



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

MAAPERÄNÄYTTEENOTON LAADUN PARANTAMINEN JA NÄYTTEENOTTO-OHJEIDEN PÄIVITTÄMINEN

TEKIJÄ:

Karri Salli

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Karri Salli	
Työn nimi Maaperänäytteenoton laadun parantaminen ja näytteenotto-ohjeiden päivittäminen	
Päiväys 21 Huhtikuuta 2022	Sivumäärä/Liitteet 18/1
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Suomen GPS Mittaus Oy	
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä tutkimus uudesta maaperänäytteenoton laatua käsittelevästä standardista ja sen vaatimuksista. Tavoitteena oli päivittää tilaajan laatujärjestelmä maaperänäytteenottoon. Työn taustalla oli standardiin tehty päivitys. Työssä selvennettiin standardin muutokset ja miten ne eroavat vanhan standardin vaatimuksista sekä mitä tämä tarkoittaa käytännössä.</p> <p>Aluksi työssä perehdyttiin maanäytteenotto-ohjeisiin, standardeihin ja yleisimpiin työtapoihin käytännön tasolla. Tutkimusta tehtiin eri näytteenottotapojen, näytteenottimien ja tutkittavan maalajin osalta. Keskeisin kysymys työn alkuvaiheessa oli, että tarvitaanko yrityksen toimintatapoihin tai näytteenottimiin muutoksia standardin ehtojen täyttymiseksi.</p> <p>Työn lopputuloksena tuli yrityksen sisäiseen käyttöön maaperänäytteenoton laatuohjeistus, jota yritys pystyy hyödyntämään näytteenotossa ja työssä julki tuleva selvitystyö standardin päivityksen muutoksista.</p>	
Avainsanat INFRA-Rakentaminen, maaperä, maanäyte, geotekniikka	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Civil Engineering	
Author(s) Karri Salli	
Title of Thesis Improving the Quality of Soil Sampling and Updating the Instructions	
Date 21 April 2022	Pages/Appendices 18/2
Client Organisation /Partners SGM Consulting Oy	
<p>The purpose of this thesis was to conduct a study on a new standard for soil sampling quality and its requirements. Another purpose was to update the customer's quality system for soil sampling.</p> <p>The basis of the study was an update made to the standard. The changes in the standard as well as how they differ from the requirements of the old standard were clarified in the thesis. The effects on a practical level were also discussed.</p> <p>The work started by getting acquainted with soil sampling instructions, standards and the most common working methods on a practical level. The study was conducted on different sampling methods, samplers and the type of soil being studied. The key question in the early stages of the work was whether any changes to the company's operating practices or samplers were needed to meet the terms of the updated standard.</p> <p>The result of the thesis was quality guidelines for soil sampling for the internal use of the company and a study of the changes in the standard update.</p>	
Keywords Geotechnology, infrastructure, soil, soil sampling	

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	TILAAJA.....	6
3	TOIMEKSIANTO	7
4	POHJATUTKIMUS	8
4.1	Pohjatutkimusmenetelmät	8
5	MAAPERÄNÄYTTEEN OTTAMINEN.....	10
6	TUTKIMUS.....	11
6.1	Tilaaajan kalusto	11
6.2	Tutkimusvaunut.....	11
6.3	Maastotallennin	12
7	LAATUJÄRJESTELMÄ.....	13
7.1	Näytteenottoluokat	13
7.1.1	Vanhat näytteenottoluokat (Standardi)	13
7.1.2	Uudet näytteenottoluokat (Standardi).....	13
7.1.3	Keskeisimmät eroavaisuudet/ Vertailu	15
8	KEHITYSEHDOTUKSET.....	15
9	POHDINTA.....	17
	LÄHTEET	18

KUVALUETTELO

Kuva 1. Rufco DL2, maastotallennin.	12
--	----

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa päivitetty ohjekortti SGM Consulting Oy:n geotekniikan osastolle. Tilaajalla on tarve saada päivitetty ohjekortti, sillä ohjekorttia ohjaavat standardit ja täten tilaajien vaatimukset ovat muuttuneet. Lisäksi tuore tutkimustyö lisää yrityksen tietotaitoa ja osaamista jo ennestään vahvalla pohjatutkimusosastolla.

Työn tutkimusosiossa tutkitaan nykyisiä pohjatutkimusmenetelmiä, niitä käsitteleviä standardeja ja saavutettavia laatuluokkia sekä niiden laadunvarmistusta. Tutkimusosiota ennen teoriaosiossa uppoudutaan teknisesti vaativaan ja suunnittelua varten tärkeään osa-alueeseen, eli pohjatutkimusten tekemiseen eri laitteilla ja näytteenottimilla. Teoriaosassa halutaan selventää eri pohjatutkimustavat ja näistä tarkemmin maaperänäytteenottomenetelmät. Työssä tutustutaan kokonaisvaltaisesti mm. eri tutkimusmenetelmiin, poravaunuihin, näytteenottimiin sekä näillä saavutettaviin maaperänäytteen laatuluokkiin ja laboratorion laatuluokkiin.

Tutkimuksen perusteella tehdään ohjekortti, jossa käy ilmi mitä muutoksia standardi tekee käytännön työhön ja taulukkomuotoinen ohjeistus suositeltavista näytteenottimista jokaiselle maalajille ja näytteenottolaatuluokalle. Tavoitteena on selvittää yrityksen nykytilanne ja mahdolliset kehitysehdotukset maaperänäytteenottoon.

2 TILAAJA

Opinnäytetyön tilaaja on SGM-Consulting Oy, joka on kuopiolainen konsultti- ja suunnittelualan yritys, jolla on geotekninen osaaminen pohjatutkimuksiin. Organisaatiolla on oma pohjatutkimusosasto sekä PANK-hyväksytty geotekninen laboratorio.

SGM-Consulting Oy on perustettu vuonna 1994 ja vuonna 2004 yritys liittyi Savon Kuljetus -konserniin. Pohjatutkimusosasto on perustettu 2000-luvulla. Yrityksen toiminta-alue käsittää koko maan, mutta toimipisteet sijaitsevat Kuopiossa, Joensuussa, Jyväskylässä, Mikkelissä ja Varkaudessa. Yrityksen päätoimipiste sijaitsee Kuopiossa. SGM-Consulting Oy työllistää yhteensä 45 henkilöä ja liikevaihto on 4,9 milj. euroa.

Yrityksen keskeistä osaamisaluetta ovat pohjatutkimukset ja mittaustyöt. Näillä liiketoiminta-alueilla yritys on merkittävä toimija Savo-Karjalan alueella. Yritys tekee myös ympäristösuunnittelua. Yrityksen hankkeet käsittävät esimerkiksi Väyläviraston rata- ja tiehankkeiden pohjatutkimuksista ja mittauksista aina tontin nurkka-paalujen paikalleen mittaamiseen saakka, eli toimintasäde on laaja.

3 TOIMEKSIANTO

Tilaaajan toimeksiantona työlle on maaperänäytteenoton laadun parantaminen ja ohjeiden päivitys.

Toimeksianto sisältää tehtävän opinnäytetyön lisäksi taulukkomuotoisen ohjeen, jossa esitetään näytteenototavat ja -menetelmät, joilla laatuluokat saavutetaan. Ohje tulee tilaaajan sisäiseen käyttöön, koska työn tutkimus tehdään erityisesti tilaaajan omalle pohjatutkimuskalustolle.

Toimeksiannon lopputuotteena on tieteellisen selvityksen perusteella laadittu laatujärjestelmä, josta saadaan tilaaajan kalustolle ohjeet, millä näytteenotin-, poravaunu- ja henkilöstöyhdistelmällä lähdetään tekemään tutkimuksia.

4 POHJATUTKIMUS

4.1 Pohjatutkimusmenetelmät

Tässä osiossa esitetään yleisimmät pohjatutkimusmenetelmät. Tietoperustana käytetään Suomen Geoteknillinen yhdistys ry:n julkaisuja sekä SGM-Consultingin sisäisistä ohjetta tutkimusmenetelmistä. Osiossa tarkastelun kohteena on vaunualustaisilla monitoimikairoilla tehdyt pohjatutkimukset, joiden lopputuloksena saadaan parametrit geosuunnittelijalle.

Parametreja varten tehdään kairauksia suunniteltavaan kohteeseen ja ennalta määritetyistä tutkimuspisteistä otetaan edustavat maaperänäytteet. Näiden näytteiden perusteella voidaan eri puolilla tehtyjä kairauksia tulkita. Tämän jälkeen voidaan määrittää esimerkiksi maakerrosrajoja, olosuhteiden muutoksia ja lopulta arvioida kokonaistilanne suunniteltavan kohteen maaperäolosuhteista.

Painokairaus

Painokairaus on yleisin maaperän tutkimusmenetelmä kairaamalla. Painokairauksessa mitataan tutkittavasta maakerroksesta kairausvastusta puristamalla tankoja tai kiertämällä ja puristamalla. Maksimipuristus on 100 kg. Kun tämäkään kuorma ei riitä esimerkiksi tiiviissä maakerroksessa, käytetään lyöntiä. Kairaus lopetetaan aina lyöntiin.

Tämä tutkimustapa soveltuu maakerrosrajojen määrittämiseen, niiden ominaisuuksien selvittämiseen sekä kitkamaakerrosten suhteellisen tiiviyyden selvittämiseen. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry 1981, Kairausopas 1/ 4–6)

Porakonekairaukset

Porakonekairauksia käytetään kalliopinnan varmennukseen hyvän maakerrosten läpäisykyvyn vuoksi. Porakonekairauksessa tankoa pyöritetään, puristetaan, isketään ja huuhdellaan samaan aikaan. Huuhtelu tapahtuu joko ilma- tai vesihuuhteluna. Poratessa kairareian huuhtelun idea on puhdistaa kairareikä porauksesta syntyvästä hienoaineksesta. Kun pora kohtaa kalliopinnan halutaan yleisesti varmistaa kyseessä olevan kallio. Tämän vuoksi porataan tanko 3 m syvyydelle kallioon. Kallioon poratessa mitataan tunkeutumismuutosta, joka antaa karkeaa tietoa kallion laadusta. (Luukkonen, Kari 2014. Kairauksen työohje. SGM Consulting Oy.)

Heijari- ja puristinheijarikairaukset

Heijarikairauksessa tankoja lyödään maahan vakiopainoisella (63,5 kg) ja vakiokorkeudelta (500 mm) tulevalla kappaleella. Tulokset esiintyvät vaakapylväsdiagrammin muotoisena, kun taulukkoon kirjataan 200 mm etenemiseen tarvittu lyöntien määrä. Heijarikairauksen edut ovat esimerkiksi paalutettavissa kohteissa, koska lyöntien määrällä voidaan arvioida kohteen maaperän paalutettavuutta ja paalujen tunkeumatasa. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry 1981, Kairausopas 1/ 9–11)

Puristinheijarikairaus on hyvä valinta esimerkiksi siltojen pohjatutkimuksiin, koska puristinheijarikairauksella voidaan määrittää maakerrosrajoja ja maakerrosten tiiviyyttä.

Puristinheijarikairauksessa käytetään puristusvoimaa ja tangon kiertoa. Puristus vaihtuu heijarikairaukseen, kun maksimi puristusvoima on saavutettu eikä laite enää etene. Tämä on kätevä menetelmä, koska kahta eri kairaus tapaa voidaan vaihdella, kunhan vaihteluväli on yli 2 metriä. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry 2001, Kairausopas 6/ 67–71)

CPTU- kairaukset

Toiselta nimeltään puristinkairaus. Kairaus soveltuu pääasiassa koheesio- sekä löyhien maalajien tutkimiseen. Tämä on erinomainen vaihtoehto, kun halutaan jo kairausvaiheessa tietoja maan lujuusominaisuuksista. CPTU-kairaukset eroavat puristinheijarikairauksesta niin, että CPTU-kairauksessa tulokset mitataan suoraan kairan kärkikappaleesta. Kairaus saadaan aikaan puristamalla kappaletta maahan. Tuloksina luetaan suoraan kärjestä kärkivastus, vaippakitka sekä huokospaine (CPTU) (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry 2001, Kairausopas 6/ 67–71)

Tärykairaukset

Tärykairauksessa tunkeutuminen tapahtuu nimensä mukaisesti täryttämällä kärkeä maahan. Tästä johtuen tärykairausta käytetään erityisesti määräsyyvyyteen ulottuviin kairauksiin esimerkiksi, kun halutaan varmistua, ettei kallion asema ole tiettyä tasoa ylempänä. Tärykairauksella voidaan myös arvioida maakerrosten lohkaraisuutta ja kivisyyttä tekemällä vertailupisteitä samalle alueelle. (Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry 1981, Kairausopas 1/ 8)

Siipikairaukset

Siipikairauksella määritetään tasaisesti pyörivän, siivillä varustetun sylinterin tarvitsema voima, jolla se murtaa maakerroksen leikkauslujuuden. Siipikairaus on erinomainen pehmeiden, hienorakeisten ja eloperäisten maalajien (savi, siltti, surve ja lieju) analysointiin. Siipikairaus on yleisin pehmeiden ja eloperäisten maalajien analysointiin käytetty menetelmä, koska siipikairaus antaa pehmeiden ja eloperäisten maalajien tärkeimmät parametrit.

Tulokset esitetään perinteisesti laitteesta otettavalla piirturimittausasiakirjalla, johon tangon kitka siirtyy poikkeavana janana ympyrän piiriltä. Nykyaikana käytetään digitaalisia piirtureita. Piirturikiekot alkavat olla vanhaa tekniikkaa. (Luukkonen, Kari 2014. Kairauksen työohje. SGM Consulting Oy.)

5 MAAPERÄNÄYTTEEN OTTAMINEN

Maalajien ja niiden ominaisuuksien määrittäminen perustuu näytetutkimuksiin. Tutkimuksia varten tarvitaan maasta otettava, edustava ja laadukas näyte. Maaperänäytteenoton tarkoituksena on saada yllä mainituin ehdoin tutkittavan kohteen maaperästä mahdollisimman edustava näyte. Näin näytteestä saadaan laboratorio tutkimuksilla parametrit kohteen geotekniseen suunnitteluun, kuten perustamistavan valintaan.

Laatutasolla tavoitteena maaperänäytteenotossa pidetään vaadittavaa näytteenoton laatuluokkaa (A-E) ja laboratorion tutkimusluokkaa (1–5).

Näytteenoton laatuluokan täytyessä voidaan näytteenottoa pitää onnistuneena ja siitä saatavia suunnittelun lähtötietoja, eli parametreja, näin ollen oikeina.

Erillisellä näytteenottimella näytteenotto tehdään etukäteen määritellyltä syvyydeltä. Näin saadaan vertailtavaa pohjaa eri tutkimuspisteiden välillä ja tutkimuspisteiden välille voidaan piirtää pohjatutkimusleikkauksessa maalajien rajoja. Tämä on esimerkiksi tien rakennekerrosten suunnittelussa keskeistä mm. routakiilauksen kannalta. Näytteet otetaan joko avoimilla putkinäytteenottimilla tutkimuspisteen pohjalta tai käyttämällä mäntänäytteenottimia. Maanleikkaustekniikkana käytetään puristusta, pyöritystä, tärytystä ja iskua sekä näiden yhdistelmiä. Maanleikkaustekniikat on eritelty omassa osiossaan (4.1)

Koekuoppa

Koekuoppa on luotettavin ja yksinkertaisin näytteenottomenetelmä, koska sillä voidaan määrittää maakerrosten rakenne ja kalliopinnan sijainti varsinkin moreeni- ja soramaalajeissa. Koekuoppa kaivetaan yleensä 3–4 metrin syvyyteen. Koekuopasta saadaan havainnollistavaa tietoa mm. maakerrosrajoista, kivisyydestä sekä mahdollisesti pohjavesipinnan tasosta. Nämä ovat helposti tallennettavissa jälkitarkastelua varten valokuvaamalla koekuoppa ja sen havainnot. (Luukkonen, Kari 2014. Kairauksen työohje. SGM Consulting Oy.)

Näytteenotto erillisillä näytteenottimilla

Seuraavaksi esitellään SGM Consulting Oy:llä käytössä olevia ottimia.

Tarkka seloste ja kuvat löytyvät liitteestä (1).

Häiritty maaperänäytteenotto (**NO**):

- Kierrekaira: Erinomainen löyhien maiden tutkimustapa ja yksi yleisimmistä.
- Mäntäotin: Käytetään siltti/hiekkamaissa.
- Ikkunaotin: Hyvä rakennekerrosten ja hyvin kerroksellisen maa-aineksen tutkimukseen.
- Kannukaira: Savi/eloperäisten maalajien yksi näytteenottotapa. Kuivakuoren/täytön osuus pitää tehdä esim. kierrekairalla.
- Suokaira: Käytetään järvenpohjan sedimenttinäytteenottoon.

Häiriintymätön maaperänäytteenotto (**NE**):

- Mäntäkaira (ST-II tyyppinen): Käyttö savimaissa, yritys tekee kaikki häiriintymättömät näytteenotot tällä ottimella.

6 TUTKIMUS

6.1 Tilaajan kalusto

Tässä kappaleessa esitetään esimerkkejä tilaajan olemassa olevasta kalustosta ja kerrotaan, mihin pohjatutkimuksiin näillä on erikoistuttu. Kalustoluettelo on esitetty liitteessä 1.

6.2 Tutkimusvaunut

Tutkimusvaunut on lueteltu kevyimmästä raskaimpaan. Painoluokka tarkoittaa vaunun kokonaiskapasiteettia voiman ja tutkimussyvyyden suhteella. Mitä raskaampi vaunu on, sitä haastavampia ja syvempiä tutkimuksia sillä voidaan tehdä.

Kevyt alle 2000 kg: Esim. GM50GT Soveltuu täry-, paino-, heijari-, puristinheijari-, siipi- ja porakonekairauksiin sekä maanäytteenottoon. Ketterä ja kevyt, hyvä normaaleihin olosuhteisiin. Erinomainen kokoluokka pienkohteisiin tai huonosti kantaviin kohteisiin, joihin ei raskaammalla kalustolla painonsa puolesta pääse.

Keskiraskas alle 6000 kg: Esim. GM85GT, soveltuu kaikkeen geotekniseen tutkimukseen ja porakonekairauksiin. Niin kutsuttu peruslaite, yleisin käytettävistä kairoista.

Raskas yli 6000 kg: Esim. GM 200 GT, sarjansa jättiläiset. Erittäin haastaviin ja syviin kairauksiin. Momentti ja nostovoimat riittävät vaikeisiin olosuhteisiin sekä kallionäytteenottoon. Huonona puolena suuri massa, joten ei sovellu ahtaisiin tai huonosti kantaviin olosuhteisiin.

6.3 Maastotallennin

Moderniin pohjatutkimuskalustoon kuuluu maastotallennin. Tallentimen tarkoituksena on tallentaa kairauksen aikana tulevat tapahtumat sekä sijaintitieto. Tallennin on digitaalinen kairauspöytäkirja ja siinä olevat tiedot saadaan joko tallennettua pilvipalvelun kautta tai fyysisesti tietokoneelle.



Kuva 1. Rufco DL2, maastotallennin. (Petteri Ukonjärvi 12.1.2015)

Kairauksesta rekisteröitäviä parametrejä:

- Syvyys
- Puristusvoima
- Puolikierrokset
- Vääntömomentti
- Iskut
- Pyörimisnopeus (ei aina, tarvittaessa)

(Pohjatutkimusten ohjelmointi sekä tulosten käsittely ja tulkinta. Petteri Ukonjärvi 12.1.2015. Rak-50.3133 Pohjarakentaminen ja pohjanvahvistaminen. Luento 1)

7 LAATUJÄRJESTELMÄ

7.1 Näytteenottoluokat

Näytteenottoluokan tarkoituksena on varmistaa laboratorioon saapuvan näytteen sopivuus tehtäviin kokeisiin. Näin geoteknisen suunnittelun tärkein yksittäinen asia, eli lähtötiedot, ovat mahdollisimman todenmukaiset. Tässä luvussa esitellään näytteenottoluokat standardin (SFS- 22715-1) mukaisesti. Näytteenottoluokkiin on tullut standarditasolla päivitys marraskuussa 2021. Kappaleessa esitellään vanhat ja uudet standardin mukaiset näytteen laatuluokat sekä niiden eroavaisuudet.

7.1.1 Vanhat näytteenottoluokat (Suomen standardisoimisliitto: SFS-EN ISO 22475-1)

Näytteenottoluokka A:

Näytteenoton laatuluokan A mukaisilla näytteillä voidaan saavuttaa laboratorion laatuluokkien 1 ja 2 mukaisia näytteitä. Tarkoituksena on saada näytteitä, joissa näytteenoton tai näytteiden käsittelyn aikana ei ole tapahtunut lainkaan tai todella vähän maarakenteen häiriintymistä. Vesipitoisuus ja huokosluku vastaavat todellisuutta, eikä ainesosissa tai kemiallisessa koostumuksessa ole tapahtunut muutoksia. Geologisen kerrostuneisuuden vaihtelut voivat johtaa laatuluokan alenemiseen.

Näytteenottoluokka B:

Vastaa laboratorion laatuluokkien 3–5 mukaisia näytteitä. Tarkoitus saada näytteitä, jotka sisältävät kaikki kohteen maan ainesosat niiden alkuperäisessä suhteessa ja vesipitoisuus on säilynyt luonnollisena. Maakerrosten rajat voidaan tunnistaa, mutta maan rakenne on häiriintynyt. Geologisen kerrostuneisuuden vaihtelut voivat johtaa laatuluokan alenemiseen.

Näytteenottoluokka C:

Saavutettava laboratorion laatuluokka 5. Maan rakenne on näytteessä täysin muuttunut ja eri maakerrosten rajat eivät ole tunnistettavissa tarkasti. Näytteen vesipitoisuus ei välttämättä edusta luonnollista vesipitoisuutta.

Vanha standardi on kumottu 11/21, kun uusi alempana käsitelty standardi on tullut voimaan.

7.1.2 Uudet näytteenottoluokat (Suomen standardisoimisliitto: SFS-EN ISO 22475-1:2021)

Näytteenottoluokka A:

Näytteen rakenne, huokosluku ja vesipitoisuus vastaa luonnollista olotilaansa. Näytteelle on mahdollista tehdä kaikki laboratorion laatuluokan 1 mukaiset kokeet. Standardissa tuodaan ilmi, ettei mitään näytettä saada maasta täysin luonnontilaisena.

Näytteenottoluokka B:

Näytteen rakenne ja huokosluku vastaavat luonnollista olotilaansa. Näytteelle voidaan tehdä kaikki laboratorion laatuluokan 2 mukaiset kokeet: läpäisevyys, huokoisuus, tiiviysluku ja maakerrostumat.

Näytteenottoluokka C:

Näytteen rakenne ja huokosluku vastaavat luonnollista olotilaansa. Näytteelle voidaan tehdä kaikki laboratorion laatuluokan 3 mukaiset kokeet (esim. vesipitoisuus).

Standardissa tuodaan ilmi, että löyhässä maaperässä ja siltissä tämä laatuluokka on vaikeampaa saavuttaa, koska näytteenotossa maaperä häiriintyy ja vaikuttaa sen ominaisuuksiin.

Pehmeissä savimaissa, joissa on korkea vesipitoisuus, tulisi puristusta, sekoittamista sekä näytteen kuivata ehkäistä ennen laboratoriotutkimuksia.

Maanäytteille suositellaan vesipitoisuuden määrittämistä näytteenottoaikalla. Näin kuljetuksessa syntyvät kontaminaatiot vesipitoisuuteen, pitkän kuljetusajan tai vaihtelevien lämpötilojen vuoksi olisivat minimoitavissa.

Näytteenottoluokka D:

Näytteen rakenne on luonnollisessa olotilassa. Näytteelle voidaan tehdä laboratoriolatuluokan 4 mukaiset kokeet. Mainintana on, että normaalisti konsolidoituneissa hiekkamaissa pitää hienoaineksen olla mukana, mutta seassa voi olla mukana muuta vierasta ainesta. Standardissa on mainittu vieraana aineksena mm. simpukan kuoret ja fossiiliset luurangot. Näitä harvemmin havaitaan näytteissä, mutta esimerkiksi Helsingin Kalasatamassa syvistä savikoista otetuissa näytteissä voidaan havaita simpukankuoria.

Näytteenottoluokka E:

Näytteen rakenne ja ominaisuudet ovat täysin muuttuneet, tyypillisesti hienoaines on hävinnyt. Tämän luokan näytteille tehdään ainoastaan laboratorioluokan 5. mukaiset kokeet, eli silmämääräinen maalajiluokitus ja kerrosjärjestys.

Uusi standardi on tullut voimaan 11/2021, kun edellinen standardi on kumottu.

7.1.3 Keskeisimmät eroavaisuudet ja vertailu

Keskeisin eroavaisuus on uuden standardin näytteiden laatuluokkien määrä. Näytteiden laatuluokat lisääntyivät kolmesta luokasta A, B ja C, yhteensä viiteen laatuluokkaan A, B, C, D ja E. Tämä muutos helpottaa luokitusta, koska näin jokaiselle laboratorioluokalle (1–5) löytyy uudesta järjestelmästä oma näytteenottoluokitus. Näin epävarmuutta luokkien välillä jää vähemmän ja tuloksista saadaan paremmin vertailtavia keskenään, kun rajat luokille on selkeämmät.

Tästä seuraa laadun paraneminen, koska seuranta ja ristiin vertailu on näin tarkempaa, kun tarkasteltavia luokkia keskenään on enemmän. Toki siirtyminen uusiin luokkiin vie aikaa, kun ohjelmat ja tekijät saadaan tietoisiksi, mutta pidän tätä päivitystä joka tapauksessa erinomaisena.

Näyteluokkien osalta uskon, että laatukriteerit tuntuivat alkuun helpottuneen, vaikka isossa kuvassa ne tiukentuivat. Nyt A-luokan näytteet ovat viimeisen päälle tehtyjä häiriintymättömiä, kun taas B ryhmään voidaan alentaa ne, joissa on tullut ennalta odottamattomia muutoksia geotekniseen rakenteeseen maassa.

Pidän standardiin lisättyjä mainintoja erinomaisina. Päivityksistä huomaa, että tekijöitä ja muita alan ammattilaisia on kuunneltu, eikä pelkästään tehty teoriassa tutkimusta ja jalostettu sitä standardiksi.

Seuraavaksi rautalankamalli siirrokselta vanhasta maaperänäytteenottoluokasta uuteen suhteutettuna laboratorioluokkiin.

Taulukko 1. Laatuluokkien vertailutaulukko. (Salli 2021)

<i>Laboratorion laatuluokka</i>	<i>Vanha näytteen laatuluokka</i>	<i>Uusi näytteen laatuluokka</i>
1	A	A
2	A	B
3	B	C
4	B	D
5	C	E

8 KEHITYSEHDOTUKSET

Tässä kappaleessa kerron omien näytteenottimien tarkastelusta suhteessa saavutettavaan näytteenottoluokkaan standardin vaatimusten perusteella. Opinnäytetyön ohessa on tehty liitteeksi asiakirja, johon on koottu yrityksen käytössä olevat näytteenottimet, niiden tarkat ominaisuudet ja viitattu standardiin tuomalla laatuluokat selvästi jokaiselle eri maalajille. Maalajeissa on käytetty GEO-luokitusta ja ne jakautuvat rakeisuuden mukaan: Eloperäiset maalajit, savi, siltti, hiekka, moreeni ja sora.

Näytteenottimet			
Häiriintymätön (NE) näytteenotto			
Mäntäkaira ST1, ST2 (käytössä), NGI	Saavutettava laatuluokka	HUOM!	Kalusto: Porauskalusto
maalaji	(A-E)		
SaSI - pehmeä	A	B, jos ei pysy ottimessa.	Otin:
Savi, saSI - jäykkä	A		
Hiekka - pv yp	B		
Hiekka - pv ap	x		
Sora - löyhä pv yp	x		
Sora - tiivis pv yp	x		
Sora - pv ap	x		
Mr - löyhä	x		
Mr - tiivis	x		
Täyttö	B		
Lieju	C		
Turve	(E)	vain HTv	
Yleistö: Mäntäkaivoista ainut konsernin käytössä oleva on ST-2 typpinen, sillä otetaan kaikki häiriintymättömät maaperänäytteet. Yleisin käyttö kohdistuu savimaihin.			
Standardi: Figure C.17 Stationary piston sampler with a liner of 50 mm diameter for taking samples in soft to stiff fine soils and silts (sampling category A)			
(Kuva. Mäntäkaivoja. Lähde: https://sqi.fi/wp-content/uploads/2017/04/kairausopas-3-maanaytteiden-ottaminen-geoteknillisiaie-tutkimuksia-varten.pdf)			

Kuva 2. Ote liitteestä 1, ST-II näytteenotin. (Salli 2021)

Tuon opinnäytetyöhön esimerkin tehdystä selvityksestä, joka liittyy ST-II näytteenottimeen. Ottimella otetaan pääasiassa häiriintymättömiä näytteitä.

Tarkastelun kohteena oli, kuinka standardin muutos vaikuttaa olemassa oleviin yrityksen sisäisiin laatuohjeisiin ja onko käytännön työhön syytä tehdä muutoksia. Opinnäytetyön tuloksena voidaan todeta, ettei käytännön työhön tarvitse muutoksia tehdä. Työ on laadukasta ja näytteet täyttävät laatuvaatimukset. Ainoastaan työn raportointiin tulee muutoksia, kun laatuluokkia on enemmän. Palaan aiempaan vaiheeseen opinnäytetyössäni ja toistan, että tämä luokkien päivitys ainoastaan parantaa näytteenoton laatua, koska nyt näytteet voidaan eritellä paremmin. Tästä syystä nostin juuri ST-II ottimen tähän, koska sillä saadaan Luokan A näytteitä pehmeästä savesta ja siltistä, mikäli näyte pysyy ottimessa. Jos näyte lipsuu ottimesta, voidaan näyte luokitella kategoriaan B. Näin käytännössä näemme päivityksen. Päivitys ainoastaan tarkentaa kokonais kuvaa. Kokonaiskuva maaolosuhteista on todella tärkeä maaperäolosuhteiden eli suunnittelun lähtötietojen selvityksessä.

Kehitysehdotuksena voisin pitää karkeiden maalajien tutkimusta. Näistä maalajeista ei tehdä A- tai B-luokan näytteitä, koska 1–2 näytelaatuluokan laboriotestit eivät sovellu karkeille maalajeille. Voidaan todeta, että yritys voisi lisätä tapoja saada C-luokan näytteitä karkeista maalajeista, koska tähän kapasiteettia on vähemmän. Olin mukana Pieksämäellä tekemässä pohjatutkimuksia turvekerroksen korkeusaseman selvittämisestä varten ja kokeneen pohjatutkijan kanssa tuli keskustelua, että siihenkin on olemassa tapoja, muttei niitä ole standardisoitu. Tässä olisi mielestäni kehittämiskohde, jos C-luokan soranäytteille tulee enemmän kysyntää esimerkiksi ratarakentamisen projekteissa.

9 POHDINTA

Yhteenvedona todetaan opinnäytetyön tuloksista, että päivitys laatuluokkiin ja niiden kriteereihin on tervetullut. Tämä täsmentää tärkeää osaa koko infra-alalla, koska kaikki projektit alkavat pohjatutkimuksilla ja jos niissä on puutteita laadunhallinnassa niin perhosefekti on oikea kielikuva niihin seurauksiin, jotka siitä voivat aiheutua.

Laatuluokkien päivitys ei aiheuta työtä vaikeuttavia asioita alan urakoitsijoille, vaan itse asiassa helpottaa tätä työtä jokaisella tasolla. Näytteiden luokittelu on tarkempaa ja varmempaa, mikä myös parantaa laadunvalvontaa ja tulkinnanvaraa jää näytteen laatuluokitukseen vähemmän.

Työn tuloksena syntyy opinnäytetyö aiheesta, jota voidaan pitää ohjenuorana sivutuotteena tulevalle taulukkomuotoiselle ohjekortille. Ohjeessa kerrotaan, mikä näytteenotin soveltuu minkälaiselle maalajille ja mihin laatuluokkaan niillä päästään. Samankaltaisia ohjeita on internetissä tullut vastaan, mutta niitä ei ole tehty tieteellisen pohjan perusteella, vaan empiirisesti eli kokemukseen perustuen. Tämän työn sivutuotteena tuleva ohje on validi ja faktat on tarkastettu ohjaajien toimesta, siksi pidän työtä onnistuneena ja uskallan ohjetta käyttää.

9.1 Työn tekeminen, vaiheet ja kriittiset hetket.

Kriittisimpiä vaiheita työssä oli päästä kiinni punaiseen lankaan pohjatutkimuksessa. Mikä aihe on keskiössä, jonka ympärille lähden työtä rakentamaan? Keskiö löytyi äkkiä ohjaajien kanssa käytyjen keskustelujen perusteella. Standardit ovat muuttuneet, mutta kukaan ei ole matkalla kertonut, miten ne vaikuttavat käytännön työhön nyt ja tulevaisuudessa. Otin siis eteeni tämän standardin ja huomasin sen olevan ainoastaan englanniksi. Tässä vaiheessa täytyy kiittää Suomen Geoteknillinen Yhdistys ry:tä hienosti tehdystä sanakirjasta, joka on vapaassa jakelussa heidän sivullaan. Sanakirjasta oli apua ja standardi saatiin käännettyä niin, että uudet vaatimukset tulivat selviksi. Näitä vaatimuksia pääsin tutkimaan käytännössä, kun kävin kokeneiden pohjatutkijoiden kanssa maastossa tekemässä näytteenottoa. Työmaakäynneillä tarttui monta vinkkiä työn tekemiseen.

Työn loppuvaiheessa vielä selveni, että standardin loppuosassa oli rautalankamalli muutoksista, joten osa tekemästani tutkimuksesta oli päällekkäistä, mutta vahvasti havaintojani.

Loppukaneettina voidaan todeta, että standardin uusi laatujärjestelmä on toimiva. Se soveltuu käytännön työn ohelle erinomaisesti ja helpottaa kokonaisvaltaista laadunhallintaa. Tehtävät muutokset koskevat näytteenottimien soveltuvuutta tiettyihin maalajeihin kokemuksiin ja standardiin perustuen. Näihin tämä päivitys toi mielestäni tarvitun tarkennuksen.

LÄHTEET

Geomachine julkaisuaika tuntematon. Kairavaunut. Valokuva. <https://geomachine.fi/tuotteet/kairavaunut/> Viitattu 1.12.2021.

Kairausopas 1: Painokairaus, tärykairaus, heijarikairaus 1981. Helsinki: Suomen Geoteknillinen Yhdistys, Rakentajain Kustannus Oy. PDF tiedosto. <https://sgy.fi/wp-content/uploads/2017/04/kairausopas-1-painokairaus-taerykairaus-heijarikairaus.pdf>. Viitattu 1.12.2021.

Kairausopas 3: Maanäytteiden ottaminen geoteknillisiä tutkimuksia varten 1972. Helsinki: Suomen Geoteknillinen Yhdistys, Rakentajain Kustannus Oy. PDF tiedosto. <https://sgy.fi/wp-content/uploads/2017/04/kairausopas-3-maanaeytteiden-ottaminen-geoteknillisiae-tutkimuksia-var-ten.pdf>. Viitattu 29.12.2021.

Kairausopas 6: CPTU/Puristinkairaus, puristin-heijarikairaus 7.6.2001. Helsinki: Suomen Geoteknillinen Yhdistys. PDF tiedosto. <https://sgy.fi/wp-content/uploads/2017/04/kairausopas-6-cptu-puristin-kairaus-puristin-heijarikairaus.pdf>. Viitattu 28.12.2021

Luukkonen, Kari 2014. Kairauksen työohje. SGM Consulting Oy. Dokumentti yrityksen hallussa. Viitattu 15.3.2022

SGM-Consulting julkaisuaika tuntematon. Käytössämme oleva kalusto. Valokuva. <https://sgm.fi/palvelut/geotekniikka-ja-pohjatutkimus/kalustoesittely/>

Suomen Standardsoimisliitto SFS 2006, SFS-EN ISO 22475-1 (kumottu -> 21.11.2021) Viitattu 15.1.2021

Suomen Standardsoimisliitto SFS 2021, SFS-EN ISO 22475-1 (voimassa 21.11.2021->) Viitattu 15.1.2021

Suomen Standardsoimisliitto SFS 2016, SFS-EN ISO 17892-4:2016. "Geotekninen tutkimus ja testaus. Maan laboratoriokokeet. Osa 4: Rakeisuuden määrittäminen" Viitattu 30.1.2021

Pohjatutkimusten ohjelmointi sekä tulosten käsittely ja tulkinta. Petteri Ukonjärvi 12.1.2015. Rak-50.3133 Pohjarakentaminen ja pohjanvahvistaminen. Luento 1. Viitattu 15.3.2022.