäytteenottoa, tarvitaan myös GM 50 -geoteknisellä kairavaunulla tehtyjä kairaustuloksia. Suunnittelun lähtötiedoksi tarvitaan näitä kaikkia, riippuen suunniteltavasta rakenteesta ja kohteen olosuhteista (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 1).

Kuva 1. GM 50 -geotekninen kairavaunu kuljetukseen valmiina.



4.1 Näytteenottimet

GM 50 -geoteknisellä kairavaunulla otettavissa näytteissä pätee samat ohjeistukset kuin koekuopissa. Näytteenottoraporttiin pitää selkeästi merkitä, korkeustaso ja sijainti.

Näytteenottoraporttiin pitää myös merkitä, onko näytteenoton aikana tullut jotain erityistä huomioitavaa, kuten kaluston kunto. On erittäin tärkeää huomioida, jos esimerkiksi näytteenotin on jostain syystä vahingoittunut ja kärkikappaleet ovat liian kuluneita. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 19)

STI- ja STII-mäntäottimilla ja Geonor- mäntäottimella, joita käytetään yleensä savelle ja siltille, päästään näytteenottokategorioihin A–C. Nämä soveltuvat hyvin painokairalla varustettuun kairavaunuun. Kun näytteenottimilla otetaan maanäytteitä rakennettujen täyttöjen läpi, pitää asentaa työputki maaperään. Työputken läpimitta pitää olla riittävän iso, jotta nämä näytteenottimet mahtuvat siitä läpi. Työputki pitää myös asennuksen jälkeen tyhjentää sisältä huolellisesti, jotta näytteenotin on mahdollista painaa läpi pohjassa olevasta maaperästä.

Työputken puhdistamisen vuoksi alla oleva maaperä löyhtyy ja ensimmäinen kategorian A näyte on mahdollista ottaa vasta 1 m etäisyydellä työputken alareunasta. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 15–16) Kuvat 2–4 havainnollistavat näiden näytteenottimien rakennetta. Kuten kuvista voidaan jo päätellä, jokainen näytteenotin sisältää paljon pieniä osia. Näytteenottimessa on esimerkiksi hienokierteitä. Hienokierteitä on hankala käyttää työskenneltäessä kylmissä olosuhteissa, varsinkin kun käsitellään savi ja siltti maalajeja.

Kuva 2. STII-näytteenotin (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 17).



Kuva 2. STII-näytteenotin osittain koottuna (vasemmalla) ja otin purettuna. Näyteputket ovat 170 mm pitkiä ja sisähalkaisijaltaan 50 mm. /1/

Kuva 3. STI-näytteenottimia: (a) mäntä kiinni: uralukitusmalli (yllä) ja kuulalukitusmalli (alla) ja (b) mäntä auki: uralukitusmalli (yllä) ja kuulalukitusmalli sekä kuulalukitusmekanismi purettuna (alla). /2/



Kuva 3. STI-näytteenottimia: (a) mäntä kiinni: uralukitusmalli (yllä) ja kuulalukitusmalli (alla) ja (b) mäntä auki: uralukitusmalli (yllä) ja kuulalukitusmalli sekä kuulalukitusmekanismi purettuna (alla). /2/

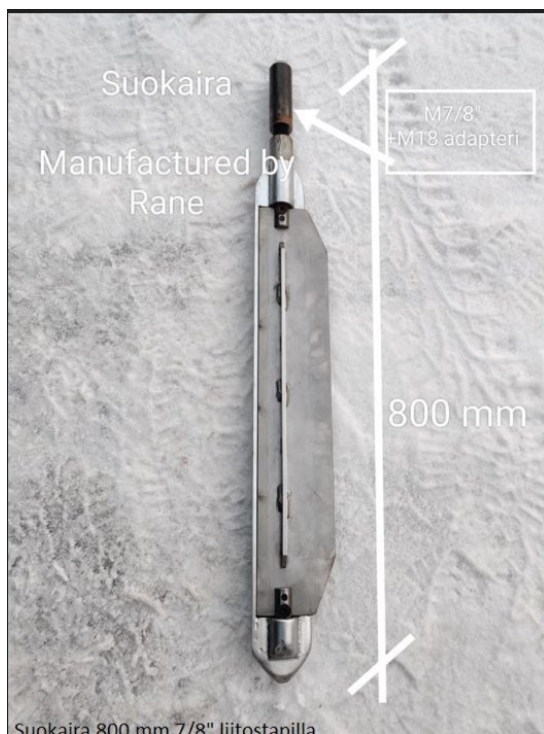
Kuva 4. Geonor- mäntänäytteenotin (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 19).



Kuva 4. Geonorin mäntänäytteenottimet: K100 (komposiittiputkella) ja K200 (teräsputkella). /muokattu, 3/

Suokairalla päästään näytteenottokategorioihin C–D. Kuvassa 5 olevaa suokairaa käytetään tavanomaisesti eloperäisissä maalajeissa, kuten turve ja lieju, sekä hienorakeisissa maalajeissa, kuten savi ja siltti. Tätäkin näytteenotinta voidaan käyttää GM 50 -geoteknisellä kairavaunulla. Näytteenotto suokairalla suoritetaan niin, että suokaira vietään puristamalla tai täyrtämällä haluttuun syvyyteen. Suokairan pitää olla kiinniasennossa haluttuun syvyyteen asti. Näytteenottosyvyydessä näytteenotinta kierretään puolikierrosta, jolloin se avautuu ja tämän jälkeen se nostetaan ylös. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 19)

Kuva 5. Suokaira kiinniasennossa.

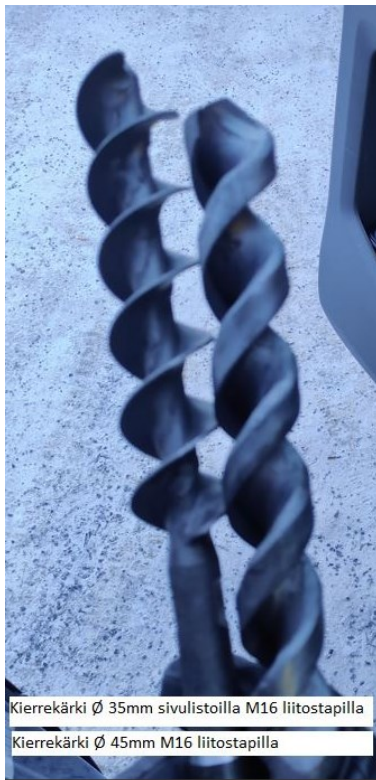


Kierrekaira on tarkoitettu lähinnä pintakerroksista otettaviin näytteisiin, syvyys noin 2–3 m. Kierrekairalla saadaan näytteitä näytekatteissa C–E. Sitä käytetään yleisesti hienorakeisissa maalajeissa, kuten savi ja siltti. Kierrekaira on erityisen hyvä kuivakuorisaven näytteenotossa. Kierrekaira soveltuu GM 50 -geoteknisessä kairavaunussa käytettäväksi ja käytetään pyörittämällä. Isommat kierrekairat kuvassa 6 ovat tarkoitettuja GM 50 -geotekniseen kairavaunuun ja pienemmät kierrekairat soveltuvat käsikäyttöisiksi (kuva 7). Kierrekairan näyte säilötään pussiin tai suljettavaan ämpäriin. Kierrekairaa käytettäessä on olemassa riski, että kairaa ylös nostettaessa sen pintaan sekoittuu ylempiä maalajeja. Näytteenotossa voidaan käyttää suojaputkea, jos näytettä yritetään saada kovin syvältä. Karkeissa maalajeissa, kuten sorassa, näytteen laatu on usein heikko. Näyte on sorassa näytteenottokategorian E näyte, johtuen siitä, että kairasta varisee herkästi ylös nostettaessa materiaalia. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, ss. 21–22; Jääskeläinen, 2009, s. 272)

Kuva 6. Erikokoisia kierrekairoja GM 50 -geotekniseen kairavaunuun.



Kuva 7. Käsikäyttöisiä kierrekairoja.



Putkiottimella päästään näytteenottokategorioihin C–E. Sitä käytetään yleisesti hienoissa ja karkearakeisissa maalajeissa. Näytteenotto vaatii porauskalustoa ja paineilmaa, joten GM 50 -geoteknisellä kairavaunulla tämä ei onnistu. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, ss. 23–24)

Kannuottimella päästään näytteenottokategorioihin C–E, ja sitä käytetään yleensä hiekassa ja hienorakeisissa maalajeissa. Sitä on mahdollista käyttää GM 50 -geoteknisellä kairavaunulla. Sitä voidaan käyttää työputken kanssa tai ilman. Näytteenotto suoritetaan ottimella niin, että kyljessä oleva lehti ohjaa maata näytteenottimen sisään. Näytteenotin on avoin nostettaessa ylös, joten sen pintaan saattaa kertyä maalajeja ylemmistä kerroksista. Kannuottimissa on olemassa suljettava malli, joka soveltuu erittäin hyvin sedimenttinäytteenottoon. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, ss. 26–27)

Pienoismäntäottimella ja heijarikairan näytteenottimella päästään kategorioihin C–D, niitä käytetään yleensä hienorakeisissa maalajeissa, kuten savi ja siltti. GM 50 -geotekninen kairavaunu soveltuu hyvin näiden käyttöön, koska näillä on mahdollista ottaa näyte puristamalla. Jos kyseessä on heijarikaira niin heijaroimalla. Pienoismäntäottimella, kuten

kuvassa 8, voidaan ottaa näyte ilman suojaputkea tai suojaputken kanssa. Pienoismäntäotin viedään haluttuun syvyyteen, jossa mäntä avataan ylös nostamalla ja lukitaan kiertämällä neljänneskierros, tämän jälkeen näytteenotin painetaan maaperään. Märkä hiekka, tai muu vastaava maalajike, valahtaa pienoismäntäottimesta helposti pois. Kuvassa 9 oleva heijarikaira viedään myös suljettuna näytteenottosyvyyteen. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 28; Jääskeläinen, 2009, s. 273)

Kuva 8. Pienoismäntäotin.



Kuva 9. Heijarikairan näytteenotin (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 29).



Kuva 12. Heijarikairan näytteenotin. /1/

Ikkunaottimella kuten kuvassa 10, voidaan ottaa päällysrakenne- ja täyttömaakerroksissa näytteitä kategorioissa D–E. Ikkunaotinta voidaan käyttää GM 50 -geoteknisessä kairavaunussa, silloin kun käytössä on puristinheijarointiin tarkoitettu lisävaruste. Otin painetaan, lyödään ja pyöritetään maaperään. Tämän jälkeen otin nostetaan ylös ja kyljestä olevista koloista voidaan ottaa valokuvia, mitata rakennekerrosten vahvuus, sekä määritellä maalajit. Yleisin käyttökohte on tien rakennekerrosten mittaaminen.

Kuva 10. Ikkunaotin (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 33).

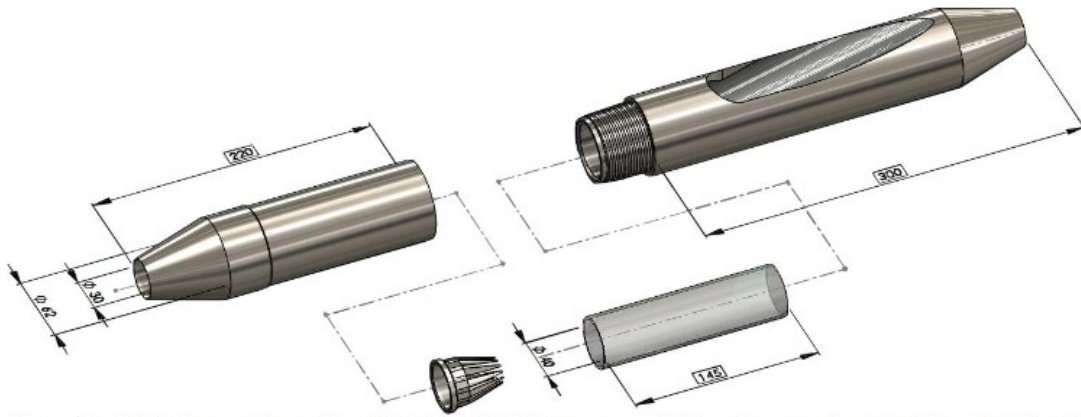


Kuva 14. Ikkunaotin tien rakennekerros tutkimuksiin. /4/

Läpivirtausnäytteenottimella kuten kuvassa 11, voidaan ottaa näytteitä kategorioissa D–E. Tätä käytetään hienorakeisissa maalajeissa. Läpivirtausnäytteenotinta voidaan käyttää GM 50 -geoteknisessä kairavaunussa silloin, kun käytössä on puristinheijarointiin tarkoitettu lisäosa. Näytteenotinta voidaan käyttää työputken kanssa tai ilman. Näytteenotin painetaan,

puristetaan ja heijaroidaan näytteenottosyvyyteen. Tämän jälkeen näytteenotin nostetaan ylös. Näytteenottoon jäänyt maa on syvyydeltä, johon lopetettiin.

Kuva 11. Läpivirtausnäytteenotin (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 34).



Kuva 15 Läpivirtausnäytteenotin (Ø61/35 läpivirtaava maanäytteenotin maakenkäterällä, läpinäkyvällä näyteputkella ja liuskasulkija). /4/

4.2 Näytteenottimien soveltuvuus eri olosuhteissa

Kuten näytteenotossa koekuopasta, GM 50 -geotekniseen kairakoneeseen asennettavilla näytteenottimilla on mahdollisuus päästä eri näytteenottokategorioihin maalajeista ja olosuhteista riippuen. Taulukoiden mukaisesti on helppo valita, mitä näytteenottotapaa voidaan käyttää. Pelkästään yhdellä näytteenottimella harvoin selviää työkohteessa, joten on varauduttava useampaan näytteenottoon (Kairauspas III, 2023, s. 11).

STI- ja STII-mäntäottimilla ja Geonor- mäntäottimella voidaan päästä näytteenottokategorioihin A–C. Kuten voidaan taulukon 4 perusteella havaita. Mäntäottimet eivät sovellu hiekan, soran, moreenin tai sekalaisen täytön näytteenottoon.

Taulukko 4. STI- STII- ja Geonor (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 16).

Maalaji ja olosuhteet	STII (STI) ($D_s = 50$ mm)		Geonor NGI ($D_s = 54$ mm)	
	Kategoria	Huom.	Kategoria	Huom.
Savi ^{a)}	B (A)	A, jos ei ole sensitiivinen Ei sovellu kuivakuorisavelle	B (A)	A, jos ei ole sensitiivinen Ei sovellu kuivakuorisavelle
Siltti ^{b)}	C		C	
Hiekka – pv yp	–	Ei sovellu	–	Ei sovellu
Hiekka – pv ap	–	Ei sovellu	–	Ei sovellu
Sora – löyhä, pv yp	–	Ei sovellu	–	Ei sovellu
Sora – tiivis, pv yp	–	Ei sovellu	–	Ei sovellu
Sora – pv ap	–	Ei sovellu	–	Ei sovellu
Moreenit – löyhä	–	Ei sovellu	–	Ei sovellu
Moreenit – tiivis	–	Ei sovellu	–	Ei sovellu
saLj, silj	C		C	
Turve	(E)	Vain MTv	(E)	Vain MTv
Täyttö, sekalainen	–	Ei sovellu	–	Ei sovellu

^{a)} liSa, laSa, ljSa ja saSi, jotka ovat olomuodoltaan savimaisia.

^{b)} Rakeinen siltti, jossa ei ole savilajitetta.

Suokairalla voidaan päästä näytteenottokategorioihin C–D. Kuten taulukosta 5 voidaan päätellä. 60 mm suokairalla vain moreeni ja sekalainen täyttö on täysin rajattuna pois.

Taulukko 5. Suokaira (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s.21).

Maalaji ja olosuhteet	Suokaira 60 mm		Suokaira 40 mm	
	Kategoria	Huom.	Kategoria	Huom.
Savi ^{a)}	C		C	
Siltti ^{b)}	C		C	
Hiekka – pv yp	C		C	
Hiekka – pv ap	D (C)	C, jos tiivis hHk...keHk	D (C)	C, jos tiivis hHk...keHk
Sora – löyhä, pv yp	C	Vain hSr	–	Ei sovellu
Sora – tiivis, pv yp	C	Vain hSr	–	Ei sovellu
Sora – pv ap	D	Vain hSr	–	Ei sovellu
Moreenit – löyhä	–	Ei sovellu	–	Ei sovellu
Moreenit – tiivis	–	Ei sovellu	–	Ei sovellu
saLj, silj	C		C	
Turve	D (C)	C, jos MTv	D (C)	C, jos MTv
Täyttö, sekalainen	–	Ei sovellu	–	Ei sovellu

^{a)} liSa, laSa, ljSa ja saSi, jotka ovat olomuodoltaan savimaisia.

^{b)} Rakeinen siltti, jossa ei ole savilajitetta.

Kierrekairalla voidaan päästä näytteenottokategorioihin C–E. Kuten taulukosta 6 voidaan havaita, kierrekaira ei sovellu pohjavedenpinnan alapuolisiin tutkimuksiin. Myös tiiviit moreenit on suljettu pois kierrekairalla tehtävistä näytteenotoista. Moreeneissa ja sorassa päästään vain ja ainoastaan näytteenottokategoriaan E, niiltä osin, kun maalaji on riittävän hienorakeista.

Taulukko 6. Kierrekaira (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s.22).

Kierrekaira ($D_u = 60 \text{ mm}$ tai 80 mm)		
Maalaji ja olosuhteet	Kategoria	Huom.
Savi ^{a)}	D (C)	C kuivakuorisavessa
Siltti ^{b)}	D (C)	C, jos pv yp
Hiekka – pv yp ^{c)}	D (C)	C, jos hyvin koossa pysyvää
Hiekka – pv ap ^{c)}	E	
Sora – löyhä, pv yp ^{c)}	E	Vain hieno Sr
Sora – tiivis, pv yp ^{c)}	(E)	
Sora – pv ap	–	Ei sovellu
Moreenit – löyhä ^{c)}	(E)	
Moreenit – tiivis	–	Ei sovellu
saLj, silj	D	
Turve	E (C)	C, jos MTv
Täyttö, sekalainen ^{c)}	(E)	

^{a)} liSa, laSa, ljSa ja saSi, jotka ovat olomuodoltaan savimaisia.

^{b)} Rakeinen siltti, jossa ei ole savilajitetta.

^{c)} Kierrekairan halkaisijan on oltava $D_u \geq 60 \text{ mm}$, kun otettava näyte edustaa karkearakeista maalajia tai täyttöä.

Kannuottimella voidaan päästä näytteenottokategorioihin C–E. Taulukon 7 mukaan kannuottimella voidaan ottaa näytteitä savesta, siltistä ja hiekasta. Voidaan helposti päätellä, että tällä ottimella on mahdollista ottaa näytteitä vain hienorakeisista maalajeista.

Taulukko 7. Kannuotin (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 27).

Maalaji ja olosuhteet	Kategoria	Huom.
Savi ^{a)}	D (C)	Ei sovellu kuivakuorisavelle C, jos reikä pysyy kuivana tai jos suljettava kannuotin
Siltti ^{b)}	D (C)	C, jos reikä pysyy kuivana tai jos suljettava kannuotin
Hiekka – pv yp	E (D)	D, jos työputki tai suljettava kannuotin
Hiekka – pv ap	E (D)	D, jos työputki tai suljettava kannuotin
Sora – löyhä, pv yp	–	Ei sovellu
Sora – tiivis, pv yp	–	Ei sovellu
Sora – pv ap	–	Ei sovellu
Moreenit – löyhä	–	Ei sovellu
Moreenit – tiivis	–	Ei sovellu
saLj, silj	D (C)	C, jos reikä pysyy kuivana tai jos suljettava kannuotin
Turve	–	Ei sovellu
Täyttö, sekalainen	–	Ei sovellu

^{a)} liSa, laSa, ljSa ja saSi, jotka ovat olomuodoltaan savimaisia.

^{b)} Rakeinen siltti, jossa ei ole savilajitetta.

Pienoismäntäottimella ja heijarikairalla päästään näytteenottokategorioihin C–D. Taulukon 8 mukaan, pienoisäntäottimen ja heijarikairan välillä ei ole eroja maalajeissa, joista näyte voidaan ottaa.

Taulukko 8. Pienoismäntäotin ja heijarikaira (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 29).

	Pienoismäntä-otin ($D_s = 26 \text{ mm}$)		Heijarikairan näytteenotin ($D_s = 32...39 \text{ mm}$)	
Maalaji ja olosuhteet	Kategoria	Huom.	Kategoria	Huom.
Savi ^{a)}	C		C	
Siltti ^{b)}	D (C)	C, jos reikä pysyy kuivana	D (C)	C, jos reikä pysyy kuivana
Hiekka – pv yp	D		D	
Hiekka – pv ap	–	Ei sovellu	–	Ei sovellu
Sora – löyhä, pv yp	–	Ei sovellu	–	Ei sovellu
Sora – tiivis, pv yp	–	Ei sovellu	–	Ei sovellu
Sora – pv ap	–	Ei sovellu	–	Ei sovellu
Moreenit – löyhä	–	Ei sovellu	–	Ei sovellu
Moreenit – tiivis	–	Ei sovellu	–	Ei sovellu
saLj, silj	D (C)	C, jos reikä pysyy kuivana	D (C)	C, jos reikä pysyy kuivana
Turve	–	Ei sovellu	–	Ei sovellu
Täyttö, sekalainen	–	Ei sovellu	–	Ei sovellu

^{a)} liSa, laSa, ljSa ja saSi, jotka ovat olomuodoltaan savimaisia.

^{b)} Rakeinen siltti, jossa ei ole savilajitetta.

Ikkunaottimella voidaan ottaa näytteenottokategorioiden C–E näytteitä. Taulukon 9 mukaan tällä näytteenottimella voidaan ottaa kaikista muista maalajeista näytteitä, paitsi liejuisesta savesta ja siltistä, sekä turpeesta. Ikkunaotin on tarkoitettu pääosin päällysrakenteiden ja täyttöjen näytteenottoon.

Taulukko 9. Ikkunaotin (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 33).

Maalaji ja olosuhteet	Kategoria	Huom.
Savi ^{a)}	E (C)	C, jos kuivakuorisavi
Siltti ^{b)}	D	
Hiekka – pv yp	D	
Hiekka – pv ap	D	
Sora – löyhä, pv yp	D	Ki arvioitava
Sora – tiivis, pv yp	D	Ki arvioitava
Sora – pv ap	E	Ki arvioitava
Moreenit – löyhä	D	Ki arvioitava
Moreenit – tiivis	D	Ki arvioitava
saLj, silj	–	Ei sovellu
Turve	–	Ei sovellu
Täyttö, sekalainen	D	Ki arvioitava E, jos pv ap

^{a)} liSa, laSa, ljSa ja saSi, jotka ovat olomuodoltaan savimaisia.

^{b)} Rakeinen siltti, jossa ei ole savilajitetta.

Läpivirtausnäytteenottimella päästään näytteenottokategorioihin C–E. Taulukon 10 mukaan läpivirtausnäytteenotin ei sovellu moreeneille, liejuiselle savelle, siltille, eikä turpeelle. Työputki on myös tarpeellinen useassa eri maalajikkeessa.

Taulukko 10. Läpivirtausnäytteenotin (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 35).

Maalaji ja olosuhteet	Kategoria	Huom.
Savi ^{a)}	D (C)	Vain puristus C, jos työputki
Siltti ^{b)}	D (C)	Vain puristus C, jos työputki ja reikä pysyy kuivana
Hiekka – pv yp	E	D, jos työputki
Hiekka – pv ap	E	D, jos työputki
Sora – löyhä, pv yp	E	Vain hSr D, jos työputki
Sora – tiivis, pv yp	E	vain hSr D, jos työputki
Sora – pv ap	E	Vain hSr D, jos työputki
Moreenit – löyhä	–	Ei sovellu
Moreenit – tiivis	–	Ei sovellu
saLj, silj	–	Ei sovellu
Turve	–	Ei sovellu
Täyttö, sekalainen	E	d>16 mm, Ki arvioitava

a) liSa, laSa, ljSa ja saSi, jotka ovat olomuodoltaan savimaisia.

b) Rakeinen siltti, jossa ei ole savilajitetta.

4.3 Ennallistaminen GM 50 -geoteknisellä kairavaunulla

GM 50 -geoteknisellä kairavaunulla tehtävien näytteenottojen jälkeen alueet on ennallistettava, kuten koekuoppien osalta. Ennallistaminen tehdään tilaajan ohjeita noudattaen, kuten luvussa 3.3 kerrotaan. Kuitenkin pääasia on, että, tutkimustavasta riippumatta, ei jää turvallisuusriskejä työmaalle. Turvallisuusriskit voivat aiheuttaa haittaa ihmisille, eläimille tai muulle ympäristölle (SFS ISO 22475-1:2021, s. 20).

Vedenläpäisevyyden osalta näytteenotosta tullut reikä pitää täyttää materiaalilla, jonka vedenläpäisykyky on pienempi tai yhtä suuri kuin ympäröivissä maakerroksissa (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 14).

5 Näytteenoton yhteydessä maastossa tehtävät määritykset

Näytteenottoon sisältyy paljon muutakin kuin pelkästään maanäytteiden ottamista ja toimittamista laboratorioon. Maastossa maanäytteenoton yhteydessä pitää määrittellä myös kivisyttä, lohkareisuutta, puisuutta, arvio maakerrosrajoista ja pH:n mittausta. Pohjatutkimusohjelman laatijan mukaan, saatetaan arvioida myös joitain muita ominaisuuksia.

Koekuoppien osalta saatetaan kuopasta määrittää myös olemassa olevien rakenteiden, kuten putkien tarkka sijainti ja halkaisija, jos ne ovat tulleet esille kaivettaessa. Maaperästä löytyy tekniikkaa, jota ei välttämättä ole kartoitettu riittävällä tarkkuudella. Tekniikka voi silloin, kaivuun aikana, tulla esiin yllätyksenä.

5.1 Kivisyys, lohkareisuus ja puisuus

Kivisyyden, lohkareisuuden ja puisuuden arviointi liittyy käytännön toteutukseen. Näytteenoton yhteydessä pitää näytteenottopöytäkirjaan arvioida näiden määrää. Koekuoppatutkimusten kohdalla on helpoin arvioida pintamaan lohkareisuutta tai kivisyttä. Koekuoppatutkimuksista olisi hyvä olla koekuopparaportin lisäksi myös valokuvia. Valokuvissa olisi hyvä olla myös mitta, jotta olisi helppo jälkikäteen arvioida esimerkiksi kivien kokoa. Kun tehdään GM 50 -geoteknisellä kairavaunulla näytteenottoa, pitää kivisyys ja lohkareisuus yrittää arvioida näytteenottopöytäkirjaan. Molemmissa tapauksissa puisuus ja kantojen määrä on helppo arvioida, kuvata ja kirjata pöytäkirjaan. Turvemaalajeilla voidaan puisuuden arviointien kirjaamisessa käyttää taulukon 11 merkintöjä. Maaperässä olevan puujätteen arviointi voi olla haastavaa, varsinkin ilman koekuoppatutkimuksia. Kivisyyden ja lohkareisuuden merkinnässä voidaan käyttää taulukoiden 12 ja 13 merkintöjä. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 14; Rantamäki ym., 2008, s. 62)

Taulukko 11. Turvemaalajien puisuus (Rantamäki ym., 2008, s. 63).

Puisuus	Lyhennys	Kantojen ja puujätteiden määrä, tilavuus-%
Puuton	Pu 1	≤ 10
Puinen	Pu 2	> 10..30
Runsaspuinen	Pu 3	>30

Taulukko 12. Maakerroksen kivisyys (Rantamäki ym., 2008, s. 62).

Nimitys	Lyhennys	Kivisyys, paino-% (>60...600 mm)
Kivetön	Ki 1	≤ 10
Kivinen	Ki 2	> 10..30
Runsaskivinen	Ki 3	>30

Taulukko 13. Maakerrosten lohkareisuus (Rantamäki ym., 2008, s. 63).

Nimitys	Lyhennys	Lohkareisuus, paino-% (> 600 mm)
Lohkareeton	Lo 1	≤ 10
Lohkareinen	Lo 2	> 10..30
Runsaslohkareinen	Lo 3	>30

Taulukoiden 12 ja 13 lisäksi, jos maaperässä olevien kivien tai lohkareiden määrä on yli 50 % painoprosentista, kutsutaan maaperää kivikoksi (Ki) tai lohkareikoksi (Lo) (Rantamäki ym., 2008, s. 63).

5.2 Maakerrosrajat

Geoteknisessä maalajiluokituksessa maalajit on luokiteltu neljään ryhmään ja ryhmät on jaettu päämaalajeihin:

- Eloperäiseen maalajiryhmään kuuluvat päämaalajit Turve (Tv) ja Lieju (Lj)
- Hienorakeiseen maalajiryhmään kuuluvat päämaalajit Savi (Sa) ja Siltti (Si)
- Karkearakeiseen maalajiryhmään kuuluvat päämaalajit Hiekka (Hk) ja Sora (Sr)
- Moreenimaalajiryhmään kuuluvat päämaalajit Silttimoreeni (SiMr), Hiekkamoreeni (HkMr) ja Soramoreeni (SrMr)

(Rantamäki ym., 2008, s. 59).

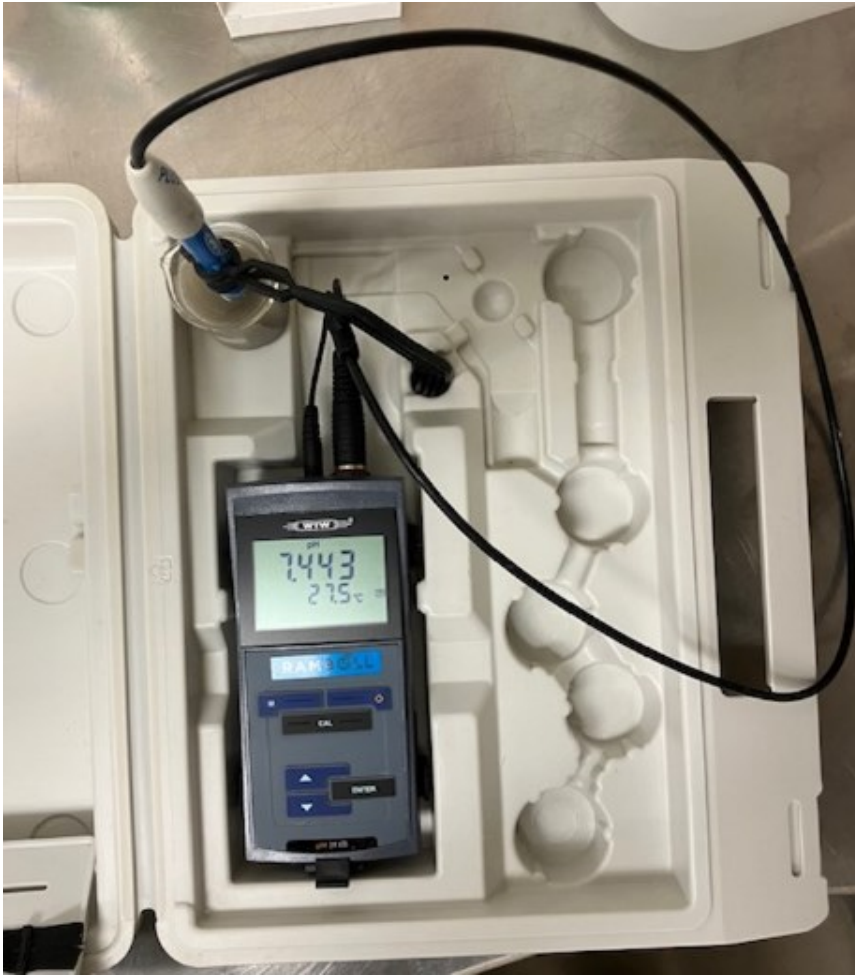
Näytteenoton lisäksi, kairakoneella tehtävissä pohjatutkimuksista, pohjatutkija määrittelee kerrosrajat arvioiden ja käyttäen edeltävässä taulukossa mainittuja päämaalajeja. Arvio maakerroksesta, ja sen muuttumisesta toiseen, arvioidaan kairaus vastuksen perusteella. Koekuopissa olevat kerrosrajat on helppo dokumentoida valokuvin. Valokuvissa on hyvä olla mittatikku tai mittanauha mukana (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 11)

Laboratoriossa maakerrosrajat saadaan tarkemmin selvitettyä, jos näytteenotto on onnistunut kaikin tavoin. Taulukossa 1 (2.1) on kerrottu laboratorioissa tehtävien kokeiden laatuluokat, sekä se, millä näytteenottokategoriolla niihin voidaan päästä.

5.3 pH

Maastossa mitattavan pH:n perusteella pystytään arvioimaan maaperän happamoitumisen ja hapettumisen astetta. Maastossa otetun pH-näytteen perusteella pystytään toteamaan, että maaperä on hapanta sulfaattimaata. Mineraalimaanäytteestä otetun pH:n ollessa alle 4 ja orgaanisessa maaperässä alle 3, voidaan todeta, että maaperä on hapanta sulfaattimaata. Hapettumissyvyys pystytään toteamaan jatkuvalla näytesarjalla, tai koekuopasta näkyvästä maaperästä. Maasto-pH pitää mitata mahdollisimman pian, mutta jos siihen ei ole heti mahdollisuutta, näyte pitää pakata ilmatiiviiseen pussiin ja pH pitää tällöin mitata 24 tunnin sisällä. Mittaus voidaan suorittaa maastossa tai laboratorioissa pH-elektrodilla, kun näytteeseen on sekoitettu deionisoitua vettä 1:1 suhteessa, kuva 12. Deionisoidun veden tilalla käytetään yleensä kalsiumkloridiliuosta, mikä kuitenkin aiheuttaa alempia pH-tuloksia. Pohjavesipinnan tasolla on yleensä hapettumissyvyys. Tämä oletamus ei kuitenkaan pidä paikkaansa, esimerkiksi savimaaperissä. Pelkästään happamien sulfaattimaiden tutkimuksien vuoksi ei pH:ta mitata, esimerkiksi teräspaaluperusteisen sillan vuoksi tehdään korroosio- ja aggressiivisuustutkimukset. Korroosio- ja aggressiivisuustutkimuksissa huomioidaan samalla myös betoniin kohdistuva kemiallinen rasitus. Siltojen näytteet otetaan aina niin sanotusti häiriintymättöminä eli näytteenottokategoriassa A ja B. Tarkemmat tutkimukset näytteille tehdään laboratorioissa. (Ympäristöministeriö, 2022, s. 128; Liikennevirasto, 2015, s. Liite 10/2; Väylävirasto, 2023, ss. Liite 5/2,3)

Kuva 12. pH -elektrodi ja näyte.



6 Raportointi maastossa

Maanäytteenoton kenttäpöytäkirja, taulukko 14, on hyväksyttävä yleisimmissä näytteenoton olosuhteissa. Kenttäpöytäkirja on standardin mukainen ja hyvin samanlainen GM 50 - geoteknisellä kairavaunulla ja koekuopissa tehtävissä maanäytteenotoissa. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, ss. 44–45)

Taulukko 14. Kenttäpöytäkirjan yleiset tiedot (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 45)

Kirjattavat tiedot	Näytteenotto	Koekuoppatutkimus
Yleiset tiedot		
Näytteenoton tai koekuoppatutkimuksen suorittava yritys tai tah	x	x
Tilaaajan tai sen edustajan nimi	x	x
Näytteenoton tai koekuoppatutkimuksen päivämäärä	x	x
Kohteen nimi (ja mahdolliset muut tunnistetiedot)	x	x
Näytteenottopisteen tai koekuopan numero tai tunniste	x	x
Tutkimuspisteen tiedot		
Näytteenottopisteen tai koekuopan sijainti ja korkeustaso ^{a)}	x	x
Näytteenottoreiän kallistus ja suunta, mikäli ei ole pystysuuntainen	(x)	
Pohjaveden tai orsiveden pinta, jos havaittu	x	x
Muut tiedot		
Lista liitteistä (esim. valokuvat)	x	x
Näytteenoton tai koekuoppatutkimuksen aikana tapahtuneet keskeytykset, esteet tai haasteet	x	x
Päteväksi osoitetun käyttäjän nimi ja allekirjoitus	x	x

GM 50 -geoteknisellä kairavaunulla tehtävissä näytteenotoissa kirjataan mahdollinen työputken käyttö- ja asennussyvyys. Lisäksi kirjataan näytteenottimen liuskasulkijan käyttö, sekä tiedot, esimerkiksi mitat. Näytteenotossa pitää myös kirjata, onko käytetty ilma- tai vesihuuhtelua työputkelle, sekä tieto näytteenottimen leikkuukärjestä, jos se on vaurioitunut näytettä otettaessa. Näytteenottoa tehtäessä on kenttäpöytäkirjaan kirjattava näytteenottoreiän kallistus ja suunta, jos näytteenottoreikä ei ole pystysuuntainen. Taulukon 15 sisältö kertoo, mitä pitää löytyä GM 50 -geoteknisen kauravaunun kenttäpöytäkirjasta. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, ss. 44–45)

Taulukko 15. GM 50 -geoteknisen kairavaunun kenttäpöytäkirjan sisältö (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 45)

Kirjattavat tiedot	Näytteenotto
Näytteenottokalusto	
Näytteenottimen tyyppi ja tekniset tiedot	x
Liuskasulkija (kyllä/ei)	x
Työputki tai työputki (kyllä/ei)	x
Työputken ajosyvyys	x
Ilma- vai vesihuuhtelu (jos näytteenottoreikä avattu huuhtelemalla)	x
Leikkuukärjen mahdollinen vaurioituminen näytteenoton aikana (huomautuksiin)	x
Näytteenottoprosessi	
Näytteen numero tai tunnus	x
Näytteenottomenetelmä(t)	x
Näytteen halkaisija tai koko	x
Näytteen syvyystiedot ja näytteen pituus	x
Näytteen häiriintyneisyys (arvio toteutuneesta näytteenottokategoriasta)	x
Näyteputken tai -astian vajoaus (jos ei täysi)	x
Maalaji (silmämääräinen arvio)	x
Näytteenottoreiän täyttömateriaali	x
Liitteet (tarvittaessa)	
Näytteestä otetut valokuvat	(x)
Tarkempi kuvaus näytteenottoreiän täytöstä ja kohteen ennalleen palauttamisesta	(x)

Koekuoppatutkimuksissa tarpeellista on kirjata myös kaikki muut huomioitavat asiat, kuten jätteet, putket, maaperän kaivettavuus, koekuopan seinien stabiliteetti sekä täyttö.

Koekuoppatutkimuksissa kenttäpöytäkirjaan tehdään myös koekuopasta erillinen periaatteellinen poikkileikkauskuva, josta selviää kaivannon syvyys ja poikkileikkaus.

Taulukon 16 mukaiset tiedot pitää löytyä koekuoppien kenttäpöytäkirjasta. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, ss. 1–2/Liite 2)

Taulukko 16. Koekuoppatutkimuksen kenttäpöytäkirja (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 46)

Kirjattavat tiedot	Koekuoppatutkimus
Koekuopan kaivu	
Koekuopan aukikaivun päivämäärä	x
Maalajien kaivettavuus ja koekuopan seinien stabiilius	x
Koekuopan mitat	x
Havainnot maakerroksista	
Havainnot hyvin karkeista maalajeista (erityisesti kivet ja lohkat)	x
Havaitut maakerrokset (sanallisesti ja piirroksen ja/tai valokuvien avulla kuvattuna)	x
Onko kyseessä täyttömaa vai luonnonmaakerros	x
Koekuopasta otetut näytteet	
Näytteen syvyyssiedot	x
Näytteenottomenetelmä(t)	x
Näytteen numero tai tunnus	x
Maalaji (silmämääräinen arvio)	x
Muut havainnot	
Pohja- tai orsivedenpinta ja esim. täytöstä erottuva vesi (jos havaittu)	x
Veden virtaus koekuoppaan (mistä virtaa ja kuinka runsaasti)	x
Havainnot maanalaisista rakenteista (esim. putket ja kaapelit)	x
Havainnot jätteistä	x
Koekuopan täyttö tai suojaus	
Koekuopan täyttömateriaali (jos täytetty)	x
Koekuopan suojaus (jos suojattu esim. aidoin)	x
Koekuopan täytön/suojauksen päivämäärä	x
Liitteet	
Koekuopasta otetut valokuvat	x

Maanäytteenoton yhteydessä voidaan ottaa myös valokuvia. Maanäytteenoton yhteydessä voidaan kirjata myös tarkempia tietoja näytteenottoreiän täyttämisestä. Kuitenkaan nämä tiedot eivät ole pakollisia, ellei niitä ole tilaajan tai suunnittelun puolelta erikseen vaadittu. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 45)

Suomen geotekninen yhdistys on julkaissut infra-pohjatutkimusformaatin, jonka tarkoitus on pohjatutkimustiedon siirto. Infra-pohjatutkimusformaatti 2.5 mukaiset tulosteet laaditaan näytteenotosta, koekuoppatutkimuksista, sekä laboratoriokokeista. Maanäytteenotossa käytetään merkintöjä NO ja NE. Jäljempänä listatussa luettelossa on pohjatutkimusten infra-pohjatutkimusformaatissa käytettävät viralliset lyhenteet. Maanäytteenoton yhteydessä on infra-pohjatutkimusformaattiin kirjattava noudatettu standardi vuosilukuineen. Tällöin tiedetään, onko noudatettu uuden vai vanhan näytteenottokategorian luokittelua. Vanha luokittelu sisälsi näytteenottokategoriat A–C. Uuteen luokitteluun on tullut D–E lisäyksenä. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 46; Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2018, s. 5) Näytteenottokategorioissa on huomioitava ohjeen vuosiluku ja käsiteltävä sitä sen aikaisen näytteenkategorian ohjeistuksen kanssa yhdessä.

- Painokairaus (PA)
 - Siipikairaus (SI)
 - Heijarikairaus (HE)
 - Huokospainekairaus (CU)
 - Heijari-puristinkairaus (HP)
 - Porakonekairaus (PO)
 - Pohjaveden mittausputki (VP)
 - Orsiveden mittausputki (VO)
 - Huokosvedenpaineenmittaus (HV)
 - Koekuoppa (KO)
 - Näytteenotto häiritty, näytteenottokategoriat C-E (NO)
 - Näytteenotto häiriintymätön, näytteenottokategoriat A-B (NE)
- (Liikennevirasto, 2015, s. 40).

7 Erikoistutkimukset maanäytteistä

Erikoistutkimuksia tehdään esimerkiksi, jos maaperää pitää käsitellä rakentamisen tai jonkin muun asian vuoksi. Lähtökohtaisesti tutkimukset pystytään tekemään samalla tavalla kuin tavanomainen geotekninen tutkimus. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 36)

Rakentaminen on yksi syistä, miksi erikoistutkimuksia tehdään. Tutkimusten ja määrien tulee täyttää rakennussuunnitelmissa ja suunnitteluohjeissa esiintuodut vaatimukset. (Liikennevirasto, 2015, s. 53)

7.1 Happamat sulfaattimaat

Suomessa, pääosin rannikkoalueilla, esiintyy happamia sulfaattimaita. Eniten esiintymiä on Pohjanmaalla ja Pohjois-Pohjanmaalla. Rikkipitoisuuden selkeä merkki maanäytteessä on musta väri. Kuitenkin on huomioitava, että pelkästään värin perusteella ei voi sanoa, onko maaperä rikkipitoista. Toisinaan rikkipitoinen maa voi olla myös esimerkiksi ruskean vihertävää. (Väylävirasto, 2023, ss. Liite 5/4)

Sulfaattimaan tutkimuksia tehdään, kun ne vaikuttavat suunnitteluratkaisuihin. Eniten rikkiä sisältäviä maaperiä on havaittu muinaisen Litorinameren alueilla. Koska maaperä on kerrostunutta, rikkipitoisuus vaihtelee myös erittäin paljon. (Väylävirasto, 2023, s. Liite 5/4)

Maanäytteenoton yhteydessä voidaan tehdä maastossa vetyperoksidihapetuksella testi, jolla voidaan todeta maaperän olevan hapanta sulfaattimaata. Maaperän mittaaminen suositellaan tehtäväksi maastossa, jotta voidaan todeta aktiivisen sulfaattimaan ja potentiaalisen sulfaattimaan rajapinta. Syystä tai toisesta, jos mittaaminen ei onnistu kentällä, pitää näyte sulkea tiiviiseen pussiin tai astiaan ja toimittaa laboratorioon kylmälaukussa. Tutkimus laboratorioissa pitäisi tehdä 24 tunnin sisällä näytteenotosta. (Ympäristöministeriö, 2022, ss. 134–135)

Sulfaattimaita tutkiessa on erittäin tärkeää saada näytteitä maaperästä, pohjaveden ylä- ja alapuolelta. Laboratorioissa tehtäviin kokeisiin on hyvä saada varmistus laboratoriosta, että kuinka paljon näytettä tarvitaan, jotta päästään varmaan lopputulokseen. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 36)

7.2 Korroosio- ja aggressiivisuustutkimukset

Korroosio- ja aggressiivisuustutkimuksia tehdään, jotta pystytään arvioimaan rakennusmateriaalien säilyvyys maaperässä. Tutkimuksilla pystytään myös ennakkoon tekemään rakentamisessa sellaisia ratkaisuja, joiden avulla materiaalit kestävät käyttöikänsä maaperässä. (RIL 254-2016, ss. 41–43)

Näiden tutkimusten pitäisi ulottua vähintään 1,5 m pohjavedenpinnan alapuolelle, paitsi jos pohjavesi on syvällä, eli yli 10 metrissä. Näytteet otetaan vähintään näytteenottokategoriassa C, näytteenotto on muuten täysin tavanomainen. Korroosio- ja aggressiivisuustutkimuksissa tutkitaan maaperästä maalaji, vesipitoisuus, humuspitoisuus, pH, sähkön johtavuus tai ominaisvastus, sekä sulfaatti ja kloridit. (RIL 254-2016, s. 132; Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 36).

7.3 Stabiloitavuuskokeet

Stabiloitavuuskokeita varten pitää kairausten lisäksi ottaa maanäytteitä, asentaa pohjavesiputki, sekä suorittaa maalaboratoriotutkimukset. Näillä saadaan selvitettyä maakerrosrajat, pohjaveden ja/tai orsivedenpintojen taso, maakerroksen lujuusominaisuudet ja sensitiivisyys, painumaominaisuudet, sekä indeksiominaisuudet (tarvittaessa pH, sulfaatti tai kloridi). Laboratoriossa stabiloitavuuskokein, koestabiloinnilla tai samankaltaisen maaperän stabiloinnin kokemuksilla arvioidaan maaperän stabiloitavuus. Maaperän stabiloinnissa voidaan myös hyvin käyttää lähialueilla tehtyjen stabilointien tietoja, jos maaperän kerroksien ominaisuudet vastaavat kohdetta. Sulfidisaven tunnistaminen stabilointikohteessa on tärkeää. Näytteiden ottoa voidaan tehdä koekuopista tai kairakoneella. (Liikennevirasto, 2018, ss. 34–35)

Maaperän ollessa savea, jonka kerrosvahvuus on alle 6 m, näytteitä otetaan kaksi kappaletta eri syvyyksiltä. Syvemmissä savi kerrostumissa näytteitä otetaan kolme tai neljä kappaletta. Näytteenotossa pyritään saamaan ainakin yksi näyte vesipitoisimmasta kerroksesta. Turvealueilla näytteitä otetaan kahdesta tai kolmesta eri syvyydestä. Turvealueilla pitää yrittää myös alkutietojen perusteella päätellä, missä turvekerros on eniten maatunutta. Näytteenotossa, varastoinnissa ja kuljetuksessa pitää huolehtia, että näytteet eivät hapetu. Näytteet pakataan niin, että ne eivät ole ilman kanssa kosketuksissa. (Liikennevirasto, 2018, s. 36; Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 37)

7.4 Pehmeät pohjasedimentit

Järvien, jokien tai meren pohjassa olevaa löyhää pintakerrosta kutsutaan pohjasedimentiksi. Näytteidenottoon on olemassa useita eri vaatimuksia, riippuen tutkimuksen tarkoituksesta. Pohjasedimentit ovat usein happamia sulfaattimaita, joten niiden näytteidenotossa pitää olla huolellinen. Näytekategorian C näytteet ovat näille minimivaatimus, jotta näytteistä pystytään tutkimaan haitta-aineita. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 37)

Näytteenottotapoja on monia. Tapoihin vaikuttaa työskentelyalusta, vesistön syvyys, pohjasedimentin kovuus sekä tutkittavat ominaisuudet. Pohjasedimenttien näytteenottoon on kehitetty erilaisia näytteenottotyökaluja, jotka eivät sovellu GM 50 -geotekniseen kairavaunuun. GM 50 -geotekniseen kairavaunuun liitettävät, aikaisemmin esitellyt STII-mäntäotin, STI-mäntäotin, sekä Geonor, soveltuvat pohjasedimenttien näytteenottoon. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 37)

8 Maanäytteet maastossa

Näytteenotossa on kaksi eri tapaa, yksittäisnäytteet ja kokoomanäytteet. Yksittäisnäyte on sidottu tiettyyn paikkaan ja kohtaan, jolloin näytteestä saadaan tarkka, paikkaan sidottu näyte. Kokoomanäytteissä on samaan näytteeseen yhdistetty eri paikoista otettuja näytteitä, jolloin tuloksena saadaan keskimääräinen haitta-ainepitoisuus. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2002, s. 26)

Maanäytteet pitää siirtää ja käsitellä niin, ettei niiden luonnonmukaiset ominaisuudet muutu näytteenottokategorian mukaisesti. Jokainen maanäyte dokumentoidaan niin, että näytepussissa tai astiassa on näytteenottolipuke. Näytteenottolipuke kertoo tutkimuspisteen tiedot, sekä näytteenottosyvyyden, ottopäivämäärän, projektin nimen sekä tiedon, jos näytteenotossa on tapahtunut jotain poikkeavaa. Poikkeavaa voi olla esimerkiksi se, että epäillään näytteen muuttaneen olomuotoaan. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 41)

8.1 Käsittely

Näytteiden käsittelyssä on tärkeää kirjata kaikki, mitä niille on tehty maastossa. Näytteiden käsittely on kuitenkin pääosin laboratorion työtä, joten ne on saatettava mahdollisimman nopeasti kuljetuskuntoon. Näyte pyritään siis pitämään mahdollisimman luonnonmukaisena

ja näytteenottohetkeä vastaavana. Varsinkin näytteet kategorioissa A ja B, sekä näytteissä, joissa maaperä sisältää haitta-aineita tai kaasuja. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2002, s. 26; Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 42)

Näytteet, joista tutkitaan kaasuja, voidaan kestävästi säilyttää, jolloin voidaan esimerkiksi pakastaa näytteet. Maanäytteissä tavanomaisesti on tärkeää, että ne suojataan auringonpaisteelta, kuumuudelta, talviolosuhteissa jäätymiseltä ja sateilta, jolloin voidaan olettaa niiden ominaisuuksien pysyvän luonnonmukaisena. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2002, s. 26; Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, s. 42)

8.2 Kuljetus

Näytteiden kuljetuksessa pitää huolehtia, että näytteet pysyvät näytteenottokategorian mukaisissa vaatimuksissa. Näytteenottokategorioittain näytteet voidaan pakata kuljetusta varten erilaisiin astioihin tai suljettaviin pusseihin. Huomion arvoista kuitenkin on se, että noudatetaan kyseiselle näytteelle oikeanlaista kuljetustapaa. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2002, s. 27; Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, ss. 42–43)

Näytteenottokategorian A-B näytteet säilötään näytteenottoputkissa tai -rasioissa. Säilytysastiat suljetaan heti näytteenoton jälkeen. Huomioitavaa on myös se, että näytteet pitää säilyttää niin, että niiden lämpötila pysyy 5–25 celsiusasteessa. Näytteenottokategorian C ja D näytteet säilötään suljetussa pussissa tai astiassa. Näytteenottokategorian C näytteissä pitää eritoten varmistua, että näytteestä ei pääse poistumaan kosteutta tai näytteen rakenne ei pääse rikkoutumaan. Näytteenottokategorian E näytteet voidaan kuljettaa ämpärissä tai pussissa. Näytteiden ottaja on tässä isossa vastuussa, koska yleensä hänen tulee toimittaa näytteet myös laboratorioon asti. Näytteitä voidaan myös lähettää Matkahuollon tai jonkin muun kuriiripalvelun kautta, tällöin tulee varmistua, että näytteet varmasti löytävät perille oikeaan osoitteeseen. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2002, s. 27; Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, ss. 42–43)

8.3 Varastointi

Näytteiden varastointi, ennen laboratoriokokeita on tärkeää tehdä oikeaoppisesti. Edellä on mainittu näytteenottokategorioiden A–C säilytyksessä käytettävistä vaihtoehdoista. Näitä näytteitä suositellaan säilytettävän 5–7 celsiusasteisessa näytekyliä, eli esimerkiksi

jääkaapissa, jossa näytteet ovat myös auringonvalolta suojassa. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2002, s. 27; Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, ss. 43–44)

Kemiallisia ominaisuuksia määriteltessä, näytteiden ominaisuudet pitää mitata mahdollisimman pian. Näytteenoton jälkeen näytteet voidaan kestäväidä eli käsitellä ne näytteiden kestäväintihapolla niitä tutkivan laboratorion ohjeiden mukaisesti. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2002, s. 27; Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry, 2023, ss. 43–44)

9 Ohjeen laatiminen

Ohjeen laatimisen suunnittelu lähtee sisällön ja tarpeiden kohtaamisesta, mitkä mitkä ovat ne tärkeät ydinasiat, jotka tulisi olla mukana selkeässä ohjeessa. Tässä tapauksessa olen keskustellut töissä niin suunnittelijoiden kuin maastohenkilöstön kanssa. Keskustelujen avulla olen saanut suunniteltua ohjeen sisältöä sekä alustavaa rakennetta. Huomioitavana seikkana on se, että eri henkilön mukaan saattaa olla eri osa-alueiden ohjeistus tarpeellista. Ohjeen laatimisessa pitää ottaa huomioon ohjeistuksen nopea ja yksinkertainen käyttö. Ohjeen ei ole hyvä olla kovinkaan monisivuinen, tärkeämpää on ytimekäs sisältö.

Ohjeen pituuden osalta, toiset mieltävät yhden sivun kokoisen ohjeen riittävän ja toisille taas olisi tarpeellista saada asioista enemmän tietoa. Tämän vuoksi päätin tehdä ohjeesta sellaisen, josta on mahdollista, ilman erillistä tutkimista, löytää myös linkit tällä hetkellä voimassa olevaan syventävään tietoon. Ohje sisältää ensimmäisellä sivulla perustiedot maanäytteenoton laatuluokista ja näytteenottokategorioista, toisella sivulla käsitellään erikoistutkimuksia ja kolmannella sivulla käsitellään raportointia maastossa.

Laadin ohjeen tämän opinnäytetyön pohjalta. Ohjeen on tarkoitus nopeuttaa toimintaa ja saada päätöksenteon tekeminen helpommaksi. Maanäytteenotto ei ole kovinkaan yksinkertainen prosessi, varsinkaan silloin, kun selvitetään rakennettavuutta esimerkiksi aggressiiviselle maaperälle tai happamille sulfaattimaille. Erikoistutkimuksia vaativille maaperille tehtävässä maanäytteenotossa on paljon tapauskohtaisia ohjeita, joten kaikkea ei pystytä ohjeessa käsittelemään.

Ohje on 3-sivuinen. Ohjeen sisältö on tarkoitettu päivitettäväksi vähintään vuoden välein. Ensimmäisellä sivulla käsitellään laatuluokkia ja näytteenottokategorioita taulukon avulla. Ensimmäinen sivu sisältää mitä huomioitavaa on maastossa, laboratoriossa ja kirjauksien tekemisessä infra-pohjatutkimusformaatin mukaisesti. Toinen sivu käsittelee erikoistutkimuksia, kuten stabiloitavuuskokeita, happamia sulfaattimaita, korroosio- ja

aggressiivisuustutkimuksia sekä pehmeitä pohjasedimenttejä. Erikoistutkimuksista on kerätty tärkeimmät perusasiat listaukseen. Kolmannella sivulla käsitellään raportointia.

Ohjeistuksessa on raportoinnista kerrottu, mitä kirjataan kenttäpöytäkirjaan, kun tutkimukset on tehty GM 50 -geoteknisellä kairavaunulla tai koekuopasta. Näytteenottopisteen tiedot ovat samat tutkimustavasta riippumatta. Eroavaisuudet ovat kenttäpöytäkirjassa. GM 50 -geoteknisellä kairavaunulla tehdessä kenttäpöytäkirjassa on tarpeellista esittää esimerkiksi kairauksen suoruus. Koekuopissa pitää kenttäpöytäkirjaan sisällyttää esimerkiksi poikkileikkaus. Ohjeessa on viittauksia opinnäytetyön kappaleisiin, jossa kyseistä asiaa käsitellään. Ohjeeseen on sisällytetty myös linkit tällä hetkellä käytössä oleviin asiakirjoihin.

10 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä Ramboll Finland Oy:n Porin toimipisteelle ohje, jonka sisältö palvelee pohjatutkijoita sekä suunnittelijoita maanäytteenotossa. Maanäytteenottoa tehdään erilaisissa maaperäolosuhteissa, joten opinnäytetyön sisällöstä tulee laaja.

Saatavilla olevaa ohjeistusta on paljon ja sen vuoksi oli tarkoitus tehdä lyhyt ja sisällöltään mahdollisimman informatiivinen ohje. Opinnäytetyön aihe tuli esille työpaikalla, koska aiheesta ei vielä ollut lyhyttä yhtenäistä ohjeistusta henkilökunnalla.

Pohjatutkijan on hyvä, tutkimuksia maastossa tehdessä, huomata jos pohjatutkimus ohjelmassa on puutteita. Pohjatutkija voisi tällöin heti ilmoittaa suunnittelijalle muuttuneista olosuhteista tai puutteista, jotka tulisi huomioida pohjatutkimuksissa. Tällöin voidaan vielä kaluston ollessa työmaalla tehdä maanäytteenottoon muutoksia.

Opinnäytetyön sisältö on rajattuna koekuoppa, sekä GM 50 -geoteknisellä kairavaunulla tehtäviin maanäytteenottoihin. Rajaus onnistui mielestäni erittäin hyvin ja sisältö saatiin vastaamaan näillä tavoilla tehtäviä tutkimuksia. Työ sisältää paljon teknistä tietoa, osa asioista on kerrottu taulukoin ja kuvin, jotta ne olisivat mahdollisimman helposti ymmärrettävissä.

Opinnäytetyössä on haastateltu toimipisteen henkilöstöä, jotta saataisiin tietoa, mitä mahdollisesti olisi hyvä esittää tässä opinnäytetyössä ja sen lopputuotoksessa, eli ohjeessa. Haastattelujen perusteella tuotin 3-sivuisen ohjeen, joka vastaa yleisellä tasolla maanäytteenoton perusasioihin. Syventäviä ohjeita löytyy ohjeessa olevien linkkien kautta. Tulevaisuudessa ohjetta pitää päivittää, vähintään kerran vuodessa, tai silloin kun linkitetyt asiakirjat muuttuvat.

Maanäytteenotto vaatii paljon osaamista. Kohteen maaperä ja tutkimusten tarkoitus vaatii perehtyneisyyttä pohjatutkimusohjelman suunnittelijalta. Pohjatutkijan pitää tietää, mitä näytteenottimia pitää mukana olla. Maanäytteen saaminen tutkimuskohteesta laboratorioon on monivaiheinen prosessi. Raportoinnin pitää olla kunnossa, jotta maanäytteiden tietoja voidaan jälkikäteen käsitellä oikein. Suunnittelija harvoin käy kohteessa, jossa tutkimuksia tehdään. Raportoinnin pitää olla sellaista, että väärin ymmärtämiseen ei ole mahdollisuutta.

Suunnittelijan työ on mahdotonta, jos raportointi on puutteellista. Maanäytteistä saadut tulokset ovat suunnittelun perusta. Maanäytteisiin laadittujen tutkimusten avulla tehdään geoteknisiä laskelmia ja ratkaisuja. Tällöin maanäytteen pitää edustaa luonnontilaista maaperää. Rakentamisen liittyvät laskelmat menevät väärin, jos maanäytteenotto on epäonnistunut. Laskelmien väärä tulos saattaa aiheuttaa epäonnistuneen suunnittelun, jolloin esimerkiksi silta tai muu rakenne voidaan perustaa väärällä tavalla. Tulevaisuudessa tämä voi näkyä liikaa painuvina rakenteina tai jopa rakenteen pettämisenä. Rakenteiden pitäisi suunnittelullisesti kuitenkin kestää vuosikymmeniä tai vuosisadan.

Opinnäytetyön kirjoittaminen kehitti osaamistani ammatillisesti erittäin paljon, tutustuin kattavasti kirjallisuuteen, sekä aiheeseen liittyviin ohjeisiin ja oppaisiin. Maanäytteenotto on todella monivaiheinen prosessi ja vaatii paljon perehtyneisyyttä. Ohjeen tarkoitus on nopeuttaa prosessia ja toivon, että tulevaisuudessa tästä opinnäytetyöstä sekä ohjeesta on hyötyä niin suunnittelijoille kuin pohjatutkimusten tekijöille toimipisteelläni.

Lähteet

Geomachine. (n.d.) *geotekniset kairavaunut*. Haettu 3.4.2024 osoitteesta <https://geomachine.fi/maaperatutkimus/geotekniset-kairavaunut/>

Jääskeläinen, R. (2009). *Geotekniikan perusteet*. Gummerus Kirjapaino Oy

Kostamo, P., Airaksinen, T., Vilkka, H. (2022). *Kirjoita itsesi asiantuntijaksi*. Art House Oy.

Liikennevirasto (2015). *Geotekniset tutkimukset ja mittaukset - suunnitteluvaiheen ohjaus*. Liikenneviraston ohjeita. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2015-10_geotekniset_tutkimukset_web.pdf

Liikennevirasto (2018). *Liikenne tietyömaalla – Lyhytaikaiset ja luvanvaraiset työt*. Liikenneviraston ohjeita. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2018-04_lyhytaikaiset_luvanvaraiset_web.pdf

Liikennevirasto (2018). *Syvästabiloinnin suunnittelu*. Liikenneviraston ohjeita. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2018-17_syvastabiloinnin_suunnittelu_web.pdf

Porin Kaupunki. (1.2.2024). *Kaduilla ja muilla yleisillä alueilla tehtävät työt, lupaohjeet ja ehdot*. Tekninen toimiala. https://cms.pori.fi/uploads/sites/2/2024/02/katulupaohje-23_paivitetty-1.2.2024-1.pdf

Ramboll. (2024). *Ramboll kotisivut*. Haettu 15.1.2024 osoitteesta www.ramboll.com

Rantamäki, M., Jääskeläinen, R. & Tammirinne, M. (2008). *Geotekniikka*. Hakapaino Oy.

RIL 254-2016. *Paalutusohje 2016*. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 263-2014. *Kaivanto-ohje 2014*. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

SFS-EN 1997-1 + A1 + AC. (2014). *Geotekninen suunnittelu. Osa 1: Yleiset säännöt*. SFS Online

SFS-EN 1997-2 + AC. (2007). *Geotekninen suunnittelu. Osa 2: Pohjatutkimus ja koestus.*
SFS Online

SFS-EN ISO 22475-1:2021. (2021). *Geotechnical investigation and testing. Sampling methods and groundwater measurements. Part 1: Technical principles for the sampling of soil, rock and groundwater.* SFS Online.

Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry. (2018). *Infra-pohjatutkimusformaatti versio 2.5.*
https://sgy.fi/content/uploads/2018/11/infra_formaatti_v2-5_011118.pdf

Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry. (2023). *Kairausopas III - Näytteenotto geoteknisiä tutkimuksia varten.* <https://sgy.fi/content/uploads/2023/06/kairausopas-iii-naytteenotto-geoteknisia-tutkimuksia-varten-2023-06-05.pdf>

Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry. (2002). *Ympäristögeotekninen näytteenotto-opas maa-, huokoskaasu- ja pohjavesinäytteet.*
<https://sgy.fi/content/uploads/2017/04/ympaeristoegeotekninen-naeytteenotto-opas-maa-huokoskaasut-ja-pohjavesinaeytteenotto.pdf>

Väylävirasto (2023). *Eurokoodin soveltamisohje - Geotekninen suunnittelu NCCI – 7.*
Väyläviraston ohjeita. https://ava.vaylavilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2023-14_NCCI_7_web.pdf

Ympäristöministeriö (2022). *Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin. Ympäristöministeriön julkaisuja.*
https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163782/YM_2022_3.pdf?sequence=1&isAllowed=y