



**Suomen Geoteknillinen Yhdistys
– Finnish Geotechnical Society**

KAIRAUSOPAS III

NÄYTTEENOTTO GEOTEKNISIÄ TUTKIMUKSIA VARTEN

LUONNOS 13.1.2023

Alkusanat

Suomen Geoteknillinen Yhdistys julkaisi Kairausoppaan III: *Maanäytteiden ottaminen geoteknillisiä tutkimuksia varten* vuonna 1972, ja neljäs painos julkaistiin vuonna 1984. Vanhassa oppaassa maanäytteenotto oli jaettu kahteen pääluokkaan, häiriintynyt ja häiriintymätön näytteenotto. Lisäksi opas kuvaili kolmannen luokan, ns. epätäydelliset näytteet. SGY:n kairausoppaan luokittelua ei enää käytetä, vaan Suomessakin ollaan siirrytty luokittelujärjestelmään, joka on kuvattu standardissa *SFS EN ISO 22475-1 Geotechnical investigation and testing. Sampling methods and groundwater measurements. Part 1: Technical principles for the sampling of soil, rock and groundwater (ISO 22475-1:2021)*. Standardi 22475-1 on vahvistettu suomalaiseksi standardiksi 29.10.2021

Tämä näytteenotto-ohje kattaa Suomessa yleisesti käytössä olevat maanäytteenotossa käytettävät menetelmät, jotka täyttävät standardin 22475-1 vaatimukset. Ohjeessa kuvataan yleisimpien ottimien näytteenottokategoriat (A, B, C, D vai E) tietyissä maaperäolosuhteissa. Kallionäytteenottomenetelmät sekä niiden kategoriat ja pohjavesinäytteenotto kuvaillaan lyhyesti.

Ohjeen laatimistyön tilaaja on Väylävirasto, missä työn ohjauksesta on vastannut Panu Tolla. Laatimistyö on tehty Ramboll Finland Oy:ssä, missä projektipäällikkönä toimi Fredrik Winqvist. Asiantuntijoina työryhmässä toimivat Sami Kankaanpää, Monica Löfman ja Juha Forsman. Lisäksi laatimistyöhön osallistuivat Ramboll Finland Oy:ssä Kimmo Järvinen, Juha Setälä, Tommy Nyman ja Merja Autiola. Kallionäytteenoton osalta laatimistyöhön ovat lisäksi osallistuneet AFRY Finland Oy:ssä Vesa Lehdonmäki ja Piri Harju.

SISÄLLYS

1.	Johdanto	1
2.	Ohjeen taustaa ja soveltaminen	1
2.1	Standardin voimaantulo ja ohjeen soveltaminen	1
2.2	Taustaa	2
3.	Määritelmät ja lyhenteet	2
4.	Yleiset laitteisto- ja turvallisuusvaatimukset	5
4.1	Vaatimukset kairavaunulle ja laitteistolle	5
4.2	Turvallisuus ja varotoimenpiteet	5
4.3	Näytteenotto pilaantuneesta maasta tai pilaantuneesta pohjavedestä	6
4.4	Näytteenotto happamista sulfaattimaista	7
5.	Näytteenottokategoriat ja näytteenottomenetelmän valinta	7
5.1	Yleiset vaatimukset näytteenotolle	7
5.2	Näytteenottokategoriat maanäytteille	8
5.3	Maanäytteen laatuluokat	10
5.4	Näytteenoton yhteydessä tehtävät havainnot ja mittaukset	11
5.5	Näytteenottomenetelmän valinta	11
5.6	Vaatimukset näytteenottopisteille	13
5.7	Tarvittavat ennakkotiedot ja pohjatutkimusohjelmassa esitettävät asiat	13
5.8	Kohteen ennallistaminen	14
5.9	Koekuoppatutkimukset	14
6.	Näytteenottimet ja niiden kategoriat	15
6.1	STI- ja STII-mäntäottimet ja norjalainen mäntäotin	15
6.1.1	Näytteenottokategoriat ja ominaisuudet	15
6.1.2	STII-mäntäotin	16
6.1.3	STI-mäntäotin	18
6.1.4	Norjalainen mäntäotin (Geonor)	19
6.2	Suokaira	19
6.3	Kierrekaira	21
6.4	Putkiotin	23
6.5	Kannuotin	27
6.6	Pienoismäntäotin ja heijarikairan näytteenotin	29
6.7	Koekuoppa	31
6.7.1	Näytteenotto suljettavaan astiaan	31
6.7.2	Näytteenotto ohjaussylinterin avulla tai näytesylinteriin muotoilemalla	32
6.8	Ikkunaotin	34
6.9	Läpivirtausnäytteenotin	36
6.10	Maanäytteenotto erikoistutkimuksia varten	37
6.10.1	Näytteenotto stabiloitavuuskokeita varten	37
6.10.2	Näytteenotto pehmeistä pohjasedimenteistä	38
6.10.3	Blokki-näytteenotto (näytteenottokategoria A)	40
7.	Maanäytteiden käsittely maastossa, kuljetus ja varastointi	42
7.1	Yleiset periaatteet ja näytetietojen merkinnät (kategoriat A–E)	42
7.2	Näytteiden käsittely, kuljetus ja varastointi kategorioissa A–B	43
7.3	Näytteiden käsittely, kuljetus ja varastointi kategorioissa C–E	44
8.	Raportointi	45
8.1	Standardin mukainen näytteenoton raportointi	45
8.2	Maanäytteenoton tai koekuoppatutkimuksen kenttäpöytäkirja	46
8.3	Infra-pohjatutkimusformaatti	47

9.	Kallionäytteenotto	49
9.1	Kallionäytteenoton näytteenottokategoriat	49
9.2	Kivinäytteen laatuluokat	50
9.3	Kallionäyttekairauskalustot (sydännäytteet)	51
9.4	Kallionäytteiden käsittely, kuljetus ja säilytys	54
9.5	Kallionäytteenoton raportointi	55
9.5.1	Kenttäpöytäkirja ja infra-pohjatutkimusformaatti	55
9.5.2	Kallionäyttekairauksen sydännäytteen geologinen raportointi (loggaus)	56
10.	Pohjavesinäytteenotto rakennusteknisten vaikutusten tutkimuksia varten	58
10.1	Yleistä pohjavesinäytteenotosta	58
10.2	Pohjavesinäytteenoton yleiset vaatimukset	59
10.3	Näytteenottomenetelmät ja pohjavesinäytteiden käsittely	59
10.4	Pohjavesinäytteenotto kallioreiästä	60
11.	Lähdeluettelo	61

LIITTEET

LIITE 1 – Näytteenoton kenttäpöytäkirjat (mallit)

LIITE 2 – Koekuoppatutkimuksen kenttäpöytäkirja (malli)

LIITE 3 – Maanäytteen häiriintymisen syitä ja esimerkkejä

LIITE 4 – Kuvia näytteenottimista ja lisävarusteista

LIITE 5 – Maalajien silmämääräinen tunnistaminen

LIITE 6 – Laboratoriokokeisiin tarvittava näytteen määrä

LIITE 7 – Kategorian A näytteenotto mäntäottimilla

LIITE 8 – Pohjatutkimusohjelman täydentävä ohje (malli)

LIITE 9 – Infra-pohjatutkimusformaatti (malli)

LUONNOS

1. JOHDANTO

Maa- ja pohjarakenteiden suunnittelun lähtötiedoksi tarvittavat geotekniset tutkimukset koostuvat kairausten lisäksi maanäytteiden laboratoriotutkimuksista. Tarvittava maanäytteiden määrä, laajuus ja laatu riippuvat maaperäolosuhteista sekä suunniteltavasta rakenteesta. Maanäytteiden laboratoriotutkimuksissa selvitetään näytteiden geoteknisiä ominaisuuksia, eli yleensä vähintäänkin maalaji sekä kohteesta riippuen myös esimerkiksi vesipitoisuus, vedenläpäisevyys, tai lujuus- ja muodonmuutosominaisuuksia. Näytteistä tehtävillä laboratorionäytöksillä pyritään lähtökohtaisesti saamaan luonnonolosuhteita vastaavia tuloksia, mutta näytteenottomenetelmästä ja maaperäolosuhteista (sekä näytteen käsittelystä laboratoriossa) riippuen maanäytteen ominaisuudet voivat muuttua ja koostumus poiketa, ja tätä kutsutaan näytteen häiriintymiseksi.

Laboratorionäytöksien lisäksi maanäytteenotto monesti käsittää maaperän tutkimista ja dokumentointia itse kohteessa. Maaperäolosuhteita voidaan selvittää koekuoppatutkimuksella, ja maaperän kerrostuneisuutta on suositeltavaa dokumentoida esimerkiksi valokuvaamalla otettu näyte, ennen kuin se poistetaan näytteenottomestä. Lohkareiden ja suurten kivien esiintyminen maaperässä tulee arvioida kohteessa ja dokumentoida osana näytteenotto- tai koekuoppapöytäkirjaa, sillä laboratorioon voidaan käytännön syistä viedä vain pienempiä maanäytteitä.

Onnistunut ja hyvin dokumentoitu näytteenotto ovat keskeinen osa luotettavien lähtötietojen hankkimista geosuunnittelua varten. Esimerkiksi savinäytteen merkittävä häiriintyminen johtaa tyypillisesti saven lujuuden ja jäykkyyden aliarvioimiseen, ja pahimmillaan laboratorionäytöksien tulokset ovat käyttökelvottomia tai kokeita ei voida tehdä näytteen heikon laadun tai vajaiden näyteputkien takia. Siispä savinäytteiden heikko laatu johtaa yleensä pohjarakenteiden ylirajoitukseen ja jopa tarpeettomiin pohjanvahvistustoimenpiteisiin. Karkearakeisissa maalajeissa taas esimerkiksi hienoaineksen huuhtoutuminen pois (virheellinen rakeisuus) voi johtaa routivuuden väärintulkintaan, ja vesipitoisuuden epätarkkuus vääristää muun muassa maakerrosten tiiveyden määrittystä.

Näytteenoton onnistumista osaltaan tukee toimiva tiedonvaihto pohjatutkimusohjelman laatijan ja näytteenottajan välillä, sekä olemassa olevat maaperätiedot kohteesta. Näytteenottosyvyydet ja näytteenottomenetelmät valitaan aina aiemmin tehtyjen kairausten, näytteenottojen ja muiden pohjatutkimusten perusteella. Näytteenottokategoriat valitaan tarvittavien laboratoriotutkimusten perusteella, tutkittava maalaji huomioiden.

2. OHJEEN TAUSTAA JA SOVELTAMINEN

2.1 Standardin voimaantulo ja ohjeen soveltaminen

Tämä ohje pohjautuu SFS:n vahvistamaan standardiin *SFS EN ISO 22475-1 Geotechnical investigation and testing. Sampling methods and groundwater measurements. Part 1: Technical principles for the sampling of soil, rock and groundwater (ISO 22475-1:2021)*. Standardi on vahvistettu suomalaiseksi standardiksi 29.10.2021 (SFS 2021).

Tämä ohje kattaa Suomessa yleisesti käytössä olevat laitteistot ja näytteenottomenetelmät, jotka täyttävät standardin 22475-1 vaatimukset. Ohjeessa esiintyvät arviot kunkin näytteenottimen kategoriasta perustuvat siihen oletamaan, että näytteenotto on tehty pätevän henkilöstön toimesta ja onnistuneesti. Ohjeessa keskitytään maanäytteiden ottoon geoteknisiä tutkimuksia varten, mutta myös kallio- ja pohjavesinäytteenotot kuvaillaan lyhyesti. Näytteenotto pilaantuneeksi epäilystä maasta tai pohjavedestä sekä näytteenotto happamista sulfaattimaista kuvaillaan vain

pintapuolisesti, sillä nämä näytteenotot suunnittelee ja toteuttaa asiaan perehtynyt asiantuntija ja/tai sertifioitu näytteenottaja.

Ohjeessa kuvaillaan eri näytteenottomenetelmät, mutta ei anneta yksityiskohtaisia ohjeita näytteenoton suoritukseen. Ohjeita näytteenoton suoritukseen on annettu mm. SGY:n julkaisemassa ohjeistuksessa *Häiriintymätön näytteenotto STI, STII ja norjalainen näytteenotin. Näytteenottoluokka A, maanäytteiden laatuluokka 1* (Korkiala-Tanttu et al. 2020). Liite 7 sisältää edellä mainitun ohjeistuksen, mutta muun muassa sanastoa on yhdenmukaistettu suhteessa tähän ohjeeseen.

Näytteenottimien mittojen osalta ohjeessa annetut arvot ovat suuntaa-antavia. Näytteenottajan tulee tarkistaa, että käytössä oleva näytteenotin on sisähalkaisijaltaan riittävän suuri tutkittavan maakerroksen maksimiraekokoon nähden.

Tässä ohjeessa käytetään Infra-pohjatutkimusformaattissa (v2.5) suositeltuja maalajilyhenteitä (Liite 1, Taulukko 8).

2.2 Taustaa

Maanäytteenotossa on pitkään sovellettu Suomen Geoteknillisen Yhdistyksen (SGY) alun perin vuonna 1972 julkaisemaa opasta, *Kairausopas III: Maanäytteiden ottaminen geoteknillisiä tutkimuksia varten* (1984). Vanhassa oppaassa maanäytteenotto oli jaettu kahteen pääluokkaan, häiriintynyt ja häiriintymätön näytteenotto. Lisäksi opas kuvasi kolmannen luokan, ns. epätäydelliset näytteet. SGY:n kairausoppaan luokittelua ei enää käytetä, vaan Suomessakin ollaan siirrytty näytteenottostandardin SFS-EN ISO 22475-1 (SFS 2021) luokittelujärjestelmään.

Näytteenottostandardin SFS-EN ISO 22475-1 (SFS 2021) soveltamista Suomen olosuhteisiin on kuvattu mm. Liikenneviraston (2015) ohjeen Liitteessä 9. Väyläviraston ohje pohjautuu vuonna 2006 vahvistettuun standardin versioon, jossa oli näytteenottomenetelmäluokat A, B ja C. Vuonna 2021 vahvistetussa SFS-standardissa näytteenotto on luokiteltu yksityiskohtaisemmin näytteenottokategorioihin A, B, C, D ja E. Laboratoriossa todettavat maanäytteiden laatuluokat 1–5 ovat pysyneet pääosin ennallaan. Näytteenottokategoriassa A voidaan saavuttaa korkein maanäytteen laatuluokka 1 (ja vastaavasti kategoriassa B laatuluokka 2). Tutkittava maalaji sekä pohja- tai orsivedenpinnan korkeus vaikuttavat suuresti näytteen laatuun.

Suomessa käytössä olevien menetelmien näytteenottokategorioita on kartoitettu esiselvityksessä, joka toteutettiin vuonna 2020 SGY:n ja Aalto-yliopiston yhteistyönä. Tämän ohjeen laatimisessa on hyödynnetty tuon selvitysten tuloksia soveltuvin osin.

3. MÄÄRITELMÄT JA LYHENTEET

Tässä luvussa kuvataan ohjeessa esiintyvät keskeisimmät termit ja lyhenteet.

Ohjeessa käytetyt termit, niiden määritelmät ja englanninkieliset versiot standardissa on koottu alla olevaan taulukkoon (Taulukko 1). Eri maalajeja (esim. savi) vastaavat raekokolajitteet löytyvät Liitteestä 5.

Taulukko 1. Keskeiset termit ja niiden määritelmät.

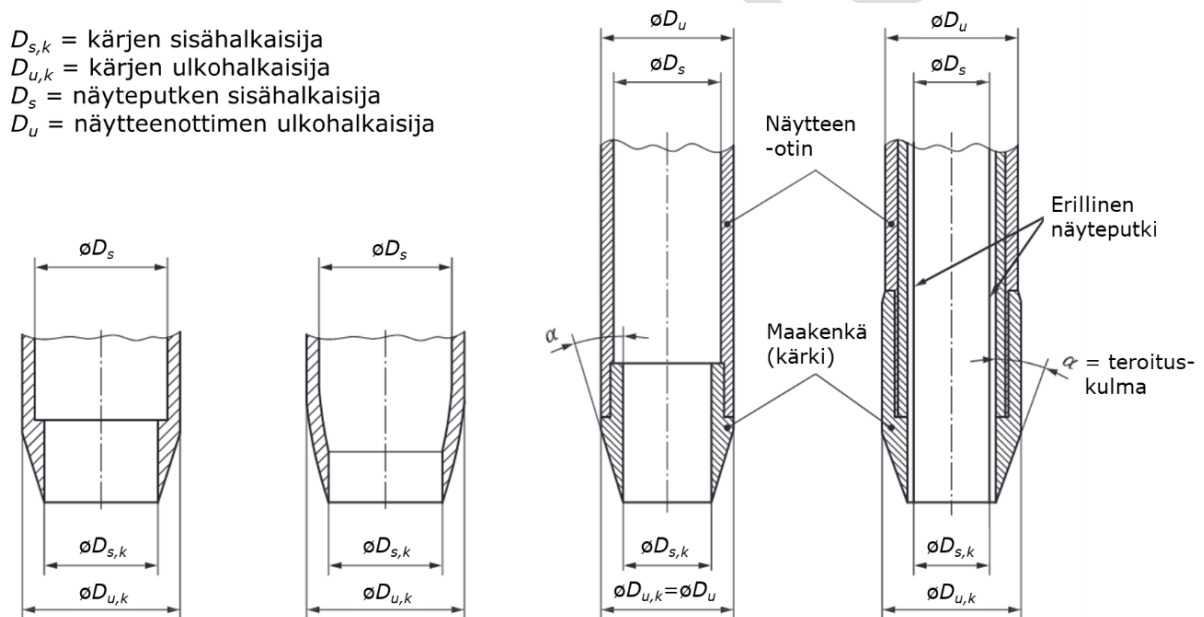
Termi	Määritelmä	Termi standardissa (SFS 2021)
Atterbergin rajat	Atterbergin rajat eli konsistenssirajat ovat maa-aineksen vesipitoisuuden arvoja, jotka määrittävät kiinteän, plastisen ja juoksevan olomuodon rajat. Atterbergin rajoja ovat juoksuraja ja kieritysraja sekä plastisuusluku, joka on näiden kahden rajan erotus. Atterbergin rajoihin lukeutuu myös hienousluku, joka on kartiokokeella määritettävä juoksurajaa vastaava arvo (likiarvo).	Atterberg limits
Kerrallisuus	Maalajikerroksen sisällä ilmenevää vaihtelua maan ominaisuuksissa. Esimerkiksi savinäytteen kerrallisuus voi ilmetä ohuina tummina raitoina. Rakeisuuteen liittyvä saven kerrallisuus (esim. ohuita silttisiä kerroksia savikerroksessa) ei välttämättä näy luonnonkosteassa näytteessä, mutta paljastuu kuivumisen jälkeen.	Boundaries of strata – fine
Kerroksellisuus	Maa- tai kallioperän epäjatkuvuuskohtien muodostama kudelman, joka jakaa massan pienemmiksi yksiköiksi. Maaperän tapauksessa nämä yksiköt ovat <i>maakerroksia</i> . Kerroksellisuus on siten maalajien vaihtelua, kun taas <i>kerrallisuus</i> on vaihtelua maalajin sisällä. Kallioperässä myös raot ovat osa tätä kudelman (eli "makrorakennetta").	Structure
Maakerros	Verrattain homogeeninen kerrostuma, jossa on yksi vallitseva <i>päämaalaji</i> .	Strata
Näytteenotto kairaamalla	Standardissa kuvattuja näytteenottomenetelmiä, jotka eivät ole käytössä Suomessa.	Sampling by drilling /continuous sampling
Näytteenotto näytteenottimella	Näytteenottomenetelmä, jossa näyte otetaan näytteenottimeen kairareistä tai koekuopasta valitulta syvyydeltä.	Sampling using samplers
Päämaalaji	Päälajitteen mukainen maalaji, esimerkiksi savi (Sa) tai hiekka (Hk). Päämaalajinimeen ei kuulu mahdolliset täydennysosat, jotka voidaan määrittellä rakeisuuden tai humuspitoisuuden perusteella (esim. liSa, ljSa, siHk).	Soil type
Rakenne	Rakeiden koko, muoto ja mahdollinen sitoutuminen maa- tai kallioperässä. Sitoutumisella tarkoitetaan rakeiden välisiä sidoksia, mikä ilmenee muun muassa siten, että savikappale säilyttää muotonsa verrattain hyvin myös maaperästä irrottamisen jälkeen. Sitä vastoin karkearakeisilla maalajeilla ei yleensä ole tällaista rakeiden sitoutuneisuutta (Suomen maaperäolosuhteissa). Termistä käytetään myös nimitystä "mikrorakenne".	Texture
Täyttö, sekalainen	Tässä ohjeessa käytetty termi epämääräiselle sekalaiselle täyttömaakerrokselle, jossa on yleensä hienoaineksen lisäksi myös karkeita maalajeja ja kiviä.	-

Käytetyt lyhenteet ja symbolit:

a	teroituskulma
C_a	pinta-alasuhde
C_i	sisälaajennussuhde
D_s	näyteputken (tai näytteenottimen) sisähalkaisija
D_u	näytteenottimen ulkohalkaisija

$D_{s,k}$	näytteenottimen kärjen sisähalkaisija
$D_{u,k}$	näytteenottimen kärjen ulkohalkaisija
hHk	hienohiekka
hSr	hienosora
keHk	keskihiekka
Ki	kivisyys (raekoko > 60...600 mm)
liSa	lihava savi (savipitoisuus yli 50 %)
laSa	laiha savi (savipitoisuus 30...50 %)
ljSa	liejuinen savi (humuspitoisuus 2...6 %)
Lo	lohkareisuus (raekoko > 600 mm)
MTv	maatunut turve
pv ap	pohjavedenpinnan tai orsivedenpinnan alapuolella
pv yp	pohjavedenpinnan tai orsivedenpinnan yläpuolella
saSi	savinen siltti (savipitoisuus 10...30 %)
salj	savinen lieju (humuspitoisuus 6...20 %)
silj	silttinen lieju (humuspitoisuus 6...20 %)
d_{max}	tutkittavan maakerroksen suurin raekoko

Näytteenottimien ja niiden kärkien mittojen kuvaamiseen käytetyt määreet standardin 22475-1 (SFS 2021, s. 10) mukaisesti on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 1).



Kuva 1. Halkaisijamittojen määritelmät.

Näytteenottimen kärki voi olla joko **terävä leikkuukärki**, joka on kiinteä osa näytteenotinta (Kuva 1, vasemmalla) taikka irrotettava kärkiosa. Leikkuukärjellä varustettu erillinen kärkiosa tunnetaan myös nimellä **maakenkä** (Kuva 1, oikealla). Maakengän sijasta voidaan käyttää ns. kruunua, eli **kovametalliterää** tai **nastakovametalliterää** (ks. Liite 4), jolla voidaan läpäistä kiviäkin.

Kärjen ulkohalkaisijan ($D_{u,k}$) ja kärjen sisähalkaisijan ($D_{s,k}$) välinen suhde eli **pinta-alasuhde** C_a on sitä pienempi, mitä ohutseinäisempi näytteenotin on kyseessä:

$$C_a = \frac{(D_{u,k})^2 - (D_{s,k})^2}{(D_{s,k})^2} \cdot 100 \%$$

Mitä pienempi pinta-alasuhte, sitä vähemmän otettava maanäyte häiriintyy, kun sylinterimäinen (suoran ympyrälieriön muotoinen) näytteenotin puristetaan maahan. Pienemmän pinta-alasuhteen näytteenotin on toisaalta myös alttiimpi vaurioitumiselle.

Toinen näytteenotinta kuvaava termi on **sisälaajennussuhde** C_i , joka määritellään seuraavasti:

$$C_i = \frac{(D_s)^2 - (D_{s,k})^2}{(D_{s,k})^2} \cdot 100 \%$$

Sisälaajennussuhde vaikuttaa siihen, kuinka paljon näytteen häiriintymistä aiheutuu näytteen ja näyteputken (tai näytteenottimen sisäseinämien) välisestä kitkasta. Kun kärjen sisähalkaisija $D_{s,k}$ on hieman pienempi kuin näyteputken tai näytteenottimen sisähalkaisija D_s , tulee näytteen ja näyteputken välillä kitkaa vähentävä vällys. Toisaalta liian suuri väljyys aiheuttaa näytteessä muodonmuutoksia ja halkeamia tai löyhtymistä.

Ohutseinäisessä näytteenottimessa pinta-alasuhte C_a on alle 15 %, teroituskulma α on alle 5 ° ja sisälaajennussuhde C_i on korkeintaan 0,5 %. Pinta-alasuhte voi olla suurempikin ($C_a \leq 25 \%$) ja teroituskulma voi olla 5 ° < α < 15 °, mutta tämä voi johtaa alhaisempaan näytteen laatuun. Ohutseinäisen näytteenottimen kestävyys on heikompi kuin paksuseinäisemmissä näytteenottimissa, ja siksi ohutseinäisiä mäntänäytteenottimia (katso luku 6.1) käytetään lähinnä savi- ja silttimaissa.

4. YLEISET LAITTEISTO- JA TURVALLISUUSVAATIMUKSET

4.1 Vaatimukset kairavaunulle ja laitteistolle

Kairavaunu ja muu kalusto valitaan siten, että suunniteltu näytteenotto voidaan tehdä halutulta syvyydeltä ja määritellyssä näytteenottokategoriassa. Näytteenotto-olosuhteet muuttuvat syvyyssuunnassa maaperästä ja pohja-/orsivedestä johtuen, minkä vuoksi kohteeseen tulee ottaa mukaan erityyppisiä näytteenottimia.

Työputkea (myös "suojaputki" ja "maaputki") on tarpeen käyttää etenkin silloin, kun näytteenottosyvyyden yläpuolisissa maakerroksissa on varisevaa kitkamaata, tai jos kairareikä ei ole muuten stabiili. Työputken sisähalkaisijan tulee olla riittävän suuri, jotta näytteenotin kokonaisuudessaan mahtuu työputken läpi.

Näytteenottomenetelmästä riippuen näyte otetaan näytteenottimeen puristamalla, kiertämällä, iskemällä (heijari- tai porauskalustolla), tai käsivoimin. Vastaavasti näytteenottosyvyys voidaan mitata joko kairavaunun tallentimella, metrimittalla tai pitämällä lukua tangoista. Näytteenotto kairavaunuavusteisesti edellyttää monesti kairavaunu- ja näytteenotinkohtaisia sovitinosia tai -lisälaitteita.

4.2 Turvallisuus ja varotoimenpiteet

Kairavaunun ja näytteenottokaluston käytössä noudatetaan samoja yleisiä työturvallisuus- ja varotoimenpiteitä kuin muissakin pohjatutkimuksissa.

Etenkin koekuoppatutkimuksissa tulee kiinnittää huomiota kaivannon luiskien vakavuuteen. Liikenneviraston (2021a) ohjeen mukaan koekuopan kaivaminen voidaan päättää ennen tavoitesyvyyttä, mikäli koekuopan toteutuksessa havaitaan ongelmia luiskien vakavuuden osalta. Keskeytyksen syy kirjataan kenttäpöytäkirjaan. Toisinaan koekuopan kaivua voidaan jatkaa kaivumenetelmää vaihtamalla, mutta tämä tulee tapahtua työturvallisuus varmistuen.

Työturvallisuusriskejä voi liittyä pohjaveden tai kaasun purkautumiseen koekuoppa-kaivantoon tai kairareikään. Vastaavasti näytteenottoon pilaantuneissa maissa liittyy työturvallisuusriskejä (katso luku 4.3). Mikäli näytteenotto koskee pilaantuneeksi epäiltyä maa-aluetta, pohjatutkimusohjelman laatija suorittaa taustatieto- tai historiaselvityksen, ja laatii sen sekä tutkimuksen tavoitteiden perusteella kohdekohtaisen tutkimussuunnitelman (SGY 2002).

Jos näytteenottoprosessissa käytetään ilmahuuhtelua, tulee varautua roiskevaaroihin (mm. silmäsuojat). Paineilma voi varastoitua maakerrosten väliin ilmataskuun, josta se voi purkautua putkia tai tangostoa pitkin. Työalue tulee suojata siten, että näytteenotto ei aiheuta vahinkoa rakennetulle ympäristölle eivätkä vaaratilanteita ulkopuolisille.

4.3 Näytteenotto pilaantuneesta maasta tai pilaantuneesta pohjavedestä

Pilaantuneiden maiden (eli pima-maiden) tutkimuksissa noudatetaan hankekohtaisesti sovittavia menettelyjä. Mikäli epäillään, että kohteessa voi olla pilaantuneita maita tai pohjavesiä, tulee ottaa yhteyttä pilaantuneiden maiden ja pohjavesien näytteenottoon erikoistuneeseen asiantuntijaan. Näytteenottoa ympäristötutkimuksia varten on kuvattu muun muassa julkaisuissa, jotka on listattu Liikenneviraston (2015) ohjeessa (Taulukko 2).

Taulukko 2. Pilaantuneiden maiden tutkimukset (Taulukko 6, Liikennevirasto 2015).

Tutkimusmenetelmä	Menetelmäohje	Huomautus
Pilaantuneeksi epäillyn maa-aineen tutkimukset	Hyvät käytännöt pilaantuneiden maiden kenttätutkimuksissa, SYKE, Ympäristöopas 2014. Ympäristögeotekninen näytteenotto-opas. Maa-, huokoskaasu- ja pohjavesinäytteet, SGY 2002	OH 6/2014 Pilaantuneen maa-alueen riskinarviointi ja kestävä riskinhallinta, Ympäristöhallinnon ohjeita 6/2014. Radanpidon ympäristöohje, Liikenneviraston ohjeita 22/2013

Pilaantuneiden maiden ja pohjavesien tutkimuksien suunnittelu edellyttää ammattitaitoa. Erityisesti tutkittavien haitta-aineiden - ja kemiallisten analyysimenetelmien - valinta on pohja tutkimukselle. Huonosti suunnitelluilla tutkimuksilla voidaan saada puutteellisia tai jopa virheellisiä tuloksia. Tavallisimmat tutkittavat haitta-aineet ja niiden tutkimuksessa käytettävät kemialliset analyysimenetelmät on kuvattu valtioneuvoston asetuksessa (Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista 214/2007). Pohjaveden pilaantuneisuuden tutkimiseksi ei ole säädöksiä.

Pilaantuneita maita ja pilaantuneita pohjavesiä tutkittaessa näytteenottovälineet ja näytteenottoastiat sekä näytemäärät on valittava tutkittavien haitta-aineiden mukaan. Yksinkertaistetusti voidaan sanoa, että tehtävä kemiallinen analytiikka määrittää soveltuvat näytteenottomenetelmät.

Myös pilaantuneiden maiden tutkimuksissa kenttähavaintojen huolellinen dokumentointi ja valokuvaus ovat tärkeitä. Jos mahdollista, tehdään tutkimus aina koekuopilla, joskin rakennetuilla alueilla ja syviä näytteitä otettaessa joudutaan turvautumaan kairareiästä näytteenottimella otettuihin näytteisiin (esim. mäntäotin). Kairareiästä näytteenottimella otetuista maanäytteistä on vaikea tehdä luotettavia havaintoja maaperän jätteisyydestä.

Kun tehdään näytteenottoa, mikä koskee pilaantuneeksi epäiltyä maata tai pohjavettä, henkilökohtaisiin suojaimiin ja työskentelytapoihin tulee kiinnittää erityistä huomiota. Haitalliset aineet voivat kulkeutua ilman välityksellä, veden mukana tai kosketuksen kautta. Pilaantuneiden maiden näytteenotossa mahdollisia varotoimenpiteitä ovat muun muassa:

- Suojäkäsineet (maanäytteitä ei käsitellä paljain käsin)
- Hengityssuojain
- Ilman välityksellä kulkeutuvien vaarallisten aineiden havaitsemiseen käytettävät hälytysmittarit
- Suojavaatetus

Näytteenoton jälkeen näytteet on kuljetettava mahdollisimman nopeasti kemialliset analyysit tekevään laboratorioon, tai ne on säilöttävä asianmukaisesti. Joissain tapauksissa näytteet on syytä kestävöidä välittömästi näytteenoton jälkeen.

4.4 Näytteenotto happamista sulfaattimaista

Kuten pima-näytteenotossa, myös näytteenotossa happamista sulfaattimaista (hasu-maista) noudatetaan hankekohtaisesti sovittavia menettelyjä. Happamat sulfaattimaat eli hasu-maat ovat rikkipitoisia sedimenttejä, orgaanisia materiaaleja (esim. lieju ja turve) ja musteliuskalueiden moreeneja, joista vapautuu sulfidien hapettumisen seurauksena haitallisia määriä happamuutta maaperään ja vesistöihin. Maamateriaali määritellään happamaksi sulfaattimaamateriaaksi, jos maasto-pH-taso sekä inkubaatio-pH-taso ovat riittävän alhaisia. (Autiola et al. 2022).

Näytteenotto hasu-maista on ohjeistettu Ympäristöministeriön oppaassa (Autiola et al. 2022). Liitteessä 1, *Happamien sulfaattimaiden näytteenottomenetelmät, tunnistusmenetelmät ja hapontuottopotentiaali*, on kuvattu hasu-maiden näytteenottomenetelmät, näytteiden käsittely ja säilytys.

Happamien sulfaattimaiden (hasu) näytteenotossa on oleellista saada näytteitä sekä pohjavedenpinnan (/orsivedenpinnan) ylä- että alapuolella. Pohja-/orsivedenpinnan alapuolella maan aineksen, tavallisimmin saven, rikki ei ole hapettunut rikkihapoksi, mutta yläpuolella lähellä maanpintaa rikki on voinut jo muuttua rikkihapoksi. Koekuoppa on suositeltava näytteenottomenetelmä, jos pystytään kaivamaan riittävän syviä kuoppia eikä tarvitse kaivaa syvälle pohja-/orsivedenpinnan alle. Kairaamalla on mahdollista ottaa näytteitä syvemältä pohja-/orsivedenpinnan alta. Kummallakin menetelmällä näytteet tulisi ottaa maalajikerroskohtaisesti jatkuvina sarjoina, kuitenkin enintään 50 cm pituisina näytteinä. Tarvittava näytemäärä riippuu tehtävistä analyyseistä. Tutkimuksien suunnittelijan on syytä tarkistaa analyysoivasta laboratoriosta, kuinka suuri määrä maanäytettä tarvitaan kyseisiin tutkimuksiin ja kemiallisiin analyyseihin.

Hasu-maiden tutkimuksissa otetut näytteet on toimitettava mahdollisimman nopeasti laboratorioon, jotta rikki ei ehdi hapettua. Jos käytettävissä on luotettava pH-mittari, voidaan pH määrittää välittömästi näytteenoton jälkeen, jolloin näytteiden nopea toimittaminen laboratorioon ei ole yhtä kriittistä.

5. NÄYTTEENOTTOKATEGORIAT JA NÄYTTEENOTTOMENETELMÄN VALINTA

5.1 Yleiset vaatimukset näytteenotolle

Käytettävä kalusto ja menettelytavat (myös mm. kuljetuksen ja säilytyksen osalta) määräytyvät valitun näytteenottokategorian perusteella. Näytteenottoa tarjoava yritys tai taho vastaa riittävien toimintaohjeiden ja perehdytyksen tarjoamisesta.

Näytteenoton ohjelmoinnissa näytteenottokategoria (A–E) valitaan tavoiteltavan maanäytteen laatuluokan (1–5) perusteella. Tarvittava laatuluokka riippuu siitä, mitä ominaisuuksia näytteelle halutaan laboratoriossa määrittää (katso luku 5.3).

Näytteen toteutuneeseen laatuun vaikuttavat maa- ja kallioperän ominaisuudet, pohjavesiolosuhteet, valittu näytteenottomenetelmä sekä näytteenoton suoritus, näytteiden käsittely, kuljetus ja säilytys. Näytteen häiriintyminen kairauksen ja näytteenoton johdosta voi olla erityyppistä:

- mekaaninen häiriintyminen (kokoonturistuminen, leikkautuminen, huuhtelu tai värinä)
- jännitystilän muutoksista johtuva häiriintyminen (vallitsevan jännityksen purkautuminen)
- muutokset näytteen ainesosissa tai kemiallisessa koostumuksessa. Esimerkiksi:
 - näytteen hapettuminen (happamat sulfaattimaat eli hasu-maat)
 - vesipitoisuuden muuttuminen etenkin karkeissa maalajeissa (veden valuminen pois maanäytteestä sekä veden päätyminen näytteeseen näytteenottoreiästä)
 - rakeisuuden muuttuminen (esim. hienoaineksen huuhtoutuminen pois hiekasta)

Lisäksi näytteenottimen sisähalkisijan valinnassa tulee ottaa huomioon maanäytteen suurin raekoko (katso luku 5.4).

5.2 Näytteenottokategoriat maanäytteille

Maanäytteen häiriintyminen ja näytteen edustavuus

Näytteen häiriintymisen tyypillisiä seuraamuksia ovat maanäytteen sisällä vallitsevan jännitystilän purkautuminen, maarakeiden välisten sidosten rikkoutuminen ja maarakeiden uudelleenjärjestäytyminen. Näiden muutosten laajuus määrää maanäytteen laatuluokan. Maanäytteen häiriintymisen syitä on kuvattu Liitteessä 3.

Näytteenottokategoriat A–E kuvaillaan seuraavissa luvuissa. Näytteenottokategoriat A–B vastaavat likimain SGY:n vanhassa kairausoppaassa kuvattuja häiriintymättömiä näytteitä, kategoriat C–D vastaavat häiriintyneitä näytteitä ja kategoria E on lähimpänä kairausoppaassa kuvattua epätäydellistä näytettä.

Suomen maaperäolosuhteissa käytännön toiminnan kannalta haastavin maan ominaisuus on rakeisuus. Suomessa karkearakeiset maalajit ja moreenit sisältävät hyvin usein karkeaa soraa ja kiviä, jotka ovat liian suuria kaikille näytteenottimille. Tässä ohjeessa näytteenottokategorian määräytymisen lähtökohtana on soveltuvin osin pidetty ”näytteenottimen kykyä” saada edustava näyte maalajista ja jätetty näytteenottajan tehtäväksi kirjata arvio karkeiden rakeiden osuudesta (raekoot 16 mm, 32 mm tai kivet (>60...600 mm)). Tämä on haastava ja ammattitaitoa vaativa tehtävä. Toisaalta karkearakeisissa- ja erityisesti moreenikerroksissa on myöskin tärkeää, että näyte on edustava alle 32 mm rakeisuuden ja erityisesti hienoainespitoisuuden suhteen, koska niiden avulla määritetään routivuus. Tässäkin kohtaa näytteenottajalta vaaditaan taitoa arvioida näytteen edustavuus ja dokumentoida se kenttäpöytäkirjaan. Näytteenoton yhteydessä tehtäviä havaintoja on käsitelty luvussa 5.4.

Näytteenottokategoria A

Kategorian A näytteenotossa tavoitteena on saada maanäytteitä, joissa maan kerroksellisuus, rakenne, koostumus ja vallitseva jännitystila ovat pysyneet muuttumattomina. Tämä mahdollistaa lujuus-, kokoonpuristumis- ja muodonmuutosominaisuuksien määrittämisen laboratorioissa. Näiden lisäksi voidaan määrittää laboratoriokokein myös kaikki muut näytteenottokategorioiden B-E kohdalla mainitut ominaisuudet.

On syytä huomioida, että täydellisen häiriintymättömän näytteen ottaminen ei ole käytännössä mahdollista. Näytteenottokategorian A näytteet vastaavat kuitenkin siinä määrin luonnontilaista maata, että maan lujuus- ja muodonmuutosominaisuudet voidaan määrittää luotettavasti laboratorioissa. Joissakin erityistilanteissa voi olla tarpeen verrata tuloksia korkealaatuisiin referenssinäytteisiin. Pehmeistä savista erittäin korkealaatuisia näytteitä voidaan saada blokki-

näytteenottimilla (luku 6.10.3). Löyhissä karkearakeisissa maalajeissa voidaan harkita esimerkiksi maan jäädytykseen perustuvia näytteenottomenetelmiä. Standardin 22475-1 (SFS 2021) Liitteessä C on kuvattu näitä erikoisnäytteenottomenetelmiä.

Näytteenottokategoria B

Kategorian B näytteenotossa tavoitteena on saada maanäytteitä, joissa maan kerroksellisuus, rakenne ja koostumus ovat pysyneet muuttumattomina. Tämä mahdollistaa esimerkiksi hienorakeisten maalajikerrosten vedenläpäisevyyden, huokoisuuden ja tiheyden määrittämisen laboratorioissa sekä maakerrosrajojen tarkan määrittämisen (myös saven kerrallisuus).

Näytteenottokategoria C

Kategorian C näytteenotossa tavoitteena on saada maanäytteitä, joissa maan kerroksellisuus (eli maakerrokset) ja rakenne (eli rakeiden koko, muoto ja mahdollinen sitoutuminen) ovat pysyneet muuttumattomina. Tämä mahdollistaa esimerkiksi vesipitoisuuden määrittämisen laboratorioissa.

Etenkin hyvin löyhien, karkearakeisten maalajien luonnontilainen vesipitoisuus on käytännössä haastava määrittää ilman erikoismenetelmien kuten esimerkiksi maan jäädytyksen käyttöä. Yleensä näytteenotto prosessin seurauksena löyhien maalajien tiiviys kasvaa ja vesipitoisuus pienenee.

Kun kyse on löyhistä, karkearakeisista maalajeista, silteistä tai turpeista, muutokset luonnontilaiseen vesipitoisuuteen nähden ovat odotettavissa. Löyhien karkearakeisten maalajien esiintyminen ja syvyys voidaan tunnistaa soveltuvien kairauksien avulla ennen näytteenottoa. Toisaalta esimerkiksi löyhä hiekkakerros voi olla erittäin vaikea erottaa paino- tai puristin-heijarikairauksen perusteella hienorakeisesta maalajista, etenkin jos löyhä hiekka sijaitsee paksun savikerroksen alapuolella.

Tässä ohjeessa vesipitoisuuden määrittämiseksi on oletettu ± 3 prosenttiyksikköä näytteenottokategoriassa C. Esimerkiksi jos maakerroksen vesipitoisuus on 15 %, olisi vesipitoisuuden määrittämiseksi riittävä kategoriaan C nähden, mikäli laboratorioissa maanäytteelle saatu vesipitoisuus olisi 12...18 %. Kenttäpöytäkirjaan tulee tehdä merkintä, jos näytteestä erottuu vettä tai näytteen mukana tulee ylimääräistä vettä näytteenoton yhteydessä. Tällöin näyte ei täytä kategorian C vaatimusta vesipitoisuuden osalta. (Luonnontilainen vesipitoisuus voitaisiin ainakin teoriassa määrittää tarkasti myös karkearakeisille maalajeille näytteenottokategorian A–B näytteenotossa).

Näytteenottokategoria D

Kategorian D näytteenotossa tavoitteena on saada maanäytteitä, joissa maan kerroksellisuus eli maakerrokset ovat pysyneet muuttumattomina. Toisin sanoen tavoitteena on saada maanäyte, joka edustaa tiettyä maakerrosta ja sen rakeisuutta. Tämä mahdollistaa raekokojakauman (eli rakeisuuden), humuspitoisuuden ja Atterbergin rajojen määrittämisen laboratorioissa.

Esimerkiksi hiekan tapauksessa tämä tarkoittaa sitä, että mahdollinen hienoaines on säilynyt näytteessä. Kerroksellisuuden osalta maalajien kerrosrajat ovat määritettävissä karkeasti (vrt. maakerrosrajojen tarkka määrittäminen ja kerrallisuus, kategoria B).

Tässä ohjeessa rakeisuuden määrittämisen vaatimuksen on, että näytteestä voidaan määrittää GEO-luokituksen (Korhonen et al. 1974) mukainen päälaajite (esim. hiekka) ja muu laajite (esim. silttinen). Rakeisuuden perusteella on voitava arvioida maakerroksen routivuus. Kategoriassa D näytteen laatu ei yleensä riitä vesipitoisuuden luotettavaan määrittämiseen.

Näytteenottokategoria E

Kategorian E näytteenotossa voidaan saada vain sellaisia maanäytteitä, joissa kaikki luonnontilaista vastaavat ominaisuudet ovat muuttuneet. Näytteestä on voinut erottua osittain tai kokonaan jokin

lajite: tyypillisesti maan sisältämä hienoaines puuttuu. Näytteiden perusteella voidaan arvioida ainoastaan likimääräisesti maalaji sekä maakerroksen tyyppi ja paksuus (0,5 m tarkkuudella).

Suomen maaperäolosuhteissa kategorian E näytteenotossa voidaan määrittää päämaalaji sekä likimääräinen näytteenottosyvyys. Näytteen laatu ei yleensä riitä rakeisuuden tai vesipitoisuuden luotettavaan määrittämiseen. Maalajin nimen ja maakerrosrajojen tarkemmat määrittäykset ovat tällöin yleensä epäluotettavia, etenkin karkearakeisten ja moreenimaalajien tapauksessa.

5.3 Maanäytteen laatuluokat

Esimerkiksi näytteenottokategoriassa A tavoitteena on ottaa näytteitä, joissa maanäytteen ominaisuudet vastaavat luonnontilaisen maan ominaisuuksia. Näin ollen voidaan määrittää mm. näytteen lujuusominaisuudet, eli näytteenottokategoriassa A voidaan saavuttaa maanäytteen laatuluokka 1 (katso Taulukko 3). Taulukkoa on karsittu ja täydennetty Suomen olosuhteisiin paremmin soveltuvaksi, perustuen standardin 22475-1 (SFS 2021) informatiivisen liitteen H taulukkoon H.1.

Taulukko 3. Maanäytteen laatuluokat ja soveltuvat näytteenottokategoriat.

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 suluilla näytteillä tiiveyden funktiona.

^{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).

Taulukossa ”maakerrosrajat karkealla tarkkuudella” viittaa tilanteeseen, jossa maakerrokset sekä niiden maalajit pystytään tunnistamaan. Tällöin esimerkiksi savikerroksessa oleva ohut hiekkainen välikerros (paksuus esim. n. 10–100 mm) pystyttäisiin tunnistamaan ja esittämään erillisenä maakerroksena.

Taulukon ”tarkat maakerrosrajat” sen sijaan viittaa tilanteeseen, jossa maakerrosrajat voidaan tunnistaa, ja maakerrosrajojen syvyydet voidaan määrittää noin 10 mm tarkkuudella. Tällöin on yleensä mahdollista havaita myös saven mahdollinen kerrallisuus, mikä voi näkyä eri värisinä, ohuina kerroksina savinäytteessä (kerrospaksuus n. 1–10 mm). Geoteknisissä laskelmissa kerrallinen savi esitettäisiin kuitenkin yhtenä homogeenisena maakerroksena.

5.4 Näytteenoton yhteydessä tehtävät havainnot ja mittaukset

Taulukko 3 käsittää laboratorioissa määritettävät ominaisuudet. Tietyt geotekniset ominaisuudet voidaan käytännön syistä määrittää vain maastossa näytteenoton yhteydessä.

Näytteenottokategoriassa D maan rakeisuus tulee pystyä määrittämään. Mikäli pohjatutkija havaitsee, että tutkittava maakerros on kivinen tai sisältää hyvin karkeita rakeita, tulee tämä kirjata näytteenottopöytäkirjaan. Kivisyyttä voidaan arvioida kairausvastuksen perusteella, ja mahdollinen kivien läpäisy porauskaluston avulla dokumentoidaan. Kivisyyden arviointi onnistuu tarkemmin koekuoppatutkimuksen avulla (ks. luku 5.9).

Näytteenottimella otettu pienempi ja hienorakeisempi maanäyte pakataan pussiin tai ämpäriin. Suuria kiviä ei ole yleensä tarpeen toimittaa laboratorioon – mikäli näin halutaan toimittavan, tulee siitä olla ohjeistus pohjatutkimusohjelmassa. Näytteen kivisyys ja hyvin karkeiden rakeiden osuus dokumentoidaan kuitenkin aina kirjaamalla havainnot näytteenotto- tai koekuoppapöytäkirjaan sekä mahdollisuuksien mukaan dokumentoidaan myös valokuvoin. Valokuvissa tulee olla mittanauha- tai tikku, jotta lajitteiden osuudet ja raekoot voidaan arvioida myös valokuvasta

Näytteenottokategoriassa D myös maan kerroksellisuus (maakerrosrajat) tulee pystyä määrittämään. Jos käytetään näytteenottomenetelmää, jossa näyte irrotetaan ottimesta ja pakataan pussiin tai ämpäriin, havaitut maakerrosrajat (esim. kaksi maakerrosta, Hk ja Si) tulee kirjata kenttäpöytäkirjaan ja mieluiten dokumentoida myös valokuvan avulla. Tämän jälkeen eri maakerroksia edustavat näyteosuudet pakataan erikseen, jotta maakerrosten rakeisuudet pystytään määrittämään laboratorioissa (kategorian D edellytys). Mikäli näytteenottosyvyydellä on vain yhden maakerroksen maa-ainesta (esim. vain Hk), koko näyte (tai siitä edustava osanäyte) voidaan pakata yhteen pussiin tai ämpäriin.

Toteutunutta näytteenottokategoriaa tulee arvioida näytteenoton yhteydessä. Mikäli näytteenottokategoriaa toteutuu ohjelmoitua alhaisempana, näytteenotto tehdään tarvittaessa uudestaan rinnakkaisesta pisteestä, mahdollisesti eri näytteenottomenetelmällä. Eri näytteenottimien kuvauksissa on mainittu seikkoja, joihin on syytä kiinnittää huomiota.

Lisäksi jotkut tutkimukset ovat sellaisia, että niihin kuuluu myös kenttäkokeet: happamuustason eli pH:n tarkka määrittäminen monesti edellyttää varmistusmittauksia kentällä välittömästi näytteenoton jälkeen.

5.5 Näytteenottomenetelmän valinta

Taulukkoon 4 on koottu esimerkkejä eri maalajeille soveltuvista näytteenottomenetelmistä kussakin näytteenottokategoriassa (pois lukien E). Näytteenottomenetelmän valinnassa tulee huomioida tutkittavan maakerroksen ominaisuudet ja näytteenottosyvyys sekä se, otetaanko näyte pohja-/orsivedenpinnan ala- vai yläpuolelta. Yhden tutkimuspisteen näytteenotto edellyttääkin yleensä useamman eri näytteenottimen käyttöä. Tutkittavaan maakerrokseen soveltuva näytteenotin tulee valita ottaen huomioon näytteenotto-olosuhteet, näytteenottokategoria ja näytteenottimen erityispiirteet: kattava kuvaus eri näytteenottimien ominaisuuksista ja näytteenottokategorioista löytyy luvusta 6. (Kallionäytteenoton menetelmät on käsitelty erikseen luvussa 9).

Taulukko 4. Esimerkkejä soveltuvista näytteenottomenetelmistä eri maaperäolosuhteissa (katso luku 6).

Maalaji (vallitseva)	Soveltumisen arvioimisessa huomioitava	A	B	C	D
Kuivakuori-savi	Jäykkyys Lujuus	Blokki-näyte ^{a)}	Blokki-näyte ^{a)}	Kierrekaira, Koekuoppa ^{b)} , Putkiotin näyteputkella, Ikkunaotin, (Putkiotin)	Kierrekaira, Koekuoppa ^{b)} , Putkiotin
Savi	Jäykkyys Lujuus Sensitiivisyys Plastisuus	STI/STII/ Geonor, Blokki-näyte ^{a)}	STI/STII/ Geonor, Blokki-näyte ^{a)}	Suokaira, Putkiotin näyteputkella, Pienoismäntäotin, Koekuoppa ^{b)} , Kannuotin, (Kierrekaira) (Putkiotin) (Läpivirtausnäytteenotin)	Suokaira, Putkiotin, Kierrekaira, Läpivirtausnäytteenotin
Siltti (rakeinen)	Jäykkyys Lujuus Sensitiivisyys Plastisuus Pohja-/orsivedenpinta	Blokki-näyte ^{a)}	Blokki-näyte ^{a)}	STI/STII/Geonor, Suokaira, Putkiotin näyteputkella, Koekuoppa ^{b)} , (Kierrekaira) (Pienoismäntäotin) (Putkiotin) (Läpivirtausnäytteenotin)	Suokaira, Putkiotin, Pienoismäntäotin, Kannuotin, Kierrekaira, Läpivirtausnäytteenotin, Ikkunaotin
Hiekka	Rakeisuus Tiiviys Pohja-/orsivedenpinta	^{c)}	Blokki-näyte ^{a)}	Putkiotin näyteputkella, Suokaira, Koekuoppa ^{b)} , (Kierrekaira)	Suokaira, Putkiotin, Kannuotin, Pienoismäntäotin, Koekuoppa ^{b)} , Ikkunaotin, (Kierrekaira)
Sora	Rakeisuus Tiiviys Pohja-/orsivedenpinta	^{c)}	^{c)}	(Koekuoppa ^{b)}) (Suokaira)	Putkiotin näyteputkella, Koekuoppa ^{b)} (Suokaira) (Putkiotin) (Ikkunaotin)
Moreenit	Rakeisuus Tiiviys Pohja-/orsivedenpinta	^{c)}	(Blokki-näyte ^{a)})	Putkiotin näyteputkella, Koekuoppa ^{b)}	Putkiotin, Ikkunaotin, Koekuoppa ^{b)}
Turve	Maatumisaste	(Blokki-näyte ^{a)})	(Blokki-näyte ^{a)})	Koekuoppa ^{b)} (Suokaira) (Kierrekaira)	Koekuoppa ^{b)} Suokaira (Kierrekaira)
Täyttö	Rakeisuus Tiiviys Pohja-/orsivedenpinta	^{c)}	^{c)}	Koekuoppa ^{b)}	Ikkunaotin

^{a)} Blokki-näytteellä tarkoitetaan tässä joko koekuopasta otettua näytettä (luku 6.7.2) tai suuren halkaisijan blokki-erikoisnäytteenottimia (luku 6.10.3)

^{b)} Koekuopalla tarkoitetaan näytteenottoa koekuopan kaivuuliskasta suljettavaan astiaan (luku 6.7.1).

^{c)} Näytteenottokategorian A–B näytteitä ei yleensä oteta karkearakeisista maalajeista ja moreeneista, sillä lujuus- ja muodonmuutosominaisuudet on tapana määrittää tiiveyden funktiona laboratorioissa sullotuille näytteille.

Yleisesti ottaen voidaan todeta, että saavutettavissa olevaan näytteenottokategoriaan vaikuttaa olennaisesti se, viedäänkö näytteenotin näytteenottosyvyyteen avoimena vaiko "suljettuna" (sekä työputken läpi vai ilman) sekä se, onko näytteenotin avoin/suljettu ylösnoston ajan. Esimerkiksi mäntäottimet (STI/STII/Geonor) ovat molemmissa vaiheissa suljettu-asennossa, kun taas läpivirtausnäytteenotin on auki. Myös maakerrosten järjestys vaikuttaa toteutuneeseen kategoriaan: esimerkiksi näytteenotto tiiviin maakerroksen alapuolisesta pehmeästä maakerroksesta on yleensä haastavaa näytteenottimen tulppaantumisesta johtuen.

Erityisesti maaperän rakeisuus vaikuttaa näytteenottimien soveltuvuuteen karkearakeisissa maalajeissa ja moreeneissa. Esimerkiksi putkiotinta käytettäessä, kun suurin raekoko on $d_{max} \geq 32$ mm, on ottimen halkaisijan oltava ≥ 63 mm: muulloin putkiottimen halkaisijan on oltava $\geq 2 \times d_{max}$. (Liikennevirasto 2015, Liite 9). Kruunulla voidaan läpäistä suuriakin kiviä ja karkearakeisia tiiviitä kerroksia, mutta toisaalta porauskaluston käyttö aiheuttaa herkästi rakeisuuden muutoksia ja lajittumista karkearakesisissä maalajeissa.

5.6 Vaatimukset näytteenottpisteille

Näytteenottpisteiden sijainnit merkitään kohteeseen ennen näytteenottoa ja toteutuneet sijainnit raportoidaan. Kohde tarkistetaan mahdollisten työturvallisuus- ja ympäristöriskien varalta.

Näytteenottokategorioissa A–B näytteenoton tutkimuspiste tulee sijoittaa vähintään 2 m etäisyydelle aiemmista kairaus- ja näytteenottpisteistä. Ilma- tai vesihuutelulla tehtyihin kairauksiin (esim. porakonekairaukset) nähden näytteenottpisteen etäisyys tulee olla vähintään 5 m. Näytteenottpisteen sijoituksessa tulee myös huomioida muu pohjamaahan vaikuttava toiminta, kuten syvästabilointi ja paalutus.

Näytteenottokategorioissa C–E näytteenoton tutkimuspiste tulee sijoittaa vähintään 1–2 m etäisyydelle aiemmista kairaus- ja näytteenottpisteistä.

5.7 Tarvittavat ennakkotiedot ja pohjatutkimusohjelmassa esitettävät asiat

Kohteessa tulee olla vähintään seuraavat ennakkotiedot, esimerkiksi pohjatutkimusohjelman täydentävässä ohjeessa esitettynä, ennen kuin näytteenotto voidaan aloittaa:

- Näytteenoton tarkoitus (näytteestä määritettävät ominaisuudet per näyte/maakerros)
- Näytteenottokategoria: A/B/C/D/E (ja mahdollisesti ehdotus näytteenottomenetelmästä)
- Tieto siitä, jos näytteestä halutaan valokuva
- Kohteen maaperä-, kallio- ja pohjavesiolosuhteet (aikaisempien tutkimusten pohjatutkimusleikkaukset, yms.)
- Ennakkotiedot maanalaisista rakenteista (johdot, putket, vanhat perustukset)
- Ennakkotiedot pilaantuneiden maiden ja happamien sulfaattimaiden esiintymisestä
- Näytteenottpisteen tai koekuopan sijainti
- Näytteenottpisteen tai koekuopat numero
- Suunnitellut näytteenottosyvyydet
- Mahdolliset muut kohteessa tehtävät pohjatutkimukset
- Yhteyshenkilön tiedot
- Näytteen vähimmäismäärä tarvittaessa (ks. myös Liite 6)

Näiden lisäksi saatavilla tulee olla: (1) vaatimukset näytteiden merkinnöille,, käsittelylle, säilytykselle ja kuljetukselle, (2) kairareian tai koekuopan suojaaminen tai täyttö näytteenoton jälkeen, (3) vaatimukset maanmittaukselle, mittaukselle ja -tiheydelle ja kairareian sijainnin toleransseille, (4) ympäristöön ja työturvallisuuteen liittyvät riskit ja järjestelyt hätätilanteiden varalta.

Näytteenottosyvyydet tulee kuvata mahdollisimman yksiselitteisesti. Mikäli näytteen pituutta ei tiedetä (näytepituus on otinkohtainen), voidaan antaa esimerkiksi vain näytteen yläpinnan tai keskikohtan syvyys. Näytteenottosyvyyksien kuvauksessa on syytä huomioida seuraavat termit ja niiden tarkoitukset:

- **Jatkuva näytteenotto** tarkoittaa yleensä sitä, että näytteenotto tehdään kahdesta rinnakkaisesta pisteestä, jotta näytettä saadaan koko syvyyden mitalta (ks. Liite 7).
- **Näytteenotto metreittäin** (tai näytteenoton alku 1 m välein) tarkoittaa sitä, että näytteiden keskikohtien välimatka on 1 m, eli näytteet otetaan tasavälein (määrittelemättä näytepituuksia)
- **Näytteenotto kerroksittain** tarkoittaa sitä, että jokaisesta havaitusta päämaalajikerroksesta otetaan yksi edustava näyte. Pohjatutkimusohjelmassa ilmoitetaan näytteiden enimmäisväli tai vähimmäismäärä.

Lisäksi aina määritellään näytteenoton maksimisyvyys tai syvimmän näytteen maakerros.

5.8 Kohteen ennallistaminen

Näytteenoton jälkeen kohde tulee palauttaa ennalleen eli ennallistaa, eikä kohteeseen saa jäädä turvallisuusriskejä kuten esimerkiksi suojaamattomia koekuoppia. Näytteenotto- tai kairareikä tulee normaalisti täyttää materiaaleilla, joissa on pienempi tai yhtä suuri vedenläpäisevyys kuin ympäröivissä maakerroksissa.

Mahdollisia tilaajan antamia projektikohtaisia ohjeita tulee noudattaa kohteen ennallistamisen osalta (näytteenottoreikien täytöt, päällysteen korjaus, yms.).

5.9 Koekuoppatutkimukset

Koekuoppia käytetään usein maanperän pintakerrosten tutkimiseen joidenkin metrien syvyyteen. Koekuoppia voidaan käyttää myös maaperän makrorakenteen tutkimiseen. Koekuoppatutkimuksia suositetaan etenkin tilanteissa, joissa näytteenottimilla ei saada otettua maanäytteitä (esim. hyvin karkeat täytöt ja väylien rakennekerrokset). Koekuoppatutkimuksen tavoitteena on yleensä saada tarkempi kuva kerrosrakenteesta (maakerrosten järjestys, paksuus, ja koostumus) ja/tai kartoittaa kalliopinnan sijaintia.

Koekuoppatutkimuksella voidaan selvittää maakerroksen kivisyys (Taulukko 5). Kivisyyden arviointiin voidaan käyttää esimerkiksi 200/200 mm silmäkoon teräsverkkoa. Arvio kivisyydestä kirjataan koekuoppatutkimuksen kenttäpöytäkirjaan. Lisäksi kivisyys dokumentoidaan mahdollisuuksien mukaan valokuvin, joissa näkyy selkeästi myös mittanauha- tai tikku.

Taulukko 5. Maakerrosten kivisyys (Korhonen et al. 1974).

Nimitys	Lyhenne	Kivisyys (>60...600 mm)
kivetön	Ki 1	≤ 10 paino-%
kivinen	Ki 2	> 10...30 paino-%
runsaskivinen	Ki 3	> 30 paino-%

Koekuoppatutkimuksen osalta pohjatutkimusohjelmassa esitettävät asiat ovat samat kuin maanäytteenoton osalta (katso luku 5.7). Koekuoppatutkimuksen tarkoitus, eli mitä maaperäolosuhteita halutaan selvittää, tulee ilmetä ennakkotiedoista.

Koekuopan syvyyttä rajoittavat kuopan auki pysyminen ja työturvallisuus. Hyvin pehmeässä maassa vain matalat koekuopat ovat mahdollisia ilman tuentaa. Hyvin vettä läpäisevässä maassa koekuopan

syvyyttä rajoittaa etenkin pohja- tai orsivedenpinnan korkeus (ellei pohjavettä alenneta kaivutason alapuolelle).

Luvussa 8 on määritelty, mitkä asiat vähintään tulee raportoida koekuoppapöytäkirjassa. Malli koekuoppapöytäkirjasta on esitetty Liitteessä 2. Koekuoppatutkimuksen yhteydessä tehtävä maanäytteenotto (näytteenotto koekuopasta) on kuvattu luvussa 6.7.

Ratarakenteen koekuoppatutkimusten suoritusta ja raportointia on kuvattu seikkaperäisesti Väyläviraston (2021a; 2021b) tutkimusohjeissa *Sepelitukikerroksen laadun selvittäminen ja Ratojen routasuojaustarpeen selvittäminen*.

6. NÄYTTEENOTTIMET JA NIIDEN KATEGORIAT

6.1 STI- ja STII-mäntäottimet ja norjalainen mäntäotin

6.1.1 Näytteenottokategoriat ja ominaisuudet

- Näytteenottokategoriat: A–C
- Pääasiallinen käyttö: Hienorakeiset maalajit (savi, siltti)
- Kalusto: Puristus
- Kärki: Terävä leikkuukärki

STI- ja STII-mäntäottimet ja norjalainen Geonor-mäntäotin edustavat ns. ohutseinäisiä mäntänäytteenottimia ("mäntäkaivoja"), joissa on kärkenä ohutreunainen ja terävä leikkuukärki. Näistä mäntäottimista STII on yleisin: näytteenottomenettelmissä näytteenotin viedään aluksi puristamalla haluttuun syvyyteen. Tämän jälkeen STII-ottimen vaippa ja mäntä jäävät paikoilleen, ja tankoja pyöritettäessä leikkuukärki näyteputkineen työntyy ulos ja näyte ajautuu näyteputkien sisään. Mäntäottimeen ei saa jäädä tyhjättilaa, jotta näyte pysy näyteputkissa myös ylösnoston ajan. STI-, STII- ja Geonor-mäntänäytteenottimia käytetään pääasiallisesti savi- ja silttimaissa.

Mäntäottimet puristetaan haluttuun syvyyteen mäntä kiinni, jolloin ottimeen ei pääse sekoittumaan maata ei-tutkitulta syvyydeltä. Työputkea ei siten lähtökohtaisesti tarvita. Poikkeuksena tähän on näytteenotto rakennetun täytön alapuolisista hienorakeisista maakerroksista, jolloin tulee asentaa työputki täytön läpi ja tyhjentää työputki varovaisesti vesi- ja ilmahuuhtelun avulla. Työputken tulee olla halkaisijaltaan riittävän suuri, jotta mäntäotin mahtuu työputken läpi: esimerkiksi STII-mäntäotin edellyttää tavanomaista suuremman työputken (ks. Taulukko 7, jossa esitetty mäntäottimien ulkohalkaisijat). Mikäli huolellisesta vesi- ja ilmahuuhtelusta huolimatta kairareian pohjalle jää tiivis maakerros, josta ei pääse mäntäottimella läpi, voidaan kokeilla tehdä näytteenotto työputkella avatun kairareian läpi (työputki nostettu pois). Kosteassa maaperässä kairareikä pysyy paremmin kasassa. Työputkella tyhjennetään kairareikä, ja viimeisenä otetaan työputkella näytettä ohut kerros, jotta työputki ei tulppaannu ja työnnä maata syvemmälle. Tämän jälkeen mäntäotin viedään kairareian pohjalle näytteenottosyvyyteen. Vaikka kairareikä osittain luhistuisi, mäntäotin saatetaan pystyä puristamaan näytteenottosyvyyteen löyhää osuutta pitkin.

Näytteenottokategorian A–B ohutseinäisten näytteenottimien pinta-alasuhteen C_a on oltava riittävän pieni. Pieni C_a johtaa yleensä vähäisempään savi- tai silttinäytteen häiriintymiseen, minkä vuoksi suurempi näyteputken sisähalkaisija (D_s) auttaa yleensä saavuttamaan paremman näytteen laatuluokan. Halkaisijan D_s on oltava vähintään 50 mm. Toisaalta suuren halkaisijan näytteenotossa maanäytteen pysyminen näyteputkessa edellyttää erityistoimenpiteitä (katso luku 6.10.3.).

STI- ja STII-mäntäottimien sekä norjalaisen Geonor-mäntäottimen näytteenottokategoriat ja muut keskeiset ominaisuuksia on koottu alla oleviin taulukoihin (Taulukko 6 ja Taulukko 7). Tarkempi kuvaus kustakin näytteenottimesta on seuraavissa luvuissa (luvut 6.1.2–6.1.4).

Taulukko 6. STI-, STII- ja Geonor-mäntänäytteenottimien näytteenottokategoriat eri olosuhteissa.

	STII (STI) ($D_s = 50$ mm)		Geonor NGI ($D_s = 54$ mm)	
Maalaji ja olosuhteet	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.

Taulukko 7. STI-, STII- ja Geonor-mäntänäytteenottimien ominaisuuksia.

Nimi	Näytteen koko			Muuta
	Pituus [mm]	D_s [mm]	D_u [mm]	
STI	510 (3 kpl 170 mm pitkiä näyteputkia)	50 ^{a)}	65	
STII	510 (3 kpl 170 mm pitkiä näyteputkia)	50 ^{a)}	75	Siivekkeiden kohdalla $D_u = 85$ mm (neljä siivekettä/lehteä) tai $D_u = 90$ mm (kaksi siivekettä/lehteä)
Geonor K100	700	54	57	Näyteputken kokonaispituus 768 mm
Geonor K200	500–800	54 (, 75, 100)	57	Näyteputken kokonaispituus 585–880 mm

^{a)} STI/II-mäntäottimista on olemassa myös suurempia versioita, joissa näyteputken sisähalkaisija D_s on 54 mm tai 60 mm

6.1.2 STII-mäntäotin

STII-mäntäotin on sylinterimallinen näytteenotin, jossa kärkenä on terävä leikkuukärki (Kuva 2). Näyte otetaan mäntäottimeen puristamalla. Näytteenotto prosessissa mäntäotin viedään puristamalla näytteenottosyvyyteen, minkä jälkeen mäntäottimen leikkuukärjellinen "ulkoputki" puristetaan maahan vakionopeudella tangostoa kiertämällä, jolloin ulkoputken sisällä olevat näyteputket täyttyvät maanäytteestä. Näytteenoton aikana ottimen siivekkeellinen ulkokuori pysyy paikoillaan. Kun näyteputket sekä kärkikappale ja sovituskappaleet on saatu täyteen, nostetaan otin ylös.

Liuskasulkijaa ei käytetä, kun näytteenottokategoria on A tai B. Kategorian C näytteenotossa liuskasulkijaa voi käyttää, jos näyte ei muuten pysy putkessa.

Menetelmässä ei yleensä käytetä työputkea. Näytteenottimen ulkokuoressa sivuilla on siivekkeet, jotka estävät ottimen pyörimistä. Ottimesta on kaksi- ja nelisiivekkeellisiä malleja. STI-näytteenottimeen verrattuna, STII-näytteenottimen leikkuukärki on loivempi ja näytteenotto prosessi on tasalaatuisempi, sillä näyte otetaan näytteenottimeen puristaen vakionopeudella pyöritysmekanismin ansiosta.

STII-näytteenottimesta on saatavilla kokoa, jonka ulkohalkaisija (ilman siivekkeitä) on 75 mm ja sisähalkaisija on 50 mm. Näytteenottimen sisällä on peräkkäin kolme 170 mm pitkää näyteputkea, jolloin näytteen kokonaispituus on 510 mm. Näyteputket tulee olla muovia, lasikuitua tai haponkestävää terästä (rst). Messinkiputkia ei saa käyttää, sillä maanäyte tarttuu säilytyksessä putken seinämiin. Näyteputkien tulpat ovat yleensä kumia.



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

Yleisimmät haasteet näytteenotossa STII-mäntäottimella ovat:

- Sensitiiviset savet ja siltit on haastava saada pysymään näyteputkessa noston ajan. Seurauksena voi olla vajaita putkia ja/tai näytteen venymistä. Näytteet pysyvät putkessa paremmin, kun nostoa ei aloiteta heti näytteen ottamisen jälkeen, ja kun noston aikana pidetään tarvittaessa taukoja (katso Liite 7). Huom: liuskasulkijaa ei käytetä.
- Näyte häiriintyy, jos ottimen terävässä leikkuukärjessä on lovia. Leikkuukärjen kunto tulee tarkistaa ennen jokaista näytteenottoa.
- Saviset liejut (saLj) repeilevät herkästi, ja etenkin kuivuuessaan saLj halkeilee, minkä takia näytteet tulee tutkia mahdollisimman pian näytteenoton jälkeen. Näytteen pitkäaikainen säilytys näyteputkessa voi lisätä halkeilua näytteen ulos työntämisen seurauksena.

6.1.3 STI-mäntäotin

STI-mäntäotin on sylinterimallinen näytteenotin, jossa kärkenä on terävä leikkuukärki. Näyte otetaan puristamalla. Varsinaista ruotsalaista STI-mäntäotinta ei juurikaan ole enää saatavilla. Nimitystä STI käytetään kuitenkin yleisesti ura- ja kuulalukitusmallisista mäntäottimista (Teräskaira, Kuva 3), joten tässä luvussa kuvaillaan kyseiset mäntäottimet.

STI-näytteenottimesta on saatavilla kokoa, jossa näytteenottimen ulkohalkaisija on 65 mm ja näyteputkien sisähalkaisija on 50 mm. Näytteenotto prosessissa näytteenotin viedään (mäntä kiinni) työputken läpi tai ilman työputkea näytteenottosyvyyteen. Tämän jälkeen mäntä kierretään auki, nostetaan, kierretään lukkoon, ja sitten näyte otetaan puristamalla. Ottimesta riippuen mäntä lukitaan joko uralukituksen tai kuulalukituksen avulla. Näyte otetaan "sisäputkeen", jonka sisällä on kolme 170 mm pitkää näyteputkea, jolloin näytteen kokonaispituus on 510 mm (kuten STII-mäntäottimessa). Kun näytteenotin on täynnä näytettä, nostetaan otin ylös. Liuskasulkijaa ei käytetä, kun näytteenottokategoria on A tai B. Kategorian C näytteenotossa liuskasulkijaa voi käyttää, jos näyte ei muuten pysy putkessa.



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/

Yleisimmät haasteet näytteenotossa STI-mäntäottimella ovat samat kuin STII-näytteenottimella (ks. luku 6.1.2). Näiden lisäksi STI-mäntäottimella haasteena ovat:

- Kun näytteenotin on halutulla syvyydellä, mäntä nostetaan ylös (leikkuukärjen pysyessä paikoillaan), ja tällöin ottimen sisään muodostuu alipainetta. Jotta otettava näyte ei tässä vaiheessa häiriinny, tulee mäntä nostaa erittäin hitaasti paineiden tasaantumiseksi (ks. myös seuraava kohta).
- Sen jälkeen kun mäntä on nostettu ylös, mäntä lukittuu, ja otin (leikkuukärki) puristetaan maahan. Näytteenoton aikana ottimen sisällä oleva ilma (sekä mahdollinen vesi) poistuu ottimen yläpäästä pienistä rei'istä. Jos nämä reiät ovat esimerkiksi saven tukkimat, ilma ei pääse poistumaan, ja ottimeen muodostuu ylipainetta, mikä häiritsee savea. Pohjatutkijan tulee varmistaa, että ilma pääsee poistumaan reikien läpi, ja ottimen puristaminen tulee tehdä tarpeeksi hitaasti, jotta ylipainetta ei muodostu.

- Jos ottimen sisään jää ilmaa, näyte on haastava saada pysymään ottimessa ylösnoston aikana. Yllä olevan kohdan lisäksi (ylipaineen välttäminen) tulee otin nostaa ylös hitaasti (ks. Liite 7)

6.1.4 Norjalainen mäntäotin (Geonor)

Geonorin valmistamat "norjalaistyyppiset" K-100 ja K-200 -mäntäottimet (Kuva 4) ovat toimintaperiaatteeltaan identtisiä sylinterimallisia näytteenottimia, joissa kärkenä on terävä leikkuukärki, mutta niiden välillä on kokoeroja. Norjalaisella näytteenottimella näyte otetaan puristamalla. Näytteenottoprosessissa mäntäotin viedään työputken läpi tai ilman työputkea näytteenottosyvyyteen, minkä jälkeen mäntä kierretään auki, nostetaan, ja näyte otetaan puristamalla näyteputkeen. Kun näyteputki on saatu täyteen, nostetaan otin ylös. Liuskasulkijaa ei käytetä, kun näytteenottokategoria on A tai B. Kategorian C näytteenotossa liuskasulkijaa voi käyttää, jos näyte ei muuten pysy putkessa.

Geonor-näytteenottimessa on ohutseinäinen näyteputki, jonka terävä leikkuukärki (putken pään viistetyt reunat) vaurioituu herkästi, jos näytteenotin puristetaan karkearakeiseen maahan. Tästä syystä näytteenottomenetelmää saa käyttää vain hienorakeisissa maalajeissa, ja myös silloin leikkuukärjen kunto tulee tarkistaa jokaisen näytteen noston jälkeen. Jos leikkuukärki on vaurioitunut näytteenoton aikana, siitä tulee kirjata merkintä kenttäpöytäkirjaan.

K-100 -ottimessa näyteputki on komposiittia, ja näyteputkea suojaa teräksinen sylinteri. Näyteputken sisähalkaisija on 54 mm ja näytteen pituus on 700 mm. K-200 -ottimessa näyteputki on terästä, ja näyteputkea valmistetaan kolmella eri sisähalkaisijalla, 54, 75 ja 100 mm, ja näytteen pituus vaihtelee välillä 500–800 mm. Sisähalkaisijan $\varnothing 54$ mm näyteputkien ulkohalkaisija on $D_u = 57$ mm.



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

Yleisimmät haasteet näytteenotossa norjalaisella mäntäottimella ovat:

- Metallinen näyteputki vaurioituu herkästi esim. osuessa kiviin. Näyte häiriintyy, jos näyteputkessa on painaumuksia tai leikkuukärjessä lovia.
- Maan häiriintyminen näytteenottimen alapuolisissa maakerroksissa. Peräkkäisten näytteenottosyvyyksien väliin tulee jättää vähintään 0,2 m väli, jotta vältetään häiriintyneen maan ottaminen näyteputkeen.
- Sensitiiviset savet ja siltit ovat haastavia saada pysymään näyteputkessa noston ajan, joten varovainen nosto on tarpeen (kuten STI/II tapauksessa, ks. luku 6.1.2)

6.2 Suokaira

- Näytteenottokategoriat: C–D
- Pääasiallinen käyttö: Eloperäiset maalajit (turve, lieju) ja hienorakeiset maalajit (savi, siltti)
- Kalusto: Puristus, täry, käsin
- Kärki: Halkaistun kartion muotoinen kärki ja metallinen läppä

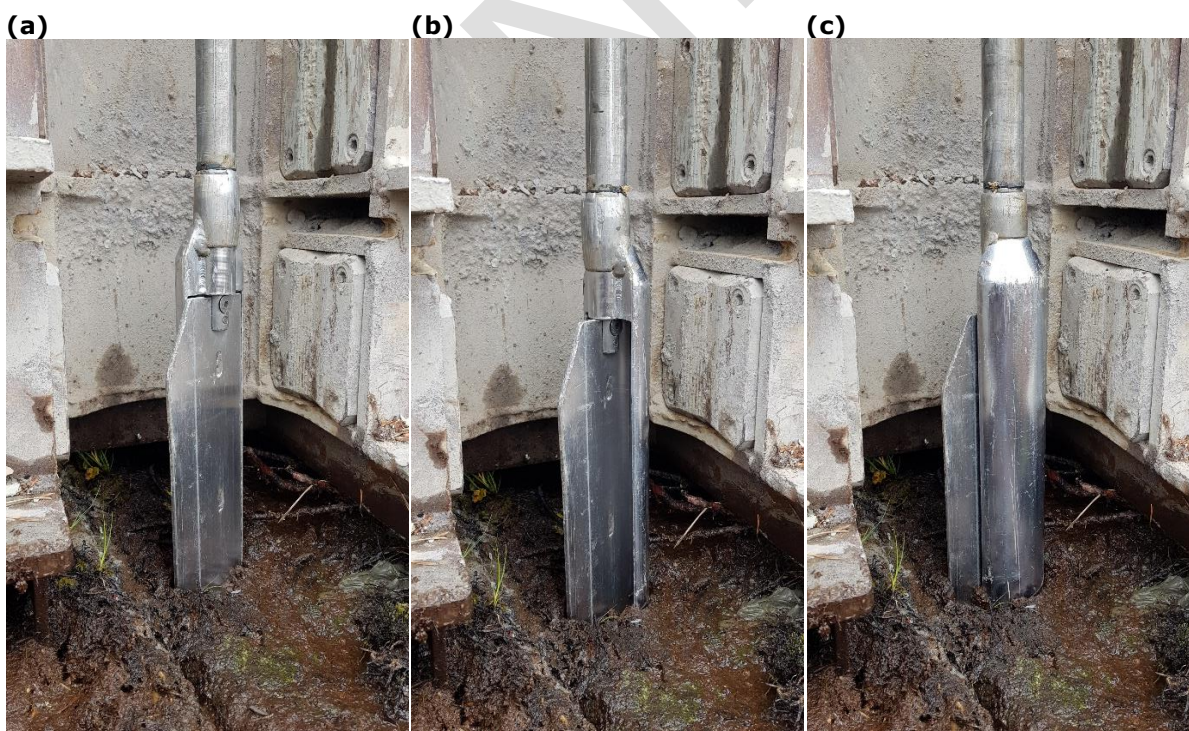
Suokaira (myös "turvekaira", "laippakaira" ja "hilleri") on alla olevan kuvan mukainen näytteenotin, jonka päässä on halkaistun kartion muotoinen kärki (Kuva 5). Monet suokairamallit on tarkoitettu

näytteenottoon käsivoimin. Suokaira viedään (läppä kiinni) näytesyvyyteen puristamalla tai täryttämällä. Tämän jälkeen näyte otetaan kiertämällä puoli kierrosta otinta läpän ympäri (Kuva 6), minkä jälkeen otin nostetaan ylös. Suokaira soveltuu erityisesti eloperäisten ja hienorakeisten maanäytteiden ottoon, mutta sitä voidaan käyttää myös mm. löyhässä hienohiekassa.

Ylösnoston jälkeen näytteenotin voidaan avata läppää kääntämällä ja näytteen kerroksellisuus dokumentoida (esim. valokuvin). Esimerkkejä valokuvatuista näytteistä on Liitteessä 4.



Kuva 5. Suokaira-näytteenotin (yläpuolella 40 mm ja alapuolella 60 mm suokaira). /1/



Kuva 6. Näytteenotto kiertämällä suokairaa läpän pysyessä likimain paikoillaan: (a) otin auki, (b) otin sulkeutumassa, ja (c) otin suljettu. /1/

Suokairan näytteenottokategoriat sekä mittoja on kuvattu alla olevissa taulukoissa (Taulukko 8 ja Taulukko 9).

Taulukko 8. Suokairan näytteenottokategoriat eri olosuhteissa.

	Suokaira 60 mm		Suokaira 40 mm	
Maalaji ja olosuhteet	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.

Taulukko 9. Suokairan ominaisuuksia.

Nimi	Näytteen koko			Muuta
	Pituus [mm]	D_s [mm]	D_u [mm]	
Suokaira 60 mm	500, 1000	60	95	Kärki on halkaistu kartio, ja näyte on muodoltaan halkaistu sylinteri
Suokaira 40 mm	500	40	65	

6.3 Kierrekaira

- Näytteenottokategoriat: C–E
- Pääasiallinen käyttö: Hienorakeiset maalajit (savi, siltti), erityisesti kuivakuorisavi
- Kalusto: Pyöritys
- Kärki: Kierrekairan kärki ja lavat

Kierrekaira on näytteenottomenetelmä, jossa otin kierretään tutkittavaan maakerrokseen (Kuva 7). Kun näyte on otettu kiertämällä, nostetaan kierrekaira maasta näytettä varisuttamatta, ja ottimesta irrotettu näyte laitetaan esimerkiksi muovipussiin.



Kuva 7. Kierrekairoja. /1/

Kierrekaira soveltuu lähinnä pintamaiden näytteenottoon, korkeintaan n. 2–3 metrin syvyyteen. Kierrekairalla voidaan hienorakeisissa maalajeissa (lähinnä kuivakuorisavi) lähellä maanpintaa ja pohjavedenpinnan yläpuolella saavuttaa parhaimmillaan näytteenottokategoria C (ks. Taulukko 10). Kierrekaira tulee puhdistaa huolellisesti ennen käyttöä, ja näyte tulee kuoria huolellisesti ottimen ylösnoston jälkeen. Kierrekairaa käytettäessä on nimittäin suuri riski, että näytettä ylös nostettaessa sen pintaan sekoittuu ylempien kerrosten maata. Tällöin esimerkiksi syvemmän savinäytteen pinnasta, ennen sen poistamista kierrekairasta, pitää ”kuoria” pintaosa pois siten, että jäljelle jäävä näyte sisältää vain savea tutkitulta syvyydeltä.

Mikäli kierrekairalla otetaan näytettä syvemältä, voidaan työputkea käyttämällä saavuttaa näytteenottokategoria D. Hyvin karkearakeisissa maalajeissa kuten sorassa osa näytteestä varisee herkästi irti kierrekairasta, minkä vuoksi tällöin (syvyydestä riippumatta) voidaan saavuttaa vain näytteenottokategoria E.

Taulukko 10. Kierrekairan näytteenottokategoriat eri olosuhteissa korkeintaan n. 2–3 metrin syvyyteen.

	Kierrekaira ($D_u = 60$ 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 $D_u \geq 60$ mm, kun otettava näyte edustaa karkearakeista maalajia tai täyttöä.

Kierrekairaa on saatavilla useaa eri kokoa, ja ulkohalkaisija D_u on yleensä 60 mm tai 80 mm. Kierrekairoja on myös 35 mm ja 45 mm (käsikalusto) sekä 70 mm ulkohalkaisijalla. Samoin kierrekairan pituus vaihtelee (esim. 200 mm tai 800 mm). Kierrekairalla ($D_u = 60\text{...}80$ mm) voidaan yleensä saada noin 1 litra maanäytettä. Pienen halkaisijan kierrekairoilla voidaan ottaa näytettä vain hienorakeisista maalajeista.

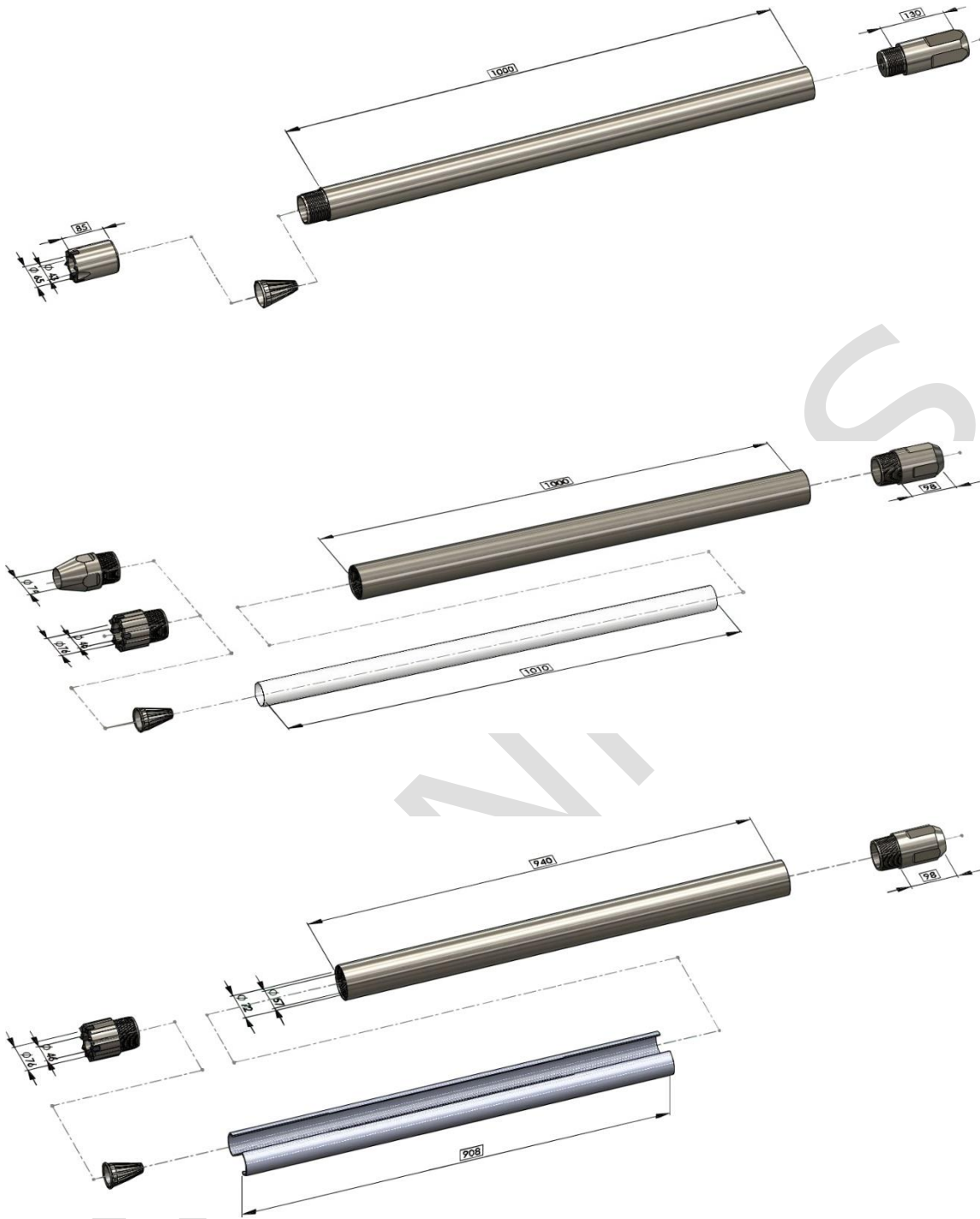
Yleisin haaste näytteenotossa kierrekairalla on:

- Näyte sekoittuu ottimeen jäävään maa-ainekseen ei-tutkittavalta syvyydeltä. Työputken käyttö ja näytteen huolellinen kuoriminen pienentävät riskiä.

6.4 Putkiotin

- Näytteenottokategoriat: C–E
- Pääasiallinen käyttö: Hieno- ja karkearakeiset maalajit, löyhät moreenit
- Kalusto: Porauskalusto
- Kärki: Kovametalliterä tai maakenkä

Putkiotin (myös ”avoin putkikaira”) on sylinterimallinen näytteenotin, jonka näytteenottoteränä on kovametalliterä tai maakenkä (Kuva 8). Näyte otetaan iskemällä ja/tai puristamalla ja kiertämällä putkiotinta. Putkiottimen kanssa voidaan käyttää liuskasulkijaa.



Kuva 8 . Putkiotin Ø63/50 (ylin), Putkiotin Ø76/43 muovisella näyteputkella (keskellä) ja Ø72/47 Mulvaden maanäytteenotin halkaistavalla sydänputkella (alin). /4/

Mikäli halutaan päästä mahdollisimman korkeaan laatuluokkaan, käytetään työputkea (työputkea). Tämä koskee etenkin näytteenottoa vettäläpäisevien kerrosten alapuolisista maakerroksista. Työputki ajetaan lähelle näytteenottosyvyyttä, minkä jälkeen työputki tyhjenetään ilmahuuhtelulla. Karkearakeisissa maissa voidaan tarvittaessa käyttää ensin vesihuuhtelua, ja vasta sitten tyhjentää työputki ilmahuuhtelulla. Kun työputki on tyhjennetty, ajetaan putkiotin ilmahuuhtelua käyttäen näytteenottosyvyyteen, josta jatketaan puristaen ja tarvittaessa iskemällä ja/tai pyörittäen otin näytteenottosyvyyteen saakka. Juuri näytteen ottamisen alussa ilmahuuhtelu katkaistaan ja paine päästetään välittömästi pois tankolinjasta.

Jos ei käytetä työputkea, putkiotin viedään näytteenottosyvyyteen ilmahuuhtelua käyttäen, ja huuhtelu katkaistaan ennen kuin näyte otetaan.

Mikäli näytteenotossa käytetään muovista (akryyli) näyteputkea tai halkaistavaa näyteputkea (Mulvaden), on mahdollista päästä luokkaan C. Tällöin on mahdollista arvioida näytteenoton onnistumista ja maaperäolosuhteita sekä dokumentoida näytteen kerrosrajat. Mikäli näytteen laatu arvioidaan heikoksi (eli ei esim. täytä näytteenottokategorian C kriteerejä), voidaan näytteenotto tehdä uudestaan rinnakkaisesta pisteestä (tarvittaessa eri näytteenottomenetelmällä).

Kun käytössä on muovinen tai halkaistava näyteputki, voidaan karkearakeisissa maalajeissa ja moreeneissa arvioida toteutunutta näytteenottokategoriaa seuraavasti:

- Näytteen alapäässä näkyy enemmän vettä. Tämä voi viitata siihen, että osa luonnontilaisen maakerroksen vedestä on valunut pois näytteenoton aikana, jolloin näytteenottokategoria on korkeintaan D
- Näytteen alapäässä on enemmän hienoainesta. Tämä voi viitata siihen, että osa luonnontilaisen maakerroksen hienoaineksesta on huuhtoutunut pois, jolloin näytteenottokategoria on E
- Jos on jouduttu iskemään (vasaroimaan) näytteenoton aikana, näyte voi lajittua putkessa ja vesi pakkautua päällimmäiseksi

Näytteenottokategoriassa D tulee pystyä erottamaan maakerrosrajat. Mikäli käytössä on tavanomainen putkiotin, näytteen näkee vasta sen jälkeen, kun se on työnnetty ulos ottimesta. Karkearakeiset maanäytteet eivät pysy yhtenäisenä, joten mahdolliset eri maakerrokset sekoittuvat samaksi kokoomanäytteeksi. Näin ollen kategorian D vaatimukset toteutuvat putkiottimissa ilman näyteputkea käytännössä vain silloin, jos näytteenottosyvyydessä on vain yhtä (verrattain homogeenista) maakerrosta. Maakerroksen homogeenisuus voidaan todeta kairauksien ja/tai vierekkäisten näytteenottosyvyyksien perusteella.

Putkiottimen näytteenottokategoriat on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 11). Putkiotinta käytettäessä kun suurin raekoko on $d_{\max} \geq 32$ mm, on ottimen halkaisijan oltava ≥ 63 mm. Muulloin näytteenottimen halkaisijan on oltava $\geq 2 \times d_{\max}$. Putkiotinta on saatavilla monessa eri koossa (katso Taulukko 12).

Putkiotinta vastaavaa näytteenotinta edustaa myös maaputken tai työputken käyttö näytteenottimena. Maanäytteitä voidaan siis ottaa samalla, kun tehdään kairareikää esim. kategorian A–B näytteenottoa varten. Työputki on päästään avoin, joten saavutettavissa oleva näytteenottokategoria on yleensä D–E.

Taulukko 11. Putkiottimen näytteenottokategoriat eri olosuhteissa (liuskasulkijaa käytetään tarvittaessa).

	Putkiotin Ø63/50		Putkiotin Ø76/43 (muoviputkella) tai Mulvaden Ø72/47	
Maalaji ja olosuhteet	Kategoria	Huom.	Kategoria	Huom.
Savi ^{a)}	D (C)	C, jos reikä pysyy kuivana ja näyte pysyy yhtenäisenä	C	
Siltti ^{b)}	D (C)	C, jos reikä pysyy kuivana ja näyte pysyy yhtenäisenä	C	
Hiekka – pv yp	D	E, jos hyvin löyhä	C	E, jos hyvin löyhä
Hiekka – pv ap	D	E, jos hyvin löyhä	D (C)	C suotuisissa olosuhteissa E, jos hyvin löyhä
Sora – löyhä, pv yp	E (D)	D, jos homogeeninen maakerros d>32 mm ja Ki arvioitava	D	d>32 mm ja Ki arvioitava
Sora – tiivis, pv yp	E (D)	D, jos homogeeninen maakerros d>32 mm ja Ki arvioitava	D	d>32 mm ja Ki arvioitava
Sora – pv ap	E	d>32 mm ja Ki arvioitava D, jos työputki	E	d>32 mm ja Ki arvioitava D, jos työputki
Moreenit – löyhä	D	d>32 mm ja Ki arvioitava	C	d>32 mm ja Ki arvioitava
Moreenit – tiivis	D	d>32 mm ja Ki arvioitava	C	d>32 mm ja Ki arvioitava
saLj, silj	D (C)	C, jos reikä pysyy kuivana	C	
Turve	E		E	
Täyttö	E	Ki, Lo arvioitava	E	Ki, Lo arvioitava

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

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

Taulukko 12. Putkiottimien ominaisuuksia (kärkenä maakenkä tai kovametalliterä).

Nimi	Näytteen koko ^{a)}		Kärjen mitat			Muuta
	Pituus [mm]	D_s [mm]	D_u [mm]	$D_{s,k}$ [mm]	$D_{u,k}$ [mm]	
Putkiotin Ø63/50	3000, 2000, 1500, 100, 700, 500	50	63	43 (kovametalliterä) 48 (maakenkä)	65	Ei erillistä näyteputkea
Putkiotin Ø76/43 muoviputkella	1000	43	76	43 (kovametalliterä)	76	Näyte otetaan muoviputkeen (liuskasulkijaa käyttäen)
Mulvaden Ø72/47	1000	47	72	46 (kovametalliterä)	76	Näyte otetaan halkaistuun näyteputkeen

^{a)} Muitakin kokoja on saatavilla, esimerkiksi ($\emptyset D_u/D_s$): putkiotin Ø66/43; putkiotin Ø72/50; putkiotin Ø76/43; suljettava putkinäytteenotin Ø50/32; Mulvaden Ø90/68; ja Mulvaden Ø99/76.

Yleisimmät haasteet näytteenotossa putkiottimella ovat:

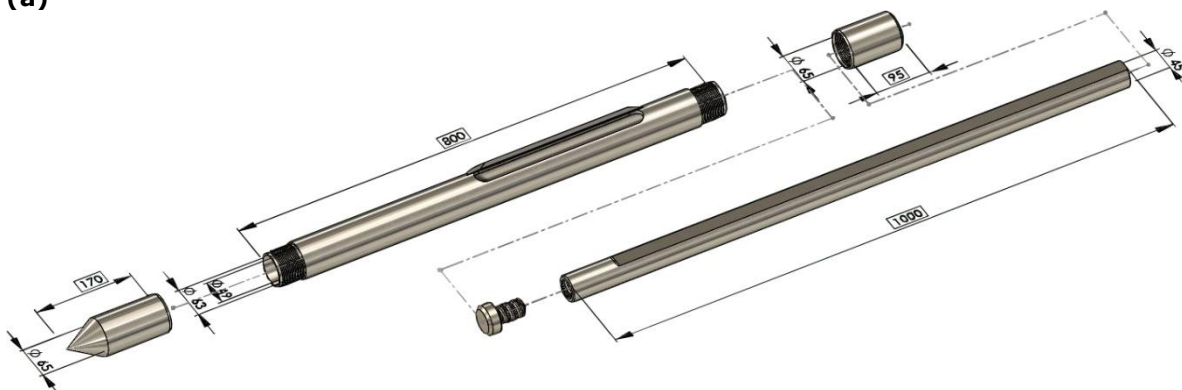
- Edustavien näytteiden ottaminen vettäläpäisevien maakerrosten alta on haastavaa: työputken käyttö auttaa saavuttamaan ylemmän näytteenottokategorian
- Kiviset maat ja hyvin tiiviit maakerrokset aiheuttavat tulppaantumista, mikä alentaa näytteenottokategoriaa
- Epävarmuustekijänä maan lajittuminen lyönnin vaikutuksesta täyttäessä ja tyhjentäessä
- Näytteenoton onnistumista ei voida arvioida, jos ei käytetä muovista näyteputkea tai halkaistavaa näyteputkea
- Näytteen pysyminen putkessa. Liuskasulkijaa käytetään tarvittaessa.

6.5 Kannuotin

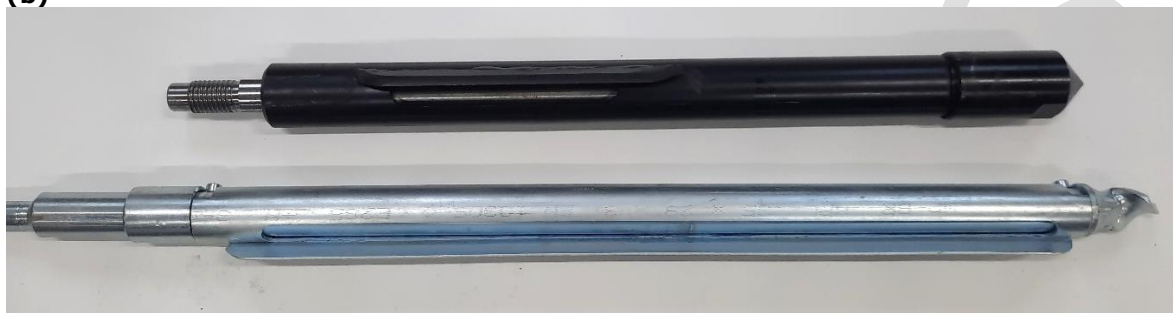
- Näytteenottokategoriat: C–E
- Pääasiallinen käyttö: Hiekka ja hienorakeiset maalajit
- Kalusto: Puristus, täry
- Kärki: Kärkikartio (teräksinen mäntä) ja lehti putken sivulla

Kannuotin (myös "kannukaira" ja "sivulta täyttyvä mäntänäytteenotin") on sylinterimallinen näytteenotin, jonka näytteenottopäässä on teräskärki ja ottimen sivulla on "lehti" (Kuva 9). Näyte otetaan kiertämällä kannuotinta näytteenottosyvyydellä. Näytteenotto prosessissa suljettu kannuotin viedään ilman työputkea tai työputken läpi näytteenottosyvyyteen, ja kannukairaa painettaessa maahan on suositeltavaa kiertää kannuotinta hieman kannun sulkusuuntaan, jotta kannu ei pääse aukeamaan (mikäli kannuottimessa on sulkumeکانismi). Näytteenottosyvyydellä näyte otetaan kannuotinta kiertämällä siten, että ottimesta ulkoneva lehti ohjaa maata kannun sisään. Kun näyte on otettu, kannuotin nostetaan ylös. Näytteenotinta ylös nostettaessa näytteen pinta on paljaana, joten näytteeseen voi sekoittua näytettä ei-tutkittavalta syvyydeltä. Hienorakeiset maanäytteet tulee tarvittaessa "kuoria".

(a)



(b)



Kuva 9. Erilaisia kannuottimia: (a) kannuotin kokoa $\varnothing 65/49$ (/4/) ja (b) "mäntälusikkakärki $\varnothing 37/25$ "-kannuotin, yläpuolella, sekä "kannukärki 500 mm"-kannuotin, alapuolella (/2/).

Joissakin kannuotinmalleissa on sulkumekanismi, mikä mahdollistaa kannun sulkemisen näytteen ottamisen jälkeen (Kuva 10). Suljettavan kannuottimen vahvuutena on se, että mikäli sulkumekanismi toimii suunnitellusti, näytteeseen ei pääse sekoittumaan maata ei-tutkitulta syvyydeltä. Tällainen suljettava kannuotin soveltuu erityisen hyvin pehmeisiin pohjasedimentteihin (ks Luku 6.10.2), minkä vuoksi siitä käytetään myös nimeä "sedimenttinäytteenotin".



Kuva 10. Suljettava kannuotin $\varnothing 48/32$ eli "sedimenttinäytteenotin". /5/

Kannuottimen näytteenottokategoriat ja yleisimmät mitat on esitetty alla olevissa taulukoissa (Taulukko 13 ja Taulukko 14). Kannuotinta käytetään pääasiassa löyhissä hiekoissa.

Taulukko 13. Kannuottimen näytteenottokategoriat eri olosuhteissa.

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.

Taulukko 14. Kannuottimen (sivulta täyttyvän mäntänäytteenottimen) ominaisuuksia.

Nimi	Näytteen koko ^{a)}			Muuta
	Pituus [mm]	D_s [mm]	D_u [mm]	
Terrateam, Ø65/49	700	49	65	
Teräskairan kannukaira	330, 440 tai 530	28 tai 34	36 tai 48 (+ lehti)	Kärkikartion $D_{u,k} = 40$ mm tai 50 mm

^{a)} Muitakin kokoja on saatavilla, esimerkiksi ($\emptyset D_u/D_s$): Ø17/12; Ø34/26; Ø37/25; Ø40/28; Ø48/32; Ø57/39; Ø72/43.

Yleisimmät haasteet näytteenotossa kannuottimella ovat:

- Näyte voi sekoittua ottimeen jääneeseen maa-ainekseen ei-tutkittavalta syvyydeltä (myös ylösnoston aikana). Etenkin turve tarttuu herkästi näytteenottimeen lehteen, kun kannuotin puristetaan turvekerroksen läpi näytteenottosyvyyteen. Kannuotin tulee puhdistaa huolellisesti ja sen mekanismin toimivuus tarkistaa ennen kannuottimen painamista maahan. Samoin työputken käyttö vähentää sekoittumisen riskiä. Sekoittumisen riski on hyvin pieni myös silloin, kun käytetään suljettavaa kannuotinta.
- Joidenkin kannuottimien tapauksessa pieni näytemäärä voi rajoittaa ottimen soveltuvuutta
- Kevyt kalusto ei yleensä riitä puristamaan kannuotinta hiekkaan

6.6 Pienoismäntäotin ja heijarikairan näytteenotin

- Näytteenottokategoriat: C–D
- Pääasiallinen käyttö: Hienorakeiset maalajit (savi, siltti)
- Kalusto: Puristus (tai heijari, jos heijarikairan näytteenotin)
- Kärki: Leikkuukärki tai maakenkä

Pienoismäntäotin (myös ”pienoismäntäkaira”, ”pmk”) on sylinterimallinen näytteenotin, jossa näytteenottoteränä on leikkuukärki tai maakenkä (Kuva 11). Menetelmässä näyte otetaan puristamalla. Näytteenotto-prosessissa näytteenotin viedään aluksi työputken läpi tai ilman työputkea näytteenottosyvyyteen. Tämän jälkeen mäntä avataan, nostetaan, lukitaan kiertämällä

neljänneskierros, ja sitten näyte otetaan puristamalla putkeen. Koon $\text{Ø}34/26$ ($\text{Ø}D_u/D_s$) pienoismäntäottimessa käytetään 150 mm pitkää messinki- tai kuparinäyteputkea (Kuva 11). Liuskasulkijaa ei ole.

Heijarikairan näytteenotin (Kuva 12) on mäntäotintyyppinen sylinterimallinen siivekkeillä varustettu otin, jonka päässä on leikkuukärki tai maakenkä. Heijarikairan näytteenottimessa on STII-ottimen kaltainen mekanismi kierrolla, mutta toisin kuin STII, heijarikairan näytteenotin puristetaan kokonaisuudessaan maahan (tankoja kiertämällä) kun näyte otetaan (STII-ottimen tapauksessa ns. ulkoputki työntyy ulos, kun näytteenottimen ulkokuori pysyy paikallaan). Liuskasulkijaa ei ole.

Pienoismäntäotin ja heijarikairan näytteenotin edustavat mäntäottimia, eli ne viedään suljettuina näytteenottosyvyyteen. Näyte saadaan siis otettua tunnetulta syvyydeltä, ja näytteeseen ei juurikaan pääse sekoittumaan maata ei-tutkittavalta syvyydeltä otettaessa näyte ilman työputkea.



Kuva 11 Pienoismäntäottimen kuparinen näyteputki 150 mm (ylin), pienoismäntäotin $\text{Ø}34/26$ (keskellä) ja pienoismäntäotin $\text{Ø}35/29$ (alin). /1/



Kuva 12. Heijarikairan näytteenotin. /1/

Pienoismäntäottimen ja heijarikairan näytteenottimen näytteenottokategoriat ja yleisimmät mitat on esitetty alla olevissa taulukoissa (Taulukko 15 ja Taulukko 16). Näyteputkella varustettuja mäntäottimia käytettäessä näytteenottimen halkaisijan on oltava vähintään $3d_{max}$, missä d_{max} on suurin raekoko. Pienoismäntäotin ja heijarikairan näytteenotin ovat sisämitoiltaan yleensä niin pieniä, että näytteenotto karkearakeisista maalajeista ei ole mielekäästä.

Taulukko 15. Pienoismäntäottimen ja heijarikairan näytteenottimen kategoriat eri olosuhteissa.

	Pienoismäntä- otin		Heijarikairan näytteenotin	
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.

Taulukko 16. Pienoismäntäottimen ja heijarikairan näytteenottimen ominaisuuksia (kärkenä maakenkä tai leikkuukärki).

Nimi	Näytteen koko ^{a)}			Kärjen (maakengän) mitat		Muuta
	Näyteputken pituus [mm]	D_s [mm]	D_u [mm]	$D_{s,k}$ [mm]	$D_{u,k}$ [mm]	
Pienoismäntäotin Ø34/26	150	26	34	26	40	Näyteputki messinkiä tai kuparia.
Heijarikairan näytteenotin Ø52/32	300	32	52 (+ siivekkeet)	32	50	
Heijarikairan näytteenotin Ø56/39	300	39	56 (+ siivekkeet)	39	60	

^{a)} Pienoismäntäotinta on saatavilla myös muun kokoisena, esimerkiksi ($\emptyset D_u/D_s$): Ø35/29; 48/32; Ø57/40.

Yleisimmät haasteet näytteenotossa pienoismäntäottimella ja heijarikairan näytteenottimella ovat:

- Etenkin suuren vesipitoisuuden hiekka ja siltti voivat olla haastava saada pysymään ottimen sisällä ylösnoston ajan (liuskasulkija ei kuulu ottimen varustukseen).
- Pienoismäntäottimen käyttöä voi rajoittaa pieni näytekoko
- Männän avausmekanismien toimivuus (etenkin heijarikairan näytteenottimella). Ottimien huolellinen puhdistus näytteenoton jälkeen ja säännöllinen huolto ehkäisevät mekaniismin jumitumista

6.7 Koekuoppa

6.7.1 Näytteenotto suljettavaan astiaan

- Näytteenottokategoriat: C–D
- Pääasiallinen käyttö: Hieno- ja karkearakeiset maalajit
- Kalusto: käsin

- Kärki: Ei ole / lapio tai kauha

Osana koekuoppatutkimusta kaivetusta koekuopasta otetaan aina näytteitä suljettavaan astiaan (esim. ämpäri tai myös PVC-putki) tai suljettavaan pussiin. Yleensä näytteet otetaan kuopan kaivuluiskasta lapiolla irrottaen maasta. Jos maapohja on homogeeninen, maata irrotetaan yhdellä kertaa koko näytteenottosyvyyttä vastaavalta korkeudelta. Kerroksellisesta maasta näytteet otetaan kerroksittain. Jos eri kerroksista joudutaan ottamaan yhteinen näyte (esim. kun ohuempia maakerroksia on runsaasti), tästä on tehtävä aina merkintä näytteenottopöytäkirjaan ja näytteen nimilappuun.

Koekuopasta määritetään myös maalajin kivi- ja lohkarepitoisuus (katso luku 5.4), jotka voidaan tällä tavalla määrittää huomattavasti luotettavammin kuin kairausten ja maanpinnalta tehtyjen havaintojen perusteella.

Alla olevassa taulukossa on esitetty näytteenottokategoriat, kun maanäyte otetaan koekuopasta suljettavaan astiaan (Taulukko 17). Näytteenottokategoria C voidaan saavuttaa lähinnä hienorakeisissa maissa, kun näyte otetaan suoraan maakerroksesta ja pakataan tiiviisti suljettuun ämpäriin tai kannelliseen näyteastiaan, joka estää kosteuden poistumisen. Mikäli kaivuluiskasta alas varisutetusta maasta otetaan näyte pussiin, voidaan saavuttaa korkeintaan näytteenottokategoria D (E, jos maakerrokset pääsevät sekoittumaan).

Taulukko 17. Näytteenotto koekuopasta suljettavaan astiaan: näytteenottokategoriat eri olosuhteissa.

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).

Yleisin haaste näytteenotossa koekuopasta suljettavaan astiaan on:

- Tilanpuute voi hankaloittaa kaivannon seinämien vakauden varmistamista

6.7.2 Näytteenotto ohjaussylinterin avulla tai näytesylinteriin muotoilemalla

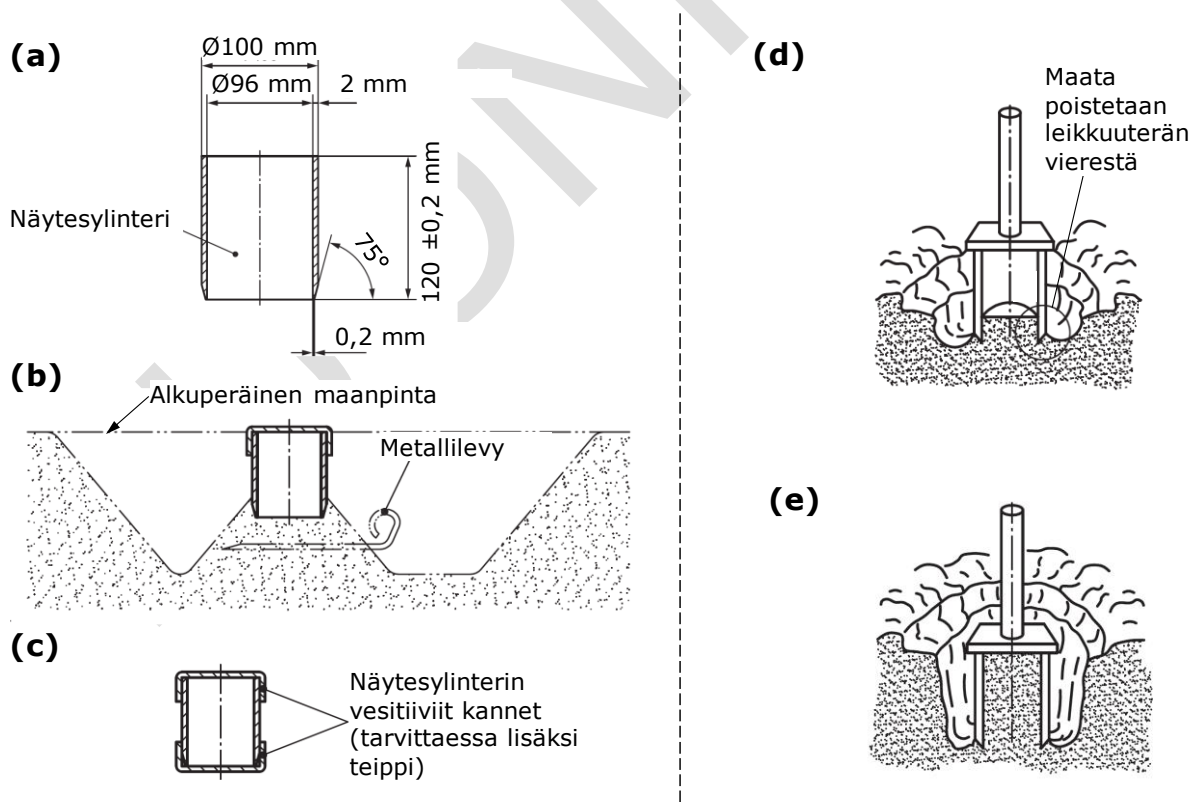
- Näytteenottokategoriat: A–B
- Pääasiallinen käyttö: Hieno- ja karkearakeiset maalajit
- Kalusto: käsin, puristus (, heijari)
- Kärki: Näytesylinterin leikkuukärki

Koekuopasta voidaan ottaa maanäyte ohjaussylinterin avulla tai suoraan näytesylinteriin (näyteputkeen) muotoilemalla. Näytesylinteri on n. 100 mm halkaisijan teroitettu putki messingistä tai teräksestä. Näyte voidaan ottaa myös käyttäen rasialeikkauskokeen muottia.

Esimerkiksi kuivakuorisavesta ja ns. mäkisavesta (ks. Liite 5) voidaan ottaa näyte myös käsin muotoilemalla, jolloin näyte leikataan irti pohjamaasta ennen sen asettamista näyteastiaan tai ennen sen käärimistä muovikelmuun (vrt. blokki-näytteenotto, luku 6.10.3).

Ohjaussyylinterin avulla leikkuukärjellinen näytesylinteri saadaan painumaan maahan suoraan ilman sivusiirtymiä. Periaatekuva ohjaussyylinteristä on esitetty standardissa 22475-1 (SFS 2021, s. 109). Ohjaussyylinterin avulla näytesylinteri (Kuva 13a) voidaan painaa maahan käsivoimin, kairavaunulla puristamalla tai heijaroimalla (lyömällä). Heijarointia saa käyttää vain, jos näytteenotto ei onnistu puristamalla, ja heijaroinnin käytöstä tehdään aina merkintä kenttäpöytäkirjaan. Kun näytesylinteri on painettu riittävän syvälle maahan, näytteen yläpinta tasataan näytesylinterin yläreunan tasoon, näytesylinterin päälle asetetaan tiivis kansi. Tämän jälkeen maata kaivetaan näytesylinterin ympäriltä hieman näytesylinterin alareunan tasoa syvemmälle. Tämän jälkeen näytesylinteri irrotetaan maasta jonkin verran näytesylinterin alareunan alapuolelta siten, ettei näyte pääse valumaan pois (Kuva 13b). Näytesylinteri käännetään ylösalaisin, ja näytteen pinta tasataan näytesylinterin alkuperäisen alareunan tasoon. Etenkin hiekkojen tapauksessa on riskinä, että osa näytteestä varisee pois näytesylinteristä, kun se irrotetaan maasta. Näytesylinteri tulee tällöin täyttää tällä ylivarisevalla näytteellä. Lopuksi (välittömästi näytteenoton jälkeen) näytesylinteri suljetaan tiiviisti myös toisesta päästään (Kuva 13c). Näytteenottomenetelmän soveltuvuutta rajoittavat maan rakeisuus sekä tiiviys.

Hyvin koossapysyvistä ja tiivistä maakerroksista (esim. kuivakuorisavi) voidaan ottaa näyte myös ilman ohjaussyylinteriä (ks. SFS 2021, s. 108), suoraan näytesylinteriin muotoilemalla (Kuva 13d). Näyte leikataan irti maasta, ja näytesylinteri suljetaan tiiviisti (Kuva 13e).



Kuva 13. Näytteenotto koekuopasta ohjaussyylinterin avulla: (a) näytesylinterin mitat; (b) näytteenottoprosessi; (c) näytteen säilöminen näytesylinteriin; sekä näytteenotto koekuopasta ilman ohjaussyylinteriä: (d) näytesylinterin painaminen maahan ja (e) näytesylinteri täynnä näytettä.

Taulukko 18. Näytteenotto ohjaussylinterin avulla tai näytesylinteriin muotoilemalla: näytteenottokategoriat eri olosuhteissa.

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 maksimirakeeseen d_{max} . Esimerkiksi jos näytesylinterin sisähalkaisija on 96 mm, $d_{max} \leq 5$ mm, jolloin (näytteen ulkopuolelle jäävän) suuremman rakeen osuus pitää arvioida.

Yleisimmät haasteet näytteenotossa koekuopasta ohjaussylinterin avulla tai näytesylinteriin muotoilemalla ovat:

- Tieto-aidon puute näytteenottomenetelmän harvinaisuudesta johtuen
- Näytteen leikkaaminen irti pohjamaasta ja näytteen kääntö näytettä häiritsemättä vaatii taitoa ja huolellisuutta
- Näytesylinteriä ei suljeta riittävän tiiviisti, jolloin näytteenottokategorian A–B edellytykset eivät toteudu

6.8 Ikkunaotin

- Näytteenottokategoriat: D–E
- Pääasiallinen käyttö: Täyttömaat, tien rakennekerrokset
- Kalusto: Poraus
- Kärki: Kovametalliterä tai maakenkä

Ikkunaotin on sylinterinmallinen näytteenotin, jossa on näytteen tarkasteluikkunoita, jolloin maakerrokset on mahdollista dokumentoida valokuvoin. Kärkenä on kovametalliterä tai maakenkä. Näytteenotto prosessissa otin viedään maanpinnalta ilman työputkea puristamalla ja/tai iskemällä ja kiertämällä näytteenottosyvyyteen, minkä jälkeen otin nostetaan ylös ja näyte irrotetaan ottimesta. Menetelmää käytetään pääasiassa pintamaissa (näytteenottosyvyys 1–2 m) ja tien rakennekerrosten määrittämiseen.

Kovametalliterällä varustetun ikkunaottimen iskeminen maahan aiheuttaa löyhien maakerrosten tiivistämistä ja rakeiden jauhautumista. Mahdolliset havainnot maan tiivistymisestä kirjataan aina kenttäpöytäkirjaan. Käyttämällä maakenkää (leikuuterää) voidaan saavuttaa korkeampi näytteenottokategoria, mutta kivisen tai hyvin tiiviin karkearakeisen maakerroksen tai päällysrakenteen läpäisyyn maakenkä ei sovellu.



Kuva 14 Ikkunaotin tien rakennekerros tutkimuksiin. /4/

Ikkunaottimen näytteenottokategoriat ja yleisimmät mitat on esitetty alla olevissa taulukoissa (Taulukko 19 ja Taulukko 20). Ikkunaottimesta on saatavilla mm. kokoa $\varnothing 90/68$ ($\varnothing D_u/D_s$) 1500 mm pituisena. Ikkunaotin voidaan tehdä myös OD110 työputkesta ($D_s = 80$ mm), jolloin se soveltuu etenkin täyttöjen läpäisyyn.

Taulukko 19. Ikkunaottimen näytteenottokategoriat eri olosuhteissa.

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.

Taulukko 20. Ikkunaottimen ominaisuuksia.

Nimi	Näytteen koko			Terän mitat (kovametalliterä)		Muuta
	Näytteen pituus [mm]	D_s [mm]	D_u [mm]	$D_{s,k}$ [mm]	$D_{u,k}$ [mm]	
Ikkunaotin $\varnothing 90/68$ (Terrateam)	1500	68	90	67	105	Näytteenottimen pituus 1670 mm
Ikkunaotin $\varnothing 90/80$ (OD110 työputkesta)	-	≈ 80	90	72	110	Näytteenottimen pituus 1200–1950 mm
Ikkunaotin $\varnothing 63/50$ (Terrateam)	1000	50	63	43	65	

Yleisimpiä haasteita näytteenotossa ikkunaottimella ovat:

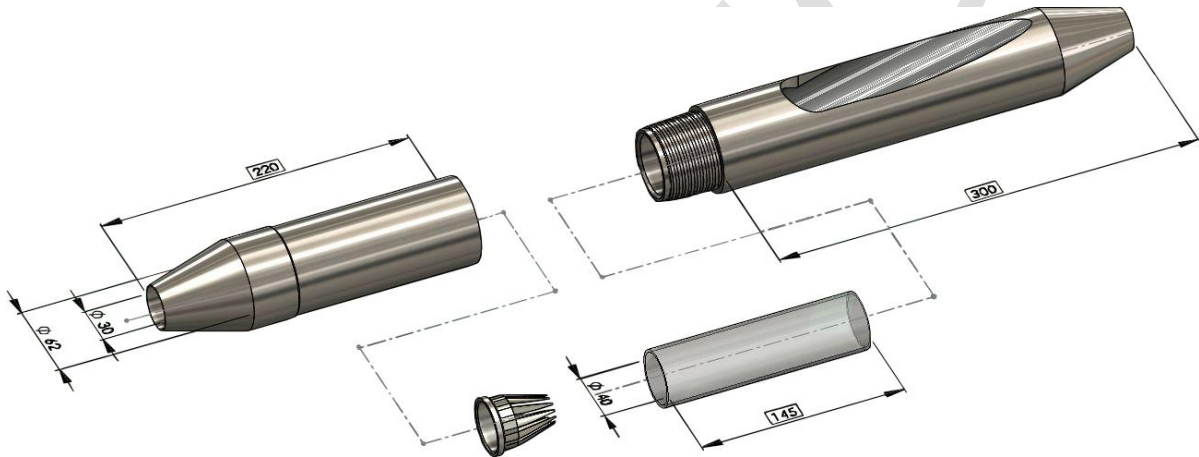
- Maakerrosten tiivistyminen ja rakeiden jauhautuminen, kun näyte otetaan kovametalliterällä iskemällä ja kiertämällä. Ei-kivisissä maissa on siksi suositeltavaa käyttää maakenkää (leikkuukärkeä)
- Pohja-/orsivedenpinnan alapuolisista (pv ap) täytöistä näytteenotto on erittäin haastavaa, näissä olosuhteissa näytteenottokategoriaksi oletetaan E

6.9 Läpivirtausnäytteenotin

- Näytteenottokategoriat: D–E
- Pääasiallinen käyttö: Karkearakeiset maalajit
- Kalusto: Poraus, heijari, puristus
- Kärki: Kovametalliterä tai maakenkä

Läpivirtausnäytteenotin on sylinterimallinen näytteenotin, jonka kärkenä on maakenkä tai kovametalliterä. Näyte otetaan iskemällä, puristamalla sekä kiertämällä. Näytteenottoprosessissa otin viedään työputken kanssa tai ilman näytteenottosyvyyteen siten, että maa-aines kulkee ottimen läpi. Kun otin on viety näytteenottosyvyyteen, otin nostetaan ja näyte laitetaan esimerkiksi muovipussiin. Näytteenotossa voidaan käyttää liuskasulkijaa.

Läpivirtausnäytteenotin on avoin sekä ylä- että alapäästä. Otinta käytettäessä on siten suuri riski, että näyte sekoittuu ottimeen jäävään maa-ainekseen ei-tutkittavalta syvyydeltä. Karkearakeisissa maalajeissa voidaankin saavuttaa vain näytteenottokategoria E, jos ei käytetä työputkea. Hienorakeiset maanäytteet tulee tarvittaessa kuoria. Ottimen soveltuvuutta rajoittaa myös suhteellisen pieni kärjen sisähalkaisija $D_{s,kr}$, minkä vuoksi se ei sovellu näytteenottoon moreeneista tai karkeasta sorasta.



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

Läpivirtausnäytteenottimen näytteenottokategoriat eri olosuhteissa sekä muut ominaisuudet on kuvattu alla olevissa taulukoissa (Taulukko 21 ja Taulukko 22).

Taulukko 21. Läpivirtausnäytteenottimen näytteenottokategoriat eri olosuhteissa.

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.

Taulukko 22. Läpivirtausnäytteenottimen ominaisuuksia.

Nimi	Näytteen koko			Kärjen mitat		Muuta
	Pituus [mm]	D_s [mm]	D_u [mm]	$D_{s,k}$ [mm]	$D_{u,k}$ [mm]	
Ø61/35 Läpivirtaus maanäytteenotin (Terrateam)	150 (näyte -putki)	40	65	30 (maakenkä) 35 (kovametalliterä)	60 (maakenkä) 56 (kovametalliterä)	Näytteenottimen pituus 520 mm
Ø56/35 Läpivirtausterä (Terrateam)	200	35	56	34 (kovametalliterä)	56 (kovametalliterä)	Näytteenottimen pituus 550 mm
Ø56/32 Läpivirtausterä (Terrateam)	300	32	56	32 (kovametalliterä)	56 (kovametalliterä)	Näytteenottimen pituus 590 mm

Yleisimpiä haasteita näytteenotossa läpivirtausnäytteenottimella ovat:

- Näyte sekoittuu ottimeen jäävään maa-ainekseen ei-tutkittavalta syvyydeltä. Riskiä vähentää työputken käyttö ja reiän huolellinen tyhjentäminen huuhtelun avulla ennen näytteenottoa.
- Otin ei sovellu kiviseen maaperään kärjen pienen sisähalkaisijan vuoksi

6.10 Maanäytteenotto erikoistutkimuksia varten

6.10.1 Näytteenotto stabiloitavuuskokeita varten

Maanäytteenotossa stabiloitavuuskokeita varten noudatetaan näytteenottokategorian C mukaisia periaatteita, eli näytteet voivat olla häiriintyneitä. Soveltuva näytteenottomenetelmä joidenkin

metrien syvyyteen on esimerkiksi näytteenotto koekuopasta ämpäriin (katso luku 6.7.1). Syvemmältä näyte otetaan soveltuvalla kaira- ja näytteenottokalustolla. Tämän lisäksi huomioidaan Liikenneviraston tarkentavat ohjeet liittyen näytteenottoon stabiloitavuuskokeita varten (Liikennevirasto 2018, Liite 1).

Tarvittava näytemäärä määritellään pohjatutkimusohjelmassa. Laboratoriotutkimuksia varten tarvittava näytemäärä voidaan arvioida seuraavalla periaatteella:

- vähintään 1 litra näytettä kolmea savikoekappaletta varten
- vähintään 1 litra näytettä yhtä turvekoekappaletta varten

Lisäksi tarvitaan näytettä luokitusominaisuuksien määrittämistä varten sekä varanäytettä esimerkiksi tarkistusten tai epäonnistuneiden koekappaleiden varalle. Ylijäävä näyte tulee säilyttää viileässä, 8 ± 2 °C vähintään 3 kk tulosten valmistumisesta.

Näytteet eivät saa hapettua näytteenotossa eikä säilytyksessä, ja koekappaleet tulee tehdä viivytyksettä käsittelyn aikaisen hapettumisen ehkäisemiseksi. Näytteiden ylimääräistä sekoittamista ennen sideaineen lisäämistä tulee välttää. Sulfidimaanäytteet tulee jo näytteenotossa pakata ilmatiiviisti (ks. luku 4.4), joko suoraan ilmatiiviisiin astioihin siten, ettei astiaan jää ylimääräistä ilmatilaa tai muovipussiin, josta ylimääräinen ilma poistetaan. Mikäli astia on suurempi kuin näytemäärä, pakataan näyte muovipussissa astiaan. Maanäytteet, joista tutkitaan sulfidimaan luokitteluominaisuudet, tulee pakata kylmälaukkuihin, joissa ne toimitetaan laboratorioon kylmäpatruunoin varustettuina.

6.10.2 Näytteenotto pehmeistä pohjasedimenteistä

Pohjasedimenteillä tarkoitetaan merenpohjan tai järvien ja jokien pohjalla olevaa löyhää hienorakeista maakerrosta, joka on usein liejua. Vaatimukset näytteenotolle pohjasedimenteistä vaihtelevat suuresti riippuen näytteenoton tarkoituksesta. Esimerkiksi ruoppausmassojen haitta-ainemääriyksissä kontaminaation ehkäisy on avainasemassa, kun taas geoteknisissä tutkimuksissa (esim. ranta-alueiden rakentaminen) näytteen rakenteen säilyminen ehjänä on olennaisempaa.

Tutkittavien ominaisuuksien osalta tulee huomioida, että pohjasedimentit ovat monesti hasu-maita, jolloin tehtävät kemialliset analyysit asettavat erityisvaatimuksia mm. näytteiden käsittelylle ja säilytykselle (ks. luku 4.4). Mikäli tutkittavat pohjasedimentit ovat pilaantuneiksi epäiltyjä maa-aineksia, huomioidaan vastaavasti pima-näytteenoton erityisvaatimukset (ks. luku 4.3).

Ruopattujen pohjasedimenttien läjityskelpoisuus määräytyy näytteistä mitattujen haitta-aineiden pitoisuustasojen perusteella, ja tällainen näytteenotto suunnitellaan ja toteutetaan Ympäristöministeriön (2015) ohjeen *Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje* mukaisesti. Haitta-ainepitoisuuksien määrittämistä varten suositellaan otettavan vähintään näytteenottokategorian C näytteitä.

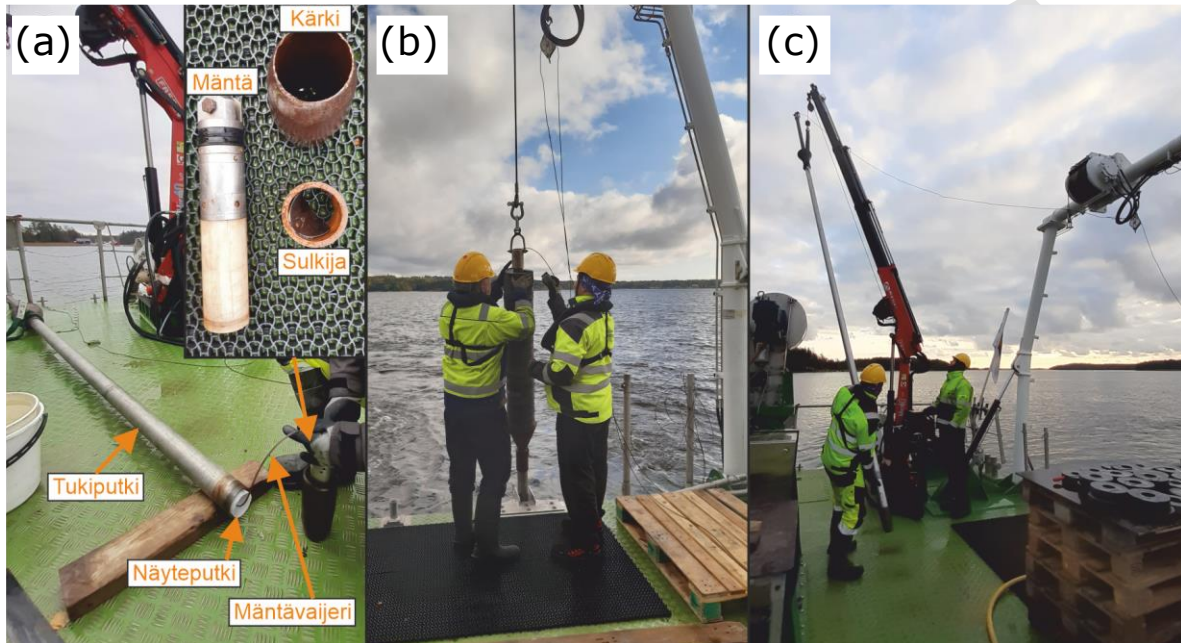
Yleisesti ottaen pohjasedimenttien osalta soveltuvat näytteenottomenetelmät määräytyvät vahvasti olosuhteiden mukaan, minkä vuoksi ei kannata rajautua vain tiettyyn tai muutamaan näytteenottoimeen. Näytteenotto-olosuhteissa huomioitavia seikkoja ovat mm.:

- Työskentelyalustan ominaisuudet (ranta, lautta, alus, yms...)
- Veden syvyys ja näytteenottosyvyys (pohjasedimenttien pintakerros vs. syvemmät kerrokset)
- Pohjasedimentin ominaisuudet (maalaji, löyhyys)
- Tutkittavat ominaisuudet (esim. kemialliset analyysit)

Luvussa 6 kuvatuista näytteenottimista esimerkiksi **STII-mäntäotin** (sekä myös STI ja Geonor), **suokaira** sekä **suljettava kannuotin** soveltuvat sedimenttinäytteenottoon. Pehmeissä

pohjasedimenteissä voidaan saavuttaa mäntäottimella (esim. STII) näytteenottokategoria C, ja suokairalla tai suljettavalla kannuottimella kategoria D.

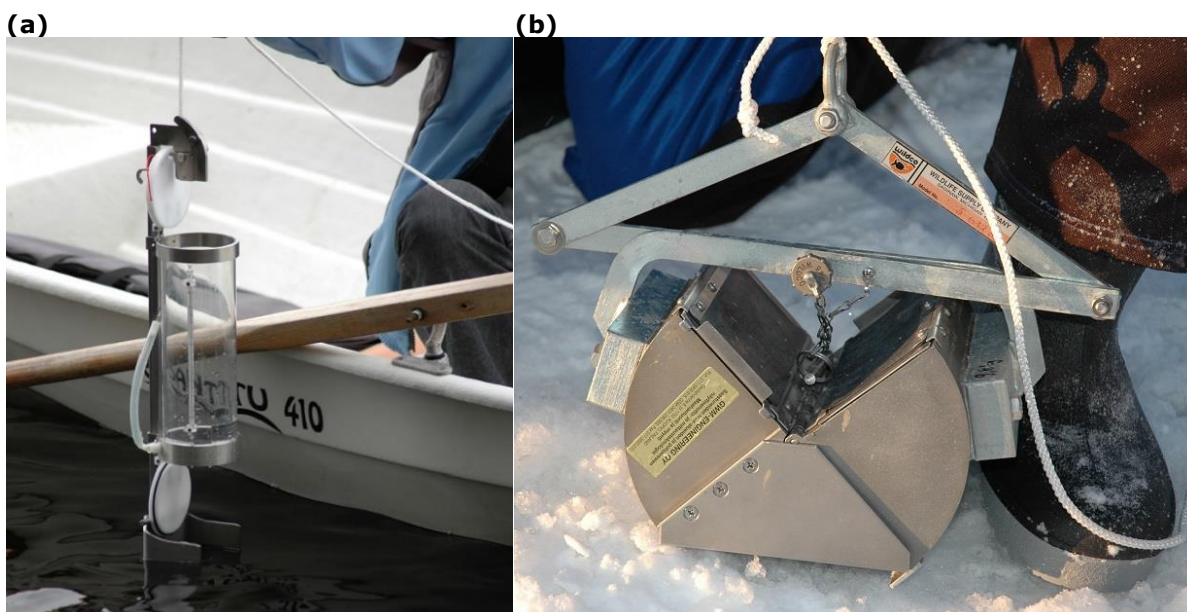
Syvämpien pohjasedimenttien näytteenotossa haitta-ainemäärytyksiä varten on erityisen tärkeää, että syvempää nostetut näytteet eivät kontaminoidu ylempien pohjasedimenttikerrosten haitta-aineiden vuoksi. Tällaisissa syvämpien pohjasedimenttien haitta-ainetutkimuksissa Geologian tutkimuskeskuksen (GTK:n) kehittämä **Kullenberg-otin** on erittäin luotettavana pidetty näytteenotin (Kuva 16). Kullenberg-ottimella voidaan saavuttaa pohjasedimenteissä näytteenottokategoria C. Haitta-ainetutkimuksissa on myös eduksi tuntee alueen kerrostumisolosuhteet ja kontaminaatiohistoria.



Kuva 16. Näytteenotto GTK:n Kullenberg-ottimella: (a) Ottimen osia; (b) Lyijypainojen ladontaa ottimen yläpään; ja (c) Näyteputkien poiston valmistelua. /6/

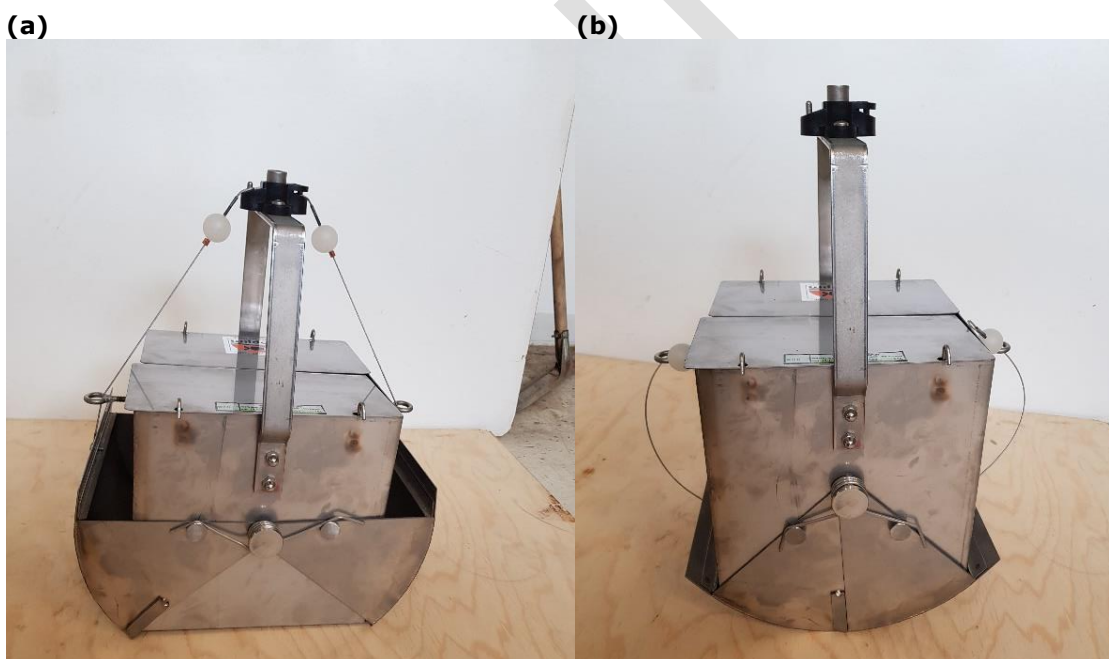
Näytteenottoon pohjasedimenttien pintakerroksesta (korkeintaan 30 cm syvyyteen) on saatavilla erityisesti syvässä vesissä käytettäviä sedimenttinäytteenottimia, kuten **putkinoudin** ja **pohjanoudin**. Putki- ja pohjanoutimilla voidaan yleensä saavuttaa näytteenottokategoria D, sillä ottimen sisään joutuu yleensä maanäytteen lisäksi myös meri- tai järvivettä (jolloin kategorian C vaatimukset eivät toteudu).

Limnos-sedimenttinäytteenotin (Kuva 17a) on putkinoudin, joka laukaistaan vaijeria pitkin pudotettavalla laukaisupainolla. Näytteenottimessa on muovinen läpinäkyvä näytesylinteri (vakiotilavuus 2 litraa), ja pohjasedimenttien lisäksi näytteenotin soveltuu myös vesinäytteiden ottamiseen. Näytteenotin soveltuu erityisesti hienorakeisille pohjasedimenteille, ja Limnos-viipalenäytteenottimella näyte voidaan purkaa kerroksittain (SGY 2002). Kovemmissa pohjasedimenteissä voidaan käyttää putkinoudinta, joka saadaan tunkeutumaan pohjasedimenttiin liukuvasaralla lyömällä.



Kuva 17. Sedimentinäytteenottimia: (a) Limnos-putkinoudin ja (b) Ponar-pohjanoudin. /7/

Karkearakeisissa pohjasedimenteissä voidaan käyttää pohjanoudinta (ns. kahmari). Jotkut pohjanoutimet on tarkoitettu koviin sedimentteihin (Ponar-noudin Kuva 17b), kun taas osa soveltuu paremmin pehmeisiin hienorakeisiin pohjasedimentteihin (esim. Ekman-noudin, Kuva 18). Pohjanoutimien kauhojen tilavuudet vaihtelevat välillä 2–12 litraa.



Kuva 18. Ekman-pohjanoudin (a) aukinaisena ja (b) suljettuna. /1/

6.10.3 Blokki-näytteenotto (näytteenottokategoria A)

Näytteenottokategorian A näytteitä hienorakeisista maakerroksista voidaan ottaa erinäisillä blokki-näytteenottimilla ja suuren halkaisijan mäntänäytteenottimilla. Näillä erikoisnäytteenottimilla voidaan saavuttaa korkein mahdollinen maanäytteen laatu luokka myös sensitiivisissä savi- ja silttimaissa. Hienorakeisten maalajien lisäksi tällaista blokki-näytteenottoa voidaan käyttää myös eloperäisissä maalajeissa.

Norjassa käytettävä pienempi versio Sherbrooke-näytteenottimesta (Kuva 19) ja Tampereen yliopistolla kehitetty Laval-tyyppinen näytteenotin (Kuva 20) on kuvattu muun muassa Di Buòn (2020) väitöskirjassa. Blokki-näytteenotossa näyte leikataan ympäröivästä maasta leikkuuterien avulla (ks. Kuva 19), ja näytteenottimen nostamisen aikana blokki-näytettä tuetaan pohjasta kolmen leikkuuterän avulla, mikä osaltaan vähentää näytteen häiriintymistä. Ylösoston jälkeen näyte kääritään muovikelmuun ja pakataan kuljetusta ja varastointia varten.



Kuva 19. Miniblokki-näytteenotin (näytteen halkaisija 160 mm) ja näytteenottoprosessi. /8/

Laval-tyyppisessä näytteenottimessa ("TUT 132") 132 mm halkaisijan näyte leikataan ympäröivästä maasta leikkausvaijerin avulla, ja ylösoston alussa näytteenottimen kärkeen syötetään ilmaa imuvaikutuksen estämiseksi (ks. Kuva 20). Näyte otetaan näytteenottoputkeen, missä se säilytetään laboratoriokoestukseen asti.



Kuva 20. TUT 132-näytteenotin, jossa on leikkausvaijeri (näkyvä kuvassa d) ja ilmansyöttö ylösnostoa varten. /8/

Blokki-näytteenotto soveltuu erityisesti raakaturpeen näytteenottoon. Tavanomaista mäntäotinta (esim. STII) käytettäessä raakaturpeen kuidut aiheuttavat näytteen tulppautumista, eli näytettä ei saada leikattua irti pohjamaasta mäntäotintimen terävällä leikkuukärjellä: tällöin näytteenotto onnistuu paremmin, kun käytetään suuren halkaisijan mäntäotinta tai blokki-näytteenotinta. Raakaturpeesta kategorian B näytteenotto edellyttää mäntäotinta, jossa näytteen halkaisija on vähintään 86 mm (esim. norjalaisesta mäntäotintimesta muokattu Aalto-yliopiston suuremman halkaisijan versio "TKK-86"). Kategorian A näytteenotto raakaturpeesta edellyttää yllä kuvattua blokki-näytteenottoa, jossa näytteen halkaisija on vähintään 132...160 mm.

7. MAANÄYTTEIDEN KÄSITTELY MAASTOSSA, KULJETUS JA VARASTOINTI

7.1 Yleiset periaatteet ja näytetietojen merkinnät (kategoriat A–E)

Maanäytteet tulee suojata kaikkien käsittelyvaiheiden aikana suoralta auringonpaisteelta, kuumuudelta, jäätymiseltä ja sateelta. Näytteiden käsittely maastossa, pakkaus, säilytys kohteessa, kuljetus ja varastointi tulee tapahtua siten, että näytteenottokategorian mukaiset ominaisuudet pysyvät muuttumattomina ja näyte ei häiriinny enempää.

Näytteiden käsittely ja pakkaus valitaan näytteenottomenetelmä- ja kategoria sekä sää- ja kuljetusolosuhteet huomioiden.

Kaikki maanäytteet numeroidaan, dokumentoidaan ja merkitään näytetietolapuvin, ja suljetaan astioihin, putkiin tai pusseihin heti näytteenoton jälkeen. Näytteiden ylä- ja alapäät merkitään

selkeästi (ei koske kategorioita D–E). Kerroksellisista maalajeista näytteitä otettaessa on näytteen kerroksellisuus merkittävä näytteenottopöytäkirjaan ja näytetietolappuun.

Näytetietolapussa tulee olla seuraavat tiedot:

- Näytteen tunniste (esim. näytteen numero)
- Näytteen syvyys
- Projektin nimi
- Tutkimuspisteen tai koekuopan numero/tunnus
- Näytteenoton päivämäärä
- Mahdollinen tieto näytteen pilaantuneisuudesta tai muusta työturvallisuusriskistä

Näytetietolappu tai -merkinnät sijoitetaan näkyvään paikkaan. Ämpäreihin näytetiedot merkitään ämpäriin kylkeen, sillä ämpärit varastoidaan usein päällekkäin (jolloin kanteen tehtyjen merkintöjen lukemiseksi pitäisi ämpäripinot purkaa). Postitettaessa näytteitä, osoitetiedot usein liimataan ämpärien kanteen, jolloin kanteen tehdyt näytemerkinnät voivat peittyä, mikä on vältettävissä tehtäessä merkinnät ämpärien kylkeen. STI- ja STII-mäntäottimen näyteputkiin sekä norjalaistyyppisen mäntäottimen näyteputkiin näytetiedot sijoitetaan näyteputkien yläpään, koska putkia säilytetään pystyasennossa (katso luku 7.2).

Näytteiden postitus pakettipalveluna on sallittu vain tilaajan hyväksymänä. Näytteenottokategorian A-B osalta näytteiden kuljetus tulee tehdä erityistä varovaisuutta noudattaen (ks. luku 7.2), joten tällöin postittaminen ei lähtökohtaisesti ole sallittu.

7.2 Näytteiden käsittely, kuljetus ja varastointi kategorioissa A–B

Näytteenottokategorioissa A–B näytteet otetaan joko mäntänäytteenottimien näyteputkiin (STI, STII, norjalainen mäntäotin) tai erinäisiin näyterasioihin- tai putkiin (esim. näytteenotto koekuopasta).

STI- ja STII-mäntänäytteenottimien tapauksessa **näytteiden käsittelyssä kohteessa** noudatetaan seuraavia periaatteita (ks. Liite 7):

- Näyteputket työnnetään varovaisesti ulos sisäputkesta siten, että näytteenotin on telineen päällä vaakasuorassa.
- Jokainen STI- ja STII-putki leikataan irti toisistaan varovaisesti teräslangalla sitä mukaa kun ne tulevat esiin.
- Putkien päähän asetetaan heti muovilaput ja ne suljetaan varovaisesti kumitulpilla tiiveyden varmistamiseksi (tarvittaessa työkalu kumitulpan väliin asettamisen ajaksi, jotta ei aiheuteta ylimääräistä painetta näytteeseen).
- Putkien ylä- ja alapää merkitään selkeästi.
- Putken tunnistetiedot merkitään esimerkiksi näyteputken yläpään tulpan päälle näytetietotarraan.
- Putket asetetaan mahdollisimman pian kuljetuslaatikkoon pystyasentoon, siten että alapää on myös laatikossa alaspäin

Liitteessä 4 on esimerkkivalokuvia STI- ja STII-näytteenoton välineistä (mm. teline ja kuljetuslaatikko).

Norjalaisessa näytteenottimessa ei ole erillistä sisäputkea. Näyteputken vaihto voidaan tehdä myös pystyasennossa. Norjalaistyyppisen näyteputken pakkaus tapahtuu siten, että sen alaosaan laitetaan muovipussi harmaan tulpan alle. Putken yläosaan laitetaan varovaisesti muovipussi näytteen pintaan. Mustan ylätulpan alle asennetaan toinen muovipussi, johon lisätään näytteen tiedot. Myös norjalaistyyppisiä näyteputkia tulee säilyttää pystyasennossa kohteessa, esimerkiksi suurta saavia tai telinettä hyödyntäen.

Näytteenottokategorian A–B näytteiden **kuljetus ja säilytys** tulee tapahtua siten, että kategorian mukaiset ominaisuudet pysyvät muuttumattomina. Kaikki vaiheet tulee huomioida: näytteen väliaikainen säilytys näytteenottokohteessa, näytteen olosuhteet kuljetuksen aikana, sekä varastointi esim. laboratorion tiloissa. Näytteiden lämpötilan tulee pysyä välillä $+5^{\circ}\text{C} \dots +25^{\circ}\text{C}$, jotta näytteet eivät pääse missään vaiheessa jäätymään eikä kuumentumaan (ei edes kohteessa). Näytteiden varastointi pitää tapahtua lämpötilakontrolloidussa tilassa $+5^{\circ}\text{C} \dots +7^{\circ}\text{C}$ lämpötilassa.

Näyteputkien (STI, STII, norjalainen mäntäotin) käsittely ja säilytys kohteessa ja kuljetuksen aikana tulee tapahtua seuraavia periaatteita noudattaen (ks. Liite 7):

- Kuljetus ja säilyttämisen kaikki vaiheet tehdään siten, että näytteet ovat pystyasennossa niin päin kuin ne on maaperästä nostettu (näytteitä ei saa säilyttää eikä kuljettaa esim. kyljellään).
- Näytteiden täryttämistä on varottava ja ylimääräistä siirtoa vältettävä.
- Näytteet eivät saa missään vaiheessa kuumentua tai jäätyä.
- Näytteet on pakattava huolellisesti sekä säilytystä että kuljetusta varten.
- Kuljetukseen käytetään juuri tälle näytteenottoputkikoolle tarkoitettua laatikkoa, joka on sisältä lämpöeristetty ja pehmustettu siten, etteivät putket pääse heilumaan.
- Säilytys kohteella on mahdollisimman lyhyt. Jos näytteitä on kuitenkin tarvetta säilyttää, mielellään viileissä olosuhteissa ($+5^{\circ}\text{C} \dots +7^{\circ}\text{C}$), ei auringonvalolle alttiina.
- Kuljetus tulee suorittaa siten, että näytelaatikot eivät saa iskuja tai että niitä ei tärytetä tai tiputeta.

Koekuopasta otettujen kategorian A–B blokkinäytteiden säilytyksessä, kuljetuksessa ja varastoinnissa noudatetaan samoja periaatteita.

Näytteenottokategorian A näytteet tulee tutkia laboratoriossa mahdollisimman pian näytteenoton jälkeen. Näytteiden pitkäaikainen varastointi yleensä heikentää maanäytteiden laatuluokkaa, joten lujuus- ja muodonmuutosominaisuuksien sekä geokemiallisten ominaisuuksien luotettava määrittäminen edellyttää tuoreiden näytteiden käyttöä. Varastoinnin aikana maanäytteissä tapahtuu mm. jännitystilän purkaantumista ja näytteen kuivumista.

7.3 Näytteiden käsittely, kuljetus ja varastointi kategorioissa C–E

Näytteenottokategorian E näyte voidaan pakata esimerkiksi ämpäriin tai pussiin.

Näytteenottokategoriassa D näyte laitetaan suljettavaan pussiin tai astiaan (esim. kannellinen ämpäri) heti näytteenoton jälkeen hapettumisen minimoimiseksi.

Kategoriassa C tämän lisäksi käytettävän säilytysastian tulee olla riittävän paksuseinäinen, jotta rakenteen rikkoutuminen ja kosteuden poistuminen estetään. Soveltuva astia on esimerkiksi ilma- ja vesitiiviisti suljettava muovirasia/-ämpäri. Kategorian C näytteet voidaan laittaa myös vedenpitävään salpapussiin (ns. Minigrip-pussi), mutta hienorakeisten maanäytteiden tapauksessa näytepussien käsittely ja kuljetus tulee tapahtua siten, että maakappale säilyttää pääosin muotonsa (eli rakenne ei pääse rikkoutumaan).

Näytteenottokategorioiden C–E näytteet tulee kuljettaa siten, ettei näytteiden laatu heikkene enempää kuljetuksen takia. Näytteiden varastoinnissa ei tarvitse noudattaa kategorioiden A–B vaatimuksia, eli kategorioiden C–E näytteitä voidaan säilyttää myös huoneenlämmössä sekä eri suuntaisesti aseteltuna. Kategorian C näytteitä suositellaan säilytettävän näytekyliämissä ($+5^{\circ}\text{C} \dots +7^{\circ}\text{C}$ lämpötilassa).

Toisinaan kategorioiden C–E näytteet otetaan putkiottimen sisäputkeen (esim. muovinen näyteputki), joka voidaan tulpata päistä ja kuljettaa sellaisenaan laboratorioon.

Hasu-maanäytteet laitetaan heti näytteenoton jälkeen ilmatiiviiseen pussiin tai astiaan, jotta näyte ei pääse hapettumaan. Pussi/astia suljetaan siten, että sen sisään jää mahdollisimman vähän ilmaa. Mikäli hienorakeiselle maanäytteelle käytetty astia jää vajaaksi, peitetään näytteen pinta esimerkiksi muovipussilla, jotta näytteen pinta ei ole suoraan yhteydessä ilman kanssa.

Mikäli maanäytteiden kemiallisia ominaisuuksia (esim. pH) määritetään laboratoriossa, tulee tarvittavat laboratoriokokeet tehdä mahdollisimman pian näytteenoton jälkeen. Tarvittaessa pH-määritys voidaan tehdä kentällä näytteenoton yhteydessä välittömästi näytteenoton jälkeen. Kemiallisia analyysyjä varten otetut näytteet pakataan kemiallisesti inerttiin pussiin tai astiaan, kuten esimerkiksi Rilsan-näytteenottopussiin. Kemiallista ominaisuuksista selvitetään muun muassa korroosio- ja aggressiivisuusolosuhteita.

8. RAPORTOINTI

8.1 Standardin mukainen näytteenoton raportointi

Standardin mukaan näytteenoton kenttäpöytäkirja koostuu seuraavista osista, jos sovellettavissa:

- Yhteenveto
- Kairauspöytäkirja
- Näytteenottopöytäkirja
- Yhteenveto näytteiden maalajimäärityksistä ja kuvauksista
- Tieto kairareian täytöstä (ennallistaminen)
- Tuntikortti

Suomen yleisimmissä näytteenotto-olosuhteissa nämä osat voidaan yhdistää yhdeksi **maanäytteenoton kenttäpöytäkirjaksi**, jonka standardin mukainen sisältö on kuvattu seuraavassa luvussa. Malli näytteenoton kenttäpöytäkirjasta on esitetty Liitteessä 1.

Standardin mukaan näytteenoton tuloksista laaditaan työraportti, joka sisältää seuraavat tiedot, jos sovellettavissa:

- kenttäpöytäkirja (alkuperäisen kopio ja/tai sähköinen versio)
- lopulliset maalajimääritykset näytteille ja maaperän kuvailu standardin SFS-EN ISO 14688-1 (Geotekninen tutkimus ja testaus. Maan tunnistaminen ja luokitus. Osa 1: Tunnistaminen ja kuvaus) mukaisesti (SFS 2018a)
- graafinen esitys maaperäolosuhteista (maakerrokset)
- graafinen esitys näytteenottoreian täytöstä
- nimetyn asiantuntijan nimi ja allekirjoitus

Suomen maanäytteenotto-olosuhteissa työraporttiin ei ole tarpeen sisällyttää lopullisia maalajimäärityksiä eikä graafista esitystä maaperäolosuhteista, sillä kyseiset seikat tarkentuvat laboratoriotutkimuksissa sekä osana geosuunnittelua. Graafinen esitys näytteenottoreian ennallistamisesta (täyttö) laaditaan vain, mikäli se kuuluu toimeksiantoon.

Koekuoppatutkimuksista laaditaan vastaavasti **koekuoppatutkimuksen kenttäpöytäkirja**, josta on esitetty mallipohja Liitteessä 2. Näytteenotto koekuopasta voidaan vaihtoehtoisesti raportoida erikseen maanäytteenoton kenttäpöytäkirjassa (jolloin se sisällytetään koekuoppatutkimuksen raportoinnin liitteeksi). **Koekuoppakorttiin** lisätään koekuoppatutkimuksen kenttäpöytäkirjan tietojen lisäksi tarkemmat yhteystiedot tilaajan, konsultin ja pohjatutkimuksen suorittajan osalta,

sekä koekuopan likimääräinen sijaintikartta. Lisäksi koekuoppakorttiin kootaan koekuopasta otetut valokuvat seliteteksteineen.

8.2 Maanäytteenoton tai koekuoppatutkimuksen kenttäpöytäkirja

Maanäytteenoton ja koekuoppatutkimuksen kenttäpöytäkirjan sisällöt ovat yleisten tietojen osalta samanlaiset (ks. Taulukko 23). Näiden tietojen lisäksi maanäytteenoton kenttäpöytäkirjaan sisällytetään tarkemmat tiedot (Taulukko 24), ja vastaavasti koekuoppatutkimuksen kenttäpöytäkirjaan viimeisen taulukon mukaiset tiedot (Taulukko 25).

Taulukko 23. Kenttäpöytäkirjoihin kirjattavat tutkimuspisteen yleiset tiedot.

Kirjattavat tiedot	Näytteenotto	Koekuoppatutkimus
Yleiset tiedot		
Näytteenoton tai koekuoppatutkimuksen suorittava yritys tai taho	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

^aKoordinaatit voidaan täydentää kenttäpöytäkirjaan jälkikäteen, mutta pisteen mahdollinen siirto kirjataan kohteessa.

Taulukko 24. Maanäytteenoton kenttäpöytäkirjaan kirjattavat näytteenoton tiedot.

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 syvyydetiedot ja näytteen pituus	x
Näytteen häiriintyneisyys (arvio toteutuneesta näytteenottokategoriasta)	x
Näyteputken tai -astian vajoitus (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)
---	-----

Taulukko 25. Koekuoppatutkimuksen kenttäpöytäkirjaan kirjattavat tutkimuksen tiedot.

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 lohkaaret)	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

8.3 Infra-pohjatutkimusformaatti

Näytteenotosta ja koekuoppatutkimuksista sekä laboratoriokokeista laaditaan Infra-pohjatutkimusformaatin mukaiset tulosteet. Infra-formaatin uusin versio sekä voimassa olevat pohjatutkimusmerkinnät löytyvät SGY:n verkkosivuilta (<https://sgy.fi/toiminta/julkaisut/>).

Maanäytteenotolle käytetään Infra-formaatissa tutkimustapatunnuksena merkintää NO tai NE. Lyhennettä NO ("Näytteenotto häiritty ") käytetään näytteenottokategorian C–E näytteille, ja lyhennettä NE ("Näytteenotto häiriintymätön") kategorian A–B näytteille. Näytteenottokategoria kirjataan erillisenä HM-rivinä AL-rivin jälkeen (esim. "C"), jotta se näkyy myös kairausdiagrammissa. Aina jos näytteenottokategoria muuttuu, lisätään uusi HM-rivi ennen kyseisiä syvyyshavaintoja.

Maanäytteenotosta kirjattavat pistekohtaiset parametrit on kuvattu Taulukossa 26. Noudatettu standardi (Param.4) tulee kirjata vuosiluvun kanssa, jotta ilmenee, että annettu näytteenottokategoria edustaa uusinta luokittelua (A, B, C, D ja E) vanhentuneen sijasta (A, B ja C).

Taulukko 26. Maanäytteenotosta kirjattavat pistekohtaiset tiedot Tutkimustapa- eli TT-riville.

	Param.1	Param.2	Param.3	Param.4	Param.5	Param.6
Infra-formaatin parametrikuvaus	Tutkimustapalyhenne T	Luokka i	Tutkimuskohdainen tunnus T	Noudatettu standardi t	Näytteenotin t	Tutk. tapatarkenne t
Suositus, maanäytteenottoon	NO tai NE	-	Pistenumero	Kairausopas III(2023)	Otin tai ottimet (lyhenteet, esim. kik+ska)	Lisätiedot näytteenotto-menettelmästä, esim. näytteen halkaisija

Näytteenottimille käytetään seuraavia lyhenteitä:

- blok = blokinäytteenotto koekuopasta tai suuren halkaisijan mäntäotin/blokinäytteenotin
- heij = heijarikairan näytteenotin
- ikk = ikkunaotin
- kan = kannuotin
- kik = kierrekaira
- koek = näytteenotto koekuopasta suljettavaan astiaan
- lpv = läpivirtausnäytteenotin
- muuX = muu kuin luettelossa mainittu näytteenotin (määriteltävä lisätiedoissa, Param. 6)
- norj = norjalainen mäntänäytteenotin (Geonor)
- pmk = pienoismäntäotin
- pot = putkiotin (ilman erillistä sisäputkea)
- pos = sisäputkellinen putkiotin (näyteputkella tai halkaistavalla sydänputkella)
- ska = suokaira
- STI = STI-mäntäotin
- STII = STII-mäntäotin

Taulukossa 27 on esitetty näytteistä kirjattavat syvyyskohtaiset tiedot. Syvyyskohtaisten tietojen jälkeen lisätään HM-rivi, jonka tekstin alussa annetaan näytteenottokategoria. Esimerkki tällaisesta tulosteesta sekä tarkentavat ohjeet löytyvät Liitteestä 9. Infra-formaatin päivittyessä näytteenottokategoria sekä mahdollinen arvio maanäytteen laatuluokasta lisätään omina parametreinaan.

Taulukko 27. Maanäytteenotosta kirjattavat syvyyskohtaiset tiedot.

	Param.1	Param.2	Param.3	Param.4	Param.5	Param.6
Infra-formaatin parametrikuvaus	Syvyystieto1 (m) F	Käyttäjän antama näytteen tunnus T	Näytteen syvyystieto2 (m) F	Maalajit	Näytteenottokategoria t (kehitysvaiheessa)	Maanäytteen laatuluokki (kehitysvaiheessa)
Tarkennus	Näytteen alkusyvyys	Näytteen numero tai juokseva numerointi	Näytteen loppusyvyys	Silmämääräinen maalaji tai rakeisuuteen perustuva maalaji ^{a)}	Pohjatutkijan arvio toteutuneesta kategoriasta	Laboratorion arvio laatuluokasta

^{a)} Jos kyseessä on laboratorioissa määritetty silmämääräinen maalaji, lisätään piilote teksti eli HT "silmämääräinen", joka näkyy infra-pohjatutkimusformaateissa mutta ei kairausdiagrammissa. Jos maalajimääritystä ei ole tehty laboratorioissa, voidaan lisätä HT-rivi "pohjatutkijanarvio" (ilman välilyöntejä).

Laboratoriossa näytteille määritetyt ominaisuudet annetaan LB-riveillä (laboratoriotutkimukset) tai RK-riveillä (rakeisuuskäyrä). Kirjaukset liittyvät aina edellä olevaan näytteeseen, ja rivejä voi olla useita kutakin näytettä kohden. Suositeltavat laboratoriolyhenteet ja ominaisuuksien yksiköt esitellään Infra-formaatin taulukossa. Jos laboratorio on arvioinut maanäytteen laatuluokan, tämä voidaan lisätä näytteenottokategorian yhteyteen HM-riville (esim. "A1").

Koekuoppatutkimuksen tutkimustapatunnus on KO. Koekuopasta raportoidaan infra-formaatissa syvyyskohtaiset maalaji- yms. tiedot. Annettavat parametrit ovat syvyys, maalaji(t), kivisyys, lohkaraisuus sekä maksimi- ja minimileveysmitat.

9. KALLIONÄYTTEENOTTO

9.1 Kallionäytteenoton näytteenottokategoriat

Suomen ja muiden pohjoismaiden kallioperä on verrattain lujaa ja pääosin ehjää, minkä vuoksi kallionäytteenottoon liittyy vähemmän haasteita verrattuna maanäytteenottoon. Sitä vastoin muualla Euroopassa esiintyvä kallioperä voi ominaisuuksiltaan vaihdella kovan ja ehjän kallion ja maa-aineksen omaisen materiaalin välillä. Tämä on hyvä huomioida, kun kallionäytteenoton näytteenottokategorioita sovelletaan Suomen olosuhteisiin.

Kallionäytteenotto tehdään yleensä sydännäytekairauksena (puhekielessä myös timanttikairaus tai kallionäytekairaus). Sydännäytekairausta käytetään kallionäytteiden ottamisen lisäksi kalliopinnan korkeusaseman tarkistamiseen epäselvissä tapauksissa (esim. kivisten ja lohkaristen maakerrosten alla tai kun pintakallio on täysin rapautunut). Sydännäytekairaus tehdään kairaamalla, vesihuuhtelua käyttäen.

Käytännössä sydännäyte menettää osan ominaisuuksistaan, kun se kairataan irti kallioreiästä. Näytteenottokalustosta riippuen tällaisia muutoksia voi olla esimerkiksi rakotäytteiden huuhtoutuminen, näytteen jännitystila, rikkonaisen näytteen sydännäytepalojen asento ja järjestys, näytehukka tai kairauksessa syntyvät näytteen katkot.

Näytteenottokategorioiden määritelmät standardissa SFS EN ISO 22475-1 ovat pitkälti samoja kuin maanäytteenoton tapauksessa (katso luku 5.2). Määritelmiä on laajennettu sisältämään kallioperän rakoilun määrää kuvaava RQD-luku (yli 10 cm pitkien ehjien kallionäytteiden osuus koko kairasydämen pituudesta). Standardin mukaan RQD-luku voidaan määrittää tarkasti näytteenottokategorioissa A ja B. Suomen kallioperästä kairatuista näytteistä RQD-luku saadaan tyypillisesti määritettyä riittävän tarkasti kallioteknisen suunnittelun lähtötiedoksi.

Sydännäytekairaus voidaan Suomen kallioperässä katsoa edustavan keskimäärin näytteenottokategoriaa B–C. Tämän katsotaan useimmiten olevan riittävä Suomen kallioperän olosuhteissa kalliorakennussuunnittelun lähtötiedoksi (Väylävirasto 2019).

Näytteitä voidaan ottaa myös räjäyttämällä tai kiilaamalla kallion pintaosasta mm. kiviainesselvityksiä varten. Kiviainesnäytteet on otettava edustavasti rapautuneen pintakallion alapuolelta. Nämä näytteet sijoittuvat näytteenottokategoriaan D.

Näytteenottokategoriaa E edustaa esimerkiksi kalliorauksen vesihuuhtelun mukana ylös nouseva kiintoaines.

Siinä missä maanäytteenotto tehdään lähes aina pystysuunnassa, kallionäytteenottokairaus tehdään aina suunnattuna. Kairareian kaltevuus vaihtelee tyypillisesti pystysuorasta alle 20 asteeseen

vaakatasosta. Tunnelista tai kallioseinämästä tehtävät kairaukset voivat olla vaaka-asentoisia tai yläkätisiä. Kallionäytteenottoreiät voivat olla kymmenistä metreistä satoihin metreihin, joissain tapauksissa jopa yli kilometrin mittaisia. Kallionäyttereian toteutunut suunta ja kaltevuus mitataan kairareian kuvantamisen yhteydessä tai erillisellä reikämittauslaitteistolla.

Suunnatussa kallionäyttekairauksessa kairauksen edetessä sydännäytteisiin merkitään suuntamerkki, josta voidaan selvittää sydännäytteen asento reiässä. Sydännäytteen suuntaamiseksi reiässä on olemassa useita eri menetelmiä (esim. keihäs).

Mikäli näytteestä on tarpeen tehdä laboratoriokokeita mm. kalliomekaanisten laskentojen lähtötiedoksi, näytteen halkaisija tulee määrittellä erikseen. Koenäytteet ovat suoria ympyrälieriöitä joiden halkaisija on vähintään 50 mm (yksityiskohtaisia lisäohjeita eri laboratoriomäärittelyyn liittyen on esitetty standardin SFS-EN 1997-2 liitteessä W). Näytteen halkaisija tulee esittää tutkimusohjelmassa. Vaadittuun näytekokoon päästään eri kairauskalustoilla. Kairauskaluston valinta riippuu esim. vaaditusta näytteenottokategoriasta tai kallioperän rikkonaisuudesta.

9.2 Kivinäytteen laatuluokat

Taulukossa 28 on esitetty viiden näytteenottokategorian (A-E) vastaavuudet viiteen laatuluokkaan (1–5), jotka määrittävät kivinäytteiden soveltuvuuden eri laboratoriomäärittelyyn. Näytteenottokategoria ei suoraan takaa tietyn laatuluokan saavuttamista, sillä näyte voi häiriintyä eri tekijöiden vaikutuksesta. Taulukkoa on karsittu ja täydennetty Suomen olosuhteisiin paremmin soveltuvaksi, perustuen standardin 22475-1 informatiivisen liitteen H taulukkoon H.2.

Taulukko 28. Kivinäytteiden laatuluokat ja soveltuvat näytteenottokategoriat.

KIVEN OMINAISUUDET	Kivinäytteiden laatuluokat laboratoriokokeita varten				
	1	2	3	4	5
Muuttumattomat ominaisuudet					
Kivilaji	x	x	x	x	x
Raemuoto ^{a)} ja mineralogia	x	x	x	x	x
Rakeiden dimensiot ^{b)}	x	x	x	x	
Tekstuuri ^{c)}	x	x			
Raekoko	x	x	x	x	
Tiheys, huokoisuus, vedenläpäisevyys	x	x			
Lujuus ja deformaatioaste	x				
Ominaisuudet, jotka voidaan määrittää					
Kivi- ja kalliolaadun rajat – karkea määrittely	x	x	x	x	x
Kivi- ja kalliolaadun rajat – tarkka määrittely	x	x	x	x	
Rapautuneisuus	x	x	x		
Rakoilun luonne (rakoilutyyppi, päarakosuunnat)	x	x	x		
Rakojen ominaisuudet (rakopintojen karkeus ja muuttuneisuus)	x	x			
Rakotiheys (ml. RQD)	x	x			
Kiintotiheys	x	x	x	x	
Vesipitoisuus	x	x	x		
Tiheys, huokoisuus, vedenläpäisevyys	x	x			
Lujuus, deformaatio, kokoonpuristuvuus	x				
Näytteenottokategoriat	A				
	B				
	C				
	D				
	E				

^{a)} Esim. pyöreä, pitkänomainen, laattamainen, suomuinen, kuituinen raemuoto

^{b)} Osasten järjestyneisyys (suuntautuneisuus)

^{c)} Tasarakeisuus, hajarakeisuus

9.3 Kallionäytekairauskalustot (sydännäytteet)

Yleisesti Suomessa käytettävät kallionäytekairauskalustot ovat kaksoisteräputkia. Sydännäyte nousee sisempään, paikallaan pysyvään sydänputkeen, joka on laakeroitu liikkumattomaksi ulompaan ulkoteräputkeen. Kaksoisteräputkessa sydännäyte joutuu kosketuksiin vesihuuhtelun kanssa. Sydännäyte poistetaan sydänputkesta alakautta kairausterän ja murtorenaan poistamisen jälkeen ulkoteräputkea kumivasaralla koputtelemalla. Rikkonaisessa kalliossa sydännäyte saattaa murentua teräputkesta poistettaessa, jolloin sydännäytteen rakenne muuttuu. Samoin vesihuuhtelu saattaa huuhtoa näytteen rakotäytteitä. Näissä olosuhteissa näytteenottokategoria saattaa alentua kategoriasta B kategoriaan C.

Näytteenottokategoria A voidaan saavuttaa käyttämällä esimerkiksi kolmoisteräputki- ”triple tube” näytteenottimia, joissa on erillinen halkaistava sydänputki. Kolmoisteräputkessa ”paikallaan” olevan sydänputken sisään laitetaan kolmas halkaistava sydänputki, joka on pitkittäin halki. Näytettä poistettaessa pumpataan halkaistava sydänputki kokonaan pois ja näyte saadaan esille poistamalla putken puolikas näytteen päältä.

Näytteen kosketusta vesihuuhteluun voidaan vähentää käyttämällä kolmoisteräputkissa otsahuuhteluteriä. Kokonaan ilman vesikosketusta näyte ei kuitenkaan ole. Suurin hyöty kolmoisteräputkesta saadaan rikkonaisessa ja/tai pehmeässä kivessä, jossa näyte pysyy järjestyksessä ja sen poistaminen sydänputkesta ei vaadi ”kolistelua”.

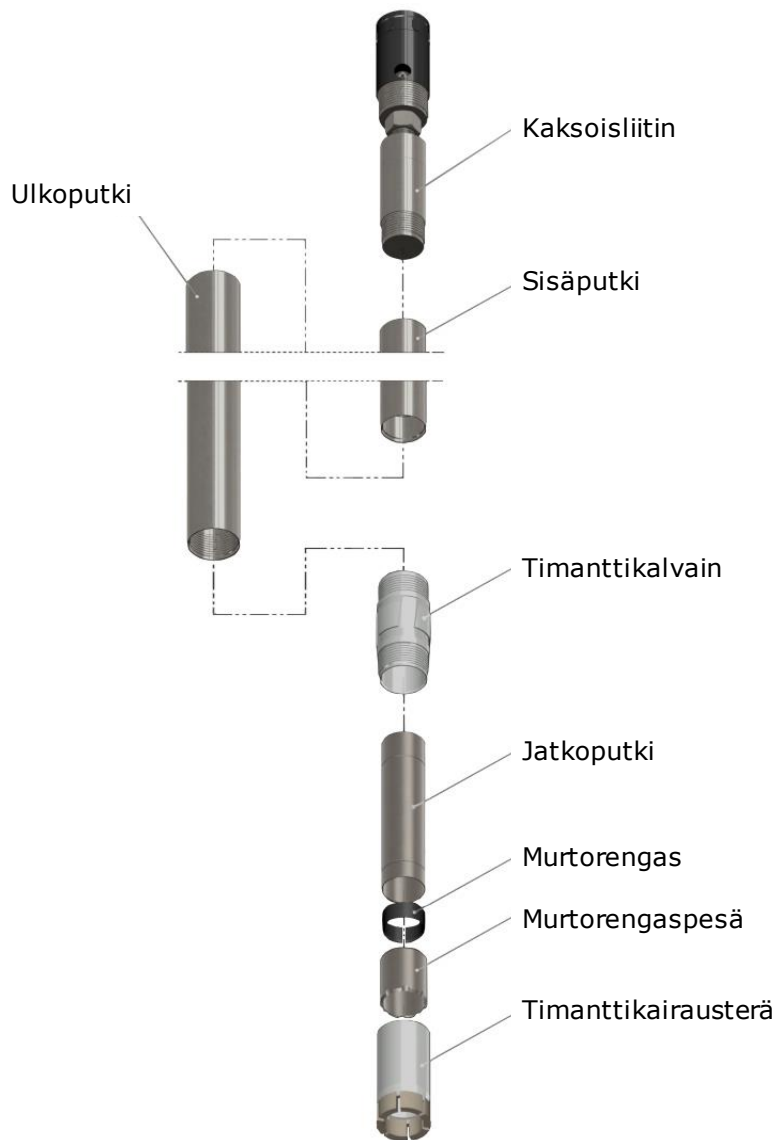
Rikkonaisessa kallioperässä sydännäytteitä voidaan ottaa myös ns. Wireline-menetelmällä, jossa kallioreikä on koko matkalta putkitettu kairausputkilla ja näytteenotin nostetaan näytteenottoreiästä kairausputkien sisältä teräsvaijerin avulla. Näytteen poistamisen jälkeen tyhjä sydänputki lasketaan uudelleen reikään kairausputkien alapäähän vaijerin avulla. Reiän putkitus estää rikkonaisuusvyöhykkeiden sortumisen reikään kairauksen aikana. Wireline-menetelmällä otetun sydännäytteen näytteenottokategoria on B–C.

Suomessa yleisesti käytössä olevien sydännäytekairauskalustojen ominaisuuksia on kuvattu Taulukossa 29.

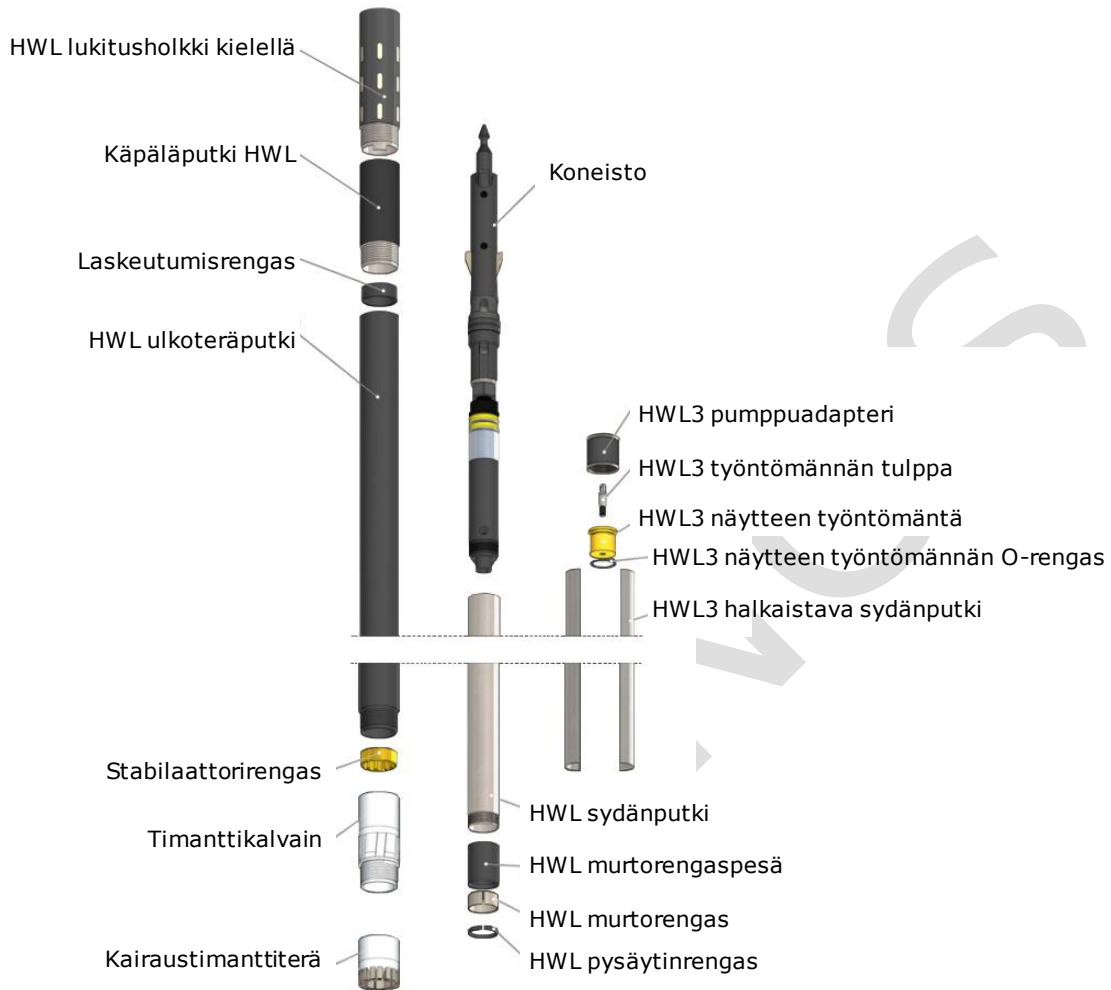
Taulukko 29. Esimerkkejä kallionäytteenoton kalustoista (sydännäyteottimia).

Kalusto/ menetelmä	Näytteen halkaisija D_s [mm]	Reiän halkaisija D_u [mm]	Kategoria	Muuta
NQ3	45,1	75,7	A (B)	Wireline, Kolmoisteräputki, rikkonaiselle kivelle. B, jos näyte häiriintyy huuhteluvedestä.
WL-66 triple tube	46	67,1	A (B)	Wireline, Kolmoisteräputki, rikkonaiselle kivelle. B, jos näyte häiriintyy huuhteluvedestä.
NQ2	50,5	75,7	B (C)	Wireline, Kaksoisteräputki, rikkonaiselle kivelle. C, jos näytteen rakenne muuttuu rikkoontumisesta johtuen.
T2-46	32	46	B (C)	Lähtökohtaisesti ei suositella käytettäväksi pienen halkaisijansa vuoksi
T2-56	42	56	B (C)	Käytetään yleisesti tunneleiden kalliolaatututkimuksissa ja porapaalujen alapuolisen kallion laadun tutkimisessa, kaksoisteräputki. C, jos näytteen rakenne muuttuu rikkoontumisesta johtuen.
T2-76	62	76	B (C)	Voidaan käyttää kalliokiviaineksen tutkimiseen (kelpoisuus rakennekerroksiin ja päällysteisiin), kaksoisteräputki. C, jos näytteen rakenne muuttuu rikkoontumisesta johtuen.
Louhinta/ Kiilaus			D	Näyte lohkareita, esim. kiviainestutkimukset.
Porasoija/ RC-poraus			E	Näyte porasoijaa huuhtelun (vesi/ilma) mukana

Kaksoisteräputki T2-56 osineen sekä esimerkki kolmoisteräputkesta (HWL3, Terra Team) on esitetty alla olevissa kuvissa (Kuva 21 ja Kuva 22).



Kuva 21. Sydännäyteottimen T2-56 osat. /muokattu, 4/



Kuva 22. Kolmoisteräputki NWL3, osat /muokattu, 4/

9.4 Kallionäytteiden käsittely, kuljetus ja säilytys

Kallionäytteiden käsittely maastossa, pakkaus, kuljetus ja säilytys tulee tapahtua siten, että näytteenottokategorian mukaiset ominaisuudet pysyvät muuttumattomina ja näyte häiriintyy mahdollisimman vähän.

Sydänkairausnäytteenotolla otetut kallionäytteet poistetaan näytteenottimesta ja asetetaan laatikkoon syvyysjärjestyksessä (Kuva 23). Näyte huuhdotaan poraussoijasta niin, että mahdolliset savitäytteet eivät huuhtoudu pois. Mikäli käytetään erillistä näyteputkea (kolmoisteräputki), niiden avaamisen ajankohdasta ja paikasta päätetään ennen näytteenoton aloitusta.

Näytelaatikkoon/merkkipalikkaan merkitään selvästi seuraavat asiat:

- kohteen nimi / projektitunnus
- näytetunnus
- laatikon numero
- lähtöpisteen toteutuneet koordinaatit (x,y,z)

- toteutuneet lähtösuunta ja -kaltevuus (asteissa). Lähtösuunta mitataan pohjoissuunnasta myötäpäivään. Kaltevuus on positiivinen vaakatasosta alaspäin ja negatiivinen vaakatasosta ylöspäin
- kallionpinnan syvyys (merkitään palikalla). Kaikki syvyydet ilmoitetaan kallionäytekairausreikää pitkin mitattuna.
- kallionäytteen aloitussyvyys (merkitään aloituspalikalla)
- näytteiden syvyydet (nostovälin alku merkitään aina palikalla)
- näytehukka (H-merkintä palikkaan)
- näytteen suuntaus
- reiän lopetus (merkitään lopetuspalikalla)



Kuva 23. Esimerkkejä sydännäytteistä laatikoissa merkintöineen. /9/

9.5 Kallionäytteenoton raportointi

9.5.1 Kenttäpöytäkirja ja infra-pohjatutkimusformaatti

Kallionäytteenoton kenttäpöytäkirja laaditaan samoin periaattein kuin maanäytteenoton tapauksessa (ks. luku 8.2).

Kenttäpöytäkirjassa esitetään kallionäytekairauksen osalta lisäksi seuraavat asiat:

- kaikki kairauksen aikana tehdyt havainnot mm. maalajihavainnot, huuhteluveden käyttäytyminen, ruhjeisuus, näytehukka, näytteen nostovälit
- reiän sortuminen ja mahdollinen tukeminen sementoimalla
- mahdollisten vesimenekkimittausten tulokset

- reiän taipumamittausten tulokset
- muut mahdolliset reissä tehdyt tutkimukset, kuvaus ym.
- allekirjoitettu sementointipöytäkirja

Infra-pohjatutkimusformaatissa kallionäytteenotosta käytetään lyhennettä KE. Näytteille määritetyt ominaisuudet kirjataan LB-rivillä, joka viittaa aina edelliseen alku- ja loppusyvyyteen.

9.5.2 Kallionäytekairauksen sydännäytteen geologinen raportointi (loggaus)

Kallionäytekairauksesta saatu sydännäyte edellytetään logattavaksi. Sydännäytteen loggaus tarkoittaa näytteen geologisten ominaisuuksien systemaattista havainnointia ja raportointia. Ominaisuuksien perusteella näytteelle saadaan määritettyä kalliolaatu sekä rakoilutiedot. Kallionäytteestä määritetään hankekohtaisesti sovitut ominaisuudet, mutta vähimmäismääränä Taulukon 30 ominaisuudet (Väylävirasto 2019).

Kaikki raot tulee edellyttää logattavaksi, jolloin myöhemminkin on mahdollista tarkastella esimerkiksi kalliolaatua eri luokitusjärjestelmän ohjeiden mukaisesti.

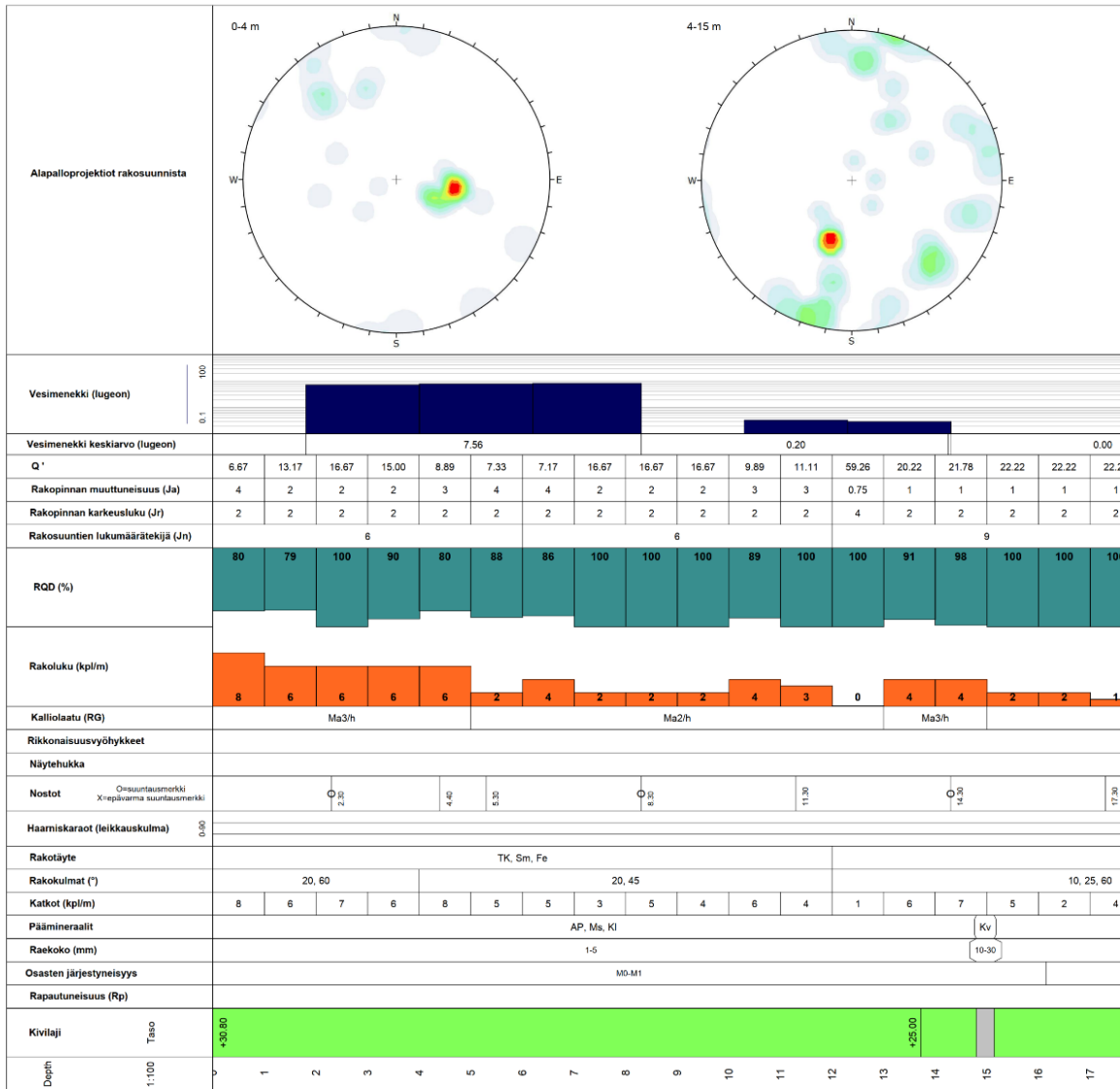
Taulukko 30. Kallionäytekairauksen sydännäytteestä määritettävät ominaisuudet (Väylävirasto 2019).

Määrite	Alamäärite	Määritteen nimikkeet	Huomautus	Viite a)
Rakennusgeologinen kallioluokitus:	Kivilaatu:			1
	- Rapautuneisuus	Rp 0-3		
	- Osasten järjestäytyneisyys	M, L, S sekä 0-3		
	- Raekoko	hieno-/ keski-/ karkea-/ suurirakeinen		
	- Mineraalit	Kv, Ms, Kl, AP, KR, TK, Sm		
	Rakoilu:			1
	- Rakoilutyyppi	kuutio-/ laatta-/ kiila-/ sekarakoilu		
	- Rakotiheys	Rk 1-4		
	- Rakojen laatu	tiivis, avoin, täytteinen	täytteisen raon rakotäyte	
	Kalliolaatu:	Ma1-3, Li1-3, Se1-3, Lö1-3, Ra		1
Kivilaji			raportoivan henkilön määrityksen mukaan	-
Rakoluku		kpl/m	ilmoitetaan joka metrille tai kalliolaadun osakokonaisuutta edustavin arvo	-
Haarniskaraot		syvyystieto kairauksessa		-
Rakokulmat		asteina		-
Näytehukka		näytehukan pituus senteissä (cm)	syvyysväli	-
Suunnatun näytteen luotettavuus		huono, kohtalainen, hyvä		-

(taulukko jatkuu:)				
Määrite	Alamäärite	Määritteen nimikkeet	Huomautus	Viite a)
Q-luokituksen mukainen kalliolaatu:	RQD-luku	0-100	ilmoitetaan joka metrille	2
	Jn (rakosuuntien lukumäärätekijä)	NGI-oppaan mukaisesti	ilmoitetaan joka metrille tai kivilajin osakokonaisuutta edustavin arvo	2
	Jr (rakopinnan karkeusluku)	NGI-oppaan mukaisesti	joka metrille merkittävin Q'-lukua alentava tai kivilajin osakokonaisuutta edustavin Jr/Ja-arvo	2
	Ja (rakopinnan muuttuneisuusluku)	NGI-oppaan mukaisesti	joka metrille merkittävin Q'-lukua alentava tai kivilajin osakokonaisuutta edustavin Jr/Ja-arvo	2
Heikkousvyöhykkeet (Q-luokitusta soveltaen)		RQD, Jn, Jr, Ja	Rikkonaisen kallion osuuksille määritetään Q-luokituksen mukaiset määritteet	2
Heikkousvyöhykkeet (RG-luokituksen mukaisesti)		RiI-V	RG-luokituksen rikkonaisen kallion rakennetyyppien mukaisesti	1
Näytteen geologinen sanallinen kuvaus			Sanallinen kuvaus tehdään koko näytteestä	-
Muut erityispiirteet näytteestä				-

a) 1) Rakennusalan kallioluokitus ja Rakennusgeologisen kallioluokituksen soveltaminen, VTT; 2) Using the Q-system, handbook, NGI

Kairasydämen loggaustulokset tulee aina vaatia esitettäväksi myös graafisesti. Graafisen esityksen voi tehdä esimerkiksi Kuvan 24 mukaisesti.



Kuva 24. Esimerkki kairasydännäytteen loggauksen graafisesta esitystavasta. /10/

Raportoinnin yhteydessä sydännäytteet tulee määrittää valokuvattavaksi näytelaatikoissaan järjesteltyinä ja suunnattuina niiltä osin kuin mahdollista. Valokuvat vaaditaan otettavaksi näytelaatikoittain sekä kuivana että märkinä. Valokuvassa ja valokuvan tiedostonimessä tulee ilmetä vähintään kairauksen tunnus, laatikon numero, projekti ja kairauksen syvyysväli.

Valokuvien tarkkuudelle tulee asettaa vaatimukset, jotta lopputuote on riittävän tarkka. Mahdollisesti myöhemmin tehtävää tarkempaa tarkastelua varten tulee valokuvien tarkkuuden olla vähintään 3072 x 2084 pikseliä ja tulostuksen resoluutio 300 dpi.

10. POHJAVESINÄYTTEENOTTO RAKENNUSTEKNISTEN VAIKUTUSTEN TUTKIMUKSIA VARTEN

10.1 Yleistä pohjavesinäytteenotosta

Pilaantuneiksi epäiltyjen pohjavesien näytteenotossa noudatetaan hankekohtaisesti sovittavia menettelyjä (ks. luku 4.3). Kun epäillään, että näytteenotto koskee pilaantunutta pohjavettä, tulee ottaa yhteyttä pilaantuneiden maiden ja pohjavesien näytteenottoon erikoistuneeseen asiantuntijaan.

Pohjavesi- ja vajovesinäytteiden ottoa seikkaperäisemmin on kuvattu muun muassa SGY:n ohjeessa *Ympäristögeotekninen näytteenotto-opas – Maa-, huokoskaasu- ja pohjavesinäytteet* (SGY 2002). Luvuissa 10.2 ja 10.3 rajaudutaan standardissa 22475-1 (SFS 2021) kuvattuun pohjavesinäytteenottoon, mikä liittyy muihin kuin pilaantuneiden pohjavesien tutkimuksiin, eli lähinnä rakennusteknisiin vaikutuksiin (mm. kemiallinen aggressiivisuus). Viimeisessä luvussa kuivaillaan lyhyesti pohjavesinäytteenotto kallioreiästä.

10.2 Pohjavesinäytteenoton yleiset vaatimukset

Pohjavesinäytteiden laatu määräytyy sen perusteella, missä määrin näyte sisältää alkuperäisiä ainesosia, kuten esimerkiksi kiintoainesta sekä liuennaita kaasuja ja suoloja, tai toisaalta missä määrin kairaus on aiheuttanut pohjavedessä muutoksia. Pohjavesinäytteiden avulla pyritään selvittämään esimerkiksi:

- kemiallinen aggressiivisuus ja vaikutus betoniin
- vaikutus korroosioon
- putkien ja suodattimien tukkeutuminen yms. riskit
- rakennustöiden aiheuttamat muutokset pohjaveden laadussa
- soveltuvuus esim. betonin valmistamiseen

Pohjavesinäytepisteiden määrä, sijainti ja syvyys määritetään ennakkoon. Jos kohteessa on useampia akvifereja, voi olla tarpeen ottaa näytteet jokaisesta erikseen. Jos pohjavesinäytteistä määritetään kemiallisia ominaisuuksia, kairauksen huuhtelussa saa käyttää vain ilmaa tai puhdasta vettä.

Pohjavesinäytteenotossa tarvitaan vähintään seuraavat laitteet ja välineet:

- puhtaita näyteputkia ilmatiiviillä korkilla
- pumppu
- pohjavesinäytteenotin
- lämpömittari
- lämpöeristetty laatikko tai jääkaappi näyteputkien kuljetusta varten

Tarkemmat laitteistovaatimukset tulee määrittellä sen mukaan, mitä ominaisuuksia pohjavesinäytteistä aiotaan määrittää. Näyteputkien tai -astioiden pitää olla puhtaita ja täysinäisiä, ja niiden materiaali pitää olla reagoimaton niihin kemiallisiin ominaisuuksiin nähden, joita määritetään (esim. lasia, polyeteeniä tai polypropeenia).

Pohjavesinäytteet tulee ottaa siltä syvyydeltä, mihin tuoretta pohjavettä kertyy. Muista lähteistä peräisin oleva vesi (puhdas tai pilaantunut) tulee pumpata pois ennen näytteenottoa. Asianmukainen pohjavesinäytteenotto kairareistä (tai pohjavesiputkesta) tulee varmistaa estämällä: (1) veden virtaaminen maanpinnalta tai toisesta akviferista ja (2) ilman tai huuhteluveden taikka maa-aineksen tunkeutuminen näytteenottosyvyyteen kairaamisen takia.

10.3 Näytteenottomenetelmät ja pohjavesinäytteiden käsittely

Näytteenotto pumppaamalla

Kun pohjavesinäyte otetaan pumppaamalla, pumppu tai veden sisäänotto tulee sijaita mahdollisimman lähellä tutkittavaa syvyyttä. Näytteet otetaan suoraan pumpun poistoletkun päästä. Esimerkiksi koepumppauksessa näytteenoton sulku ja/tai poistoletku tulee sijaita kaivon päällä.

Pumppauksen aikana seurataan veden sähkönjohtavuutta, pH-arvoa ja lämpötilaa, ja pumppausta jatketaan, kunnes arvot ovat tasaantuneet. Pumpatun veden tilavuus pitää kirjata ylös, ja mahdollinen pilaantunut vesi hävitetään asianmukaisesti.

Näytteenotto pohjavesinäytteenottimella tai alipainemenetelmällä

Pohjavesinäytteenotin (esim. "Bailer"-pohjavesinoudin) viedään tutkittavalle syvyydelle, jolloin vesi virtaa näytteenottimeen sen pohjasta tai sivulta ilman turbulenssia. Kaikkea kontaktia näytteen ja ilman välillä tulee välttää näytteenottimen täytön ja noston aikana. Heikosti vettä läpäisevissä maaperäolosuhteissa pohjavesinäytteitä voidaan ottaa alipainemenetelmällä näytepulloihin suodatinjärjen kautta.

Pohjavesinäytteet tulee kuljettaa laboratorioon vuorokauden sisällä näytteenotosta. Näytteet tulee suojata kuumuudelta, pakkaselta, valolta ja vahingoittumiselta. Kuljetuksen aikana lämpötilan tulee pysyä välillä +4 °C...+12 °C.

Pohjavesinäytteiden raportointi tehdään soveltuvin osin luvun 8 mukaisesti. Lisäksi näytteenottopöytäkirjaan kirjataan mitatut ominaisuudet kuten lämpötila ja pH sekä pohjavesinäytteenotossa tehdyt toimenpiteet.

10.4 Pohjavesinäytteenotto kallioreiästä

Vesinäyte voidaan ottaa tutkimusreiästä, näytteenottopaikka tulee arvioida niin, että näyte edustaa mahdollisimman hyvin rakennettavan kalliotilan ympäröivää pohjavettä.

Näytteenoton suunnittelussa ja toteutuksessa on varmistettava näytteen edustavuudesta. Näytteenottosuunnitelmassa on esitettävä järjestelyt, joilla varmistetaan otetun näytteen edustavan kalliopohjavettä, eikä esim. kairauksen huuhteluvesiä tai vesimenekikokeissa kallioon pumpattua vettä.

Kairauksen yhteydessä tehtävää vesinäytteenottoa luotettavampi ja edustavampi menetelmä on näytteenottoon soveltuvan kalliopohjavesiputken asentaminen ja erillinen näytteenotto putkesta 2–4 viikkoa asentamisen jälkeen.

Vesinäytteiden ottaminen ja analysointi tulee jakaa kahteen osaan: kenttämäärittäisiin ja laboratorioanalyysiin. Vesinäytteenottajan tulee olla vesinäytteiden ottoon sertifioitu näytteenottaja.

Vesinäytteenoton yhteydessä vaaditaan suoritettavaksi näytteelle seuraavat kenttämäärittäykset:

- lämpötila
- pH-arvo
- sähkönjohtavuus
- happipitoisuus.

Näytteenotosta laaditaan näytteenottopöytäkirja, jossa näyttenumerona käytetään kairareian tunnusta.

Vesinäytteiden varsinaiset laboratorioanalysoinnit vaaditaan suoritettavaksi Finas-akkreditoidussa laboratorioissa ja ohjelmassa esitetään määritettävät ominaisuudet. Kallion mekaanisten lujitusrakenteiden käyttöikämäärittelyä varten vesinäytteestä tehdään seuraavat analyysit:

- pH-arvo
- sähkönjohtavuus
- hiilidioksidipitoisuus (CO₂)
- sulfaattipitoisuus (SO₂⁻⁴)

- ammoniumpitoisuus (NH_4^+)
- magnesiumpitoisuus (Mg^{2+})
- happipitoisuus (O_2) ja hapen kyllästysaste
- arseenipitoisuus (Ar)
- kloridipitoisuus (Cl^-)
- kalsiumpitoisuus (Ca)
- rikkivetypitoisuus (H_2S).

Tämä luku perustuu Väylävirasto (2019) ohjeeseen, jota on täydennetty näytteenotolla kalliopohjavesiputkesta.

11. LÄHDELUETTELO

Kirjallisuus

- Autiola, M., Suonperä, E., Suvanto, S., Napari, M., Nylund, M., Kupiainen, V., Vienonen, S., Forsman, J., Suikkanen, T., Auri, J., Boman, A. & Mattbäck, S. (2022). Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin: Opas happamien sulfaattimaiden huomioimiseen ja vaikutusten hallintaan. Ympäristöministeriön julkaisuja 2022:3. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- Liikennevirasto. (2015). Geotekniset tutkimukset ja mittaukset. Suunnitteluvaiheen ohjaus. Liikenneviraston ohjeita 10/2015. Helsinki: Liikennevirasto.
- Di Buò, B. (2020). Evaluation of the Preconsolidation Stress and Deformation Characteristics of Finnish Clays based on Piezocone Testing. Väitöskirja, Tampereen yliopisto.
- Korhonen, K.-H., Gardemeister, R. & Tammirinne, M. (1974). Geotekninen maaluokitus. Geotekniikan laboratorio, tiedonanto 14. Otaniemi: VTT Valtion teknillinen tutkimuskeskus.
- Korkiala-Tanttu, L., Ristimäki, M. & Tolla, P. (2020). Häiriintymätön näytteenotto STI, STII ja norjalainen näytteenotin. Näytteenottoluokka A, maanäytteiden laatuluokka 1. SGY (Suomen Geoteknillinen Yhdistys).
- Liikennevirasto. (2015). Geotekniset tutkimukset ja mittaukset. Suunnitteluvaiheen ohjaus. Liikenneviraston ohjeita 10/2015. Helsinki: Liikennevirasto
- Liikennevirasto. (2018). Syvästabiloinnin suunnittelu. Liikenneviraston ohjeita 17/2018. Helsinki: Liikennevirasto.
- SFS. (2018a). Geotekninen tutkimus ja testaus. Maan tunnistaminen ja luokitus. Osa 1: Tunnistaminen ja kuvaus (SFS-EN ISO 14688-1:2018). Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- SFS. (2018b). Geotekninen tutkimus ja testaus. Kallion tunnistus, kuvaus ja luokitus (SFS-EN ISO 14689:2018). Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- SFS. (2021). Geotechnical investigation and testing. Sampling methods and groundwater measurements. Part 1: Technical principles for the sampling of soil, rock and groundwater (ISO 22475-1:2021). Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- SGY (Suomen Geoteknillinen Yhdistys). (2002). Ympäristögeotekninen näytteenotto-opas – Maa-, huokoskaasu- ja pohjavesinäytteet. Helsinki: SGY.
- Tolla, P. (2019). ”Kaikki irti porakonekairauksesta I”. Esitys Pohjatutkimuspäivässä 19.9.2019.
- Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista 214/2007. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2007/20070214>

Väylävirasto. (2019). Kalliotunnelin kalliotekninen suunnitteluohje. Väyläviraston ohjeita 28/2019. Helsinki: Väylävirasto.

Väylävirasto. (2021a). Sepelitikkerroksen laadun selvittäminen. Tutkimusohje. Väyläviraston ohjeita 36/2021. Helsinki: Väylävirasto.

Väylävirasto. (2021b). Ratojen routasuojaustarpeen selvittäminen. Tutkimusohje. Väyläviraston ohjeita 37/2021. Helsinki: Väylävirasto.

Ympäristöministeriö. (2015). Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje. Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2015. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Kuvien viitteet

/1/ Sami Kankaanpää

/2/ Monica Löfman

/3/ Geonor AS, <https://www.geonor.no/products/soil-sampling>

/4/ Terra-Team Oy, https://terra-team.fi/tutkimuskalustot/iskuporaus_naytteenottimet/,
https://terra-team.fi/tutkimuskalustot/teraputket_ja_osat/

/5/ Eetu Pussinen

/6/ Sami Jokinen

/7/ Juha Lyytikäinen, GWM-Engineering Oy, <https://www.gwm-engineering.fi/fi/tuoteryhmat/limnologia-sedimentti/>

/8/ Bruno Di Buò, <https://trepo.tuni.fi/handle/10024/119843>

/9/ Piri Harju (AFRY Finland Oy)

/10/ Väylävirasto (Väyläviraston ohjeita 28/2019, Kalliotunnelin kalliotekninen suunnitteluohje)

LIITE 1 – NÄYTTEENOTON KENTTÄPÖYTÄKIRJAT (MALLIT)**Kategorian A–B näytteenotto** Kenttäpöytäkirja POHJATUTKIJA OY

Tilaaja: Pohjatutkimusohjelma: Työkohde:
 Työnumero: Pistenumero:km/pl: vas/oik:
 Koordinaatit: X: Y: Z: Järj.:
 Pistein siirto (myös tasomuutos):

Näytteenotin: STII Muu

Näytteen halkaisija: mm Näytteen pituus: mm

Työputki: Ei Kyllä Työputken halkaisija: mm Ajosyvyys: m

Huuhelutekniikka: Kairavaunu: Pohjavedenpinta: m

Näytteenoton syvyys m		Näytteen alapään syvyys m	Tyhjä	Vajaa	Täysi	Kategoria	Näytteen numero	Maalaji	Huomiot ^{a)}
Aloitus:	Lopetus:								
Aloitus:	Lopetus:								
Aloitus:	Lopetus:								
Aloitus:	Lopetus:								
Muut tiedot/huomiot:									

*Huomiot näytteen ominaisuuksista ja häiriintyneisyydestä (onko kuroumaa, paljonko vajaa, yms).

Päteväksi osoitetun käyttäjän nimi ja allekirjoitus:

.....

Pvm: Lämpötila (sää): Sivu:/.....

Kategorian C–E näytteenotto Kenttäpöytäkirja POHJATUTKIJA OY

Tilaaaja: Pohjatutkimusohjelma: Työkohte:

Työnumero: Pistenumero: km/pl: vas/oik:

Koordinaatit: X: Y: Z: Järj:

Pisteen siirto (myös tasomuutos):

Näytteenotin/-ottimet:

Näytteen halkaisija(t): mm Näytepituus: mm Liuskasulkija: Ei Kyllä Työputki: Ei Kyllä Työputken halkaisija: mm Ajosyvyys: m

Huuhtelutekniikka: Kairavaunu: Pohjavedenpinta: m

Näytteenoton syvyys (m)		Näytteen numero	Maalaji	Otin ^{a)}	Kategoria	Huomiot ^{b)}
Aloitus:	Lopetus:					
Aloitus:	Lopetus:					
Aloitus:	Lopetus:					
Aloitus:	Lopetus:					
Aloitus:	Lopetus:					
Aloitus:	Lopetus:					
Aloitus:	Lopetus:					
Aloitus:	Lopetus:					

Muut tiedot/huomiot:

^{a)} heij = heijarikairan näytteenotin; ikk = ikkunaotin; kan = kannuotin; kik = kierrekaira; lpv = läpivirtausnäytteenotin; pmk = pienoismäntäotin; pot = putkiotin; pos = sisäputkellinen putkiotin; ska = suokaira.

^{b)} Huomiot liittyen näytteen edustavuuteen, laatuun, ottotapaan, yms.

Päteväksi osoitetun käyttäjän nimi ja allekirjoitus:

.....

Pvm: Lämpötila (sää): Sivu:/.....

LIITE 2 – KOEKUOPPATUTKIMUKSEN KENTTÄPÖYTÄKIRJA (MALLI)

Koekuoppittaja Oy

Kenttäpöytäkirja

Koekuoppatutkimus

Kohteen tiedot

Työn nimi/kohde:		Työnumero:	
Tilaaaja:		Pohjatutkimusohjelma:	

Koekuopan tiedot

Koekuopan tunnus:		Aukikaivu pvm:	
Sijainti, X-koord.		Koord. järjestelmä:	
Sijainti, Y-koord.		Koord. järjestelmä:	
Maanpinta, Z-koord.		Koord. järjestelmä:	
Kaivutapa:		Kuopan syvyys:	
Havainnot vesipinnasta:		Kuopan leveys:	
Valokuvat (kpl):		Kuopan pituus:	

Havainnot maakerroksista

Syvyys (m)	Maakerros (maalajiarvio)	Huom. (kivisyys, lohkareisuus, täyttö vai luonnonmaa, yms)

Näytteenotot koekuopasta

Syvyys (m)	Näytteenotto-menettelmä	Näyte-tunnus	Maalaji	Näytteenotto-kategoria	Huom.

Huom/ muut havainnot:

(esim. havaitut jätteet, putket, kaivettavuus, koekuopan seinien stabiilius, koekuopan täyttö/suojaus..)

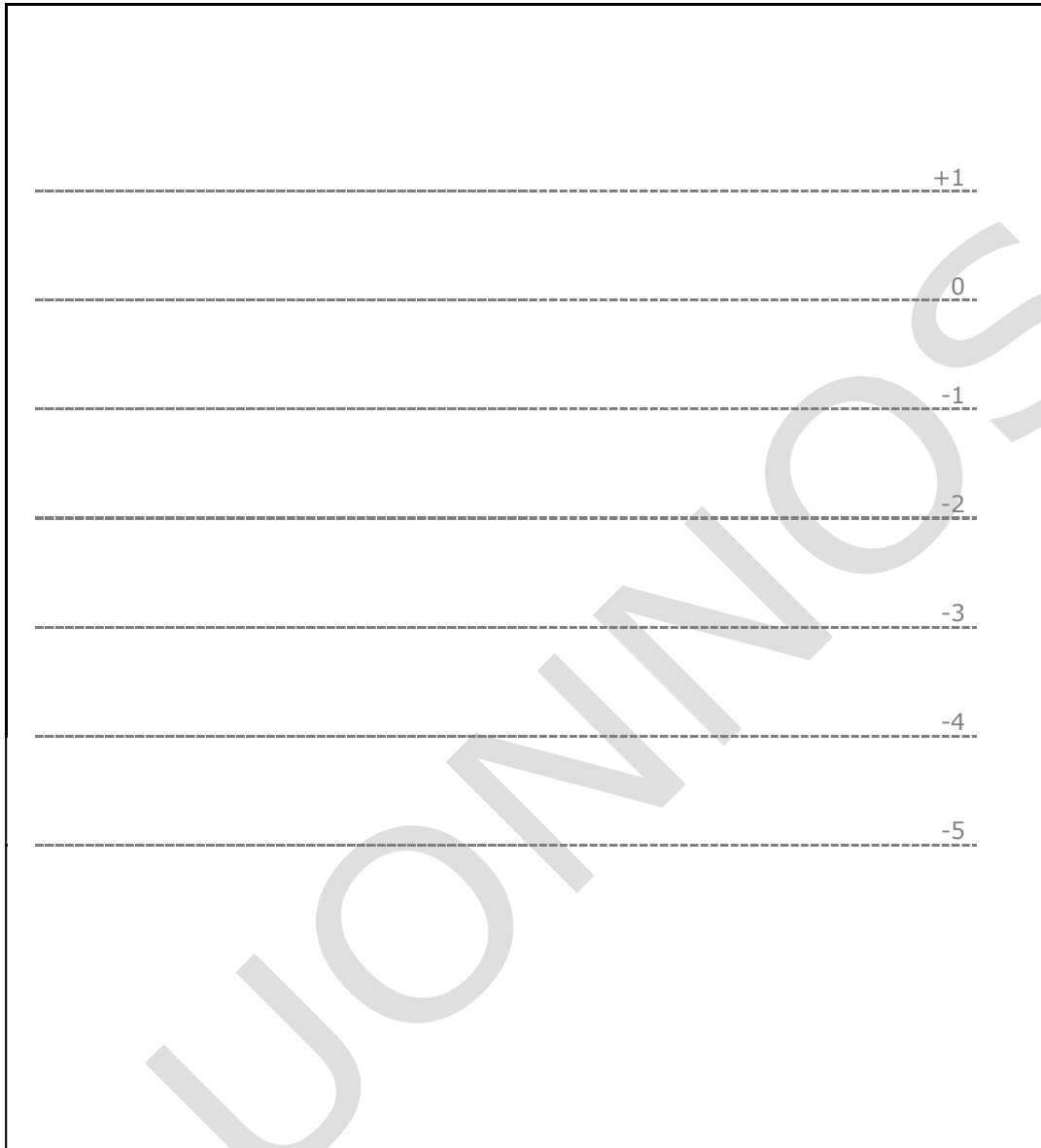
Päteväksi osoitetun käyttäjän (kuoppittajan) nimi ja allekirjoitus:

.....

Koekuopittaja Oy

Kenttäpöytäkirja

Koekuoppatutkimus

Koekuopan periaatekuva (leikkaus, ei mittakaavassa)

Koekuopan tunnus:		Aukikaivu pvm:	
Kohde:		Piirtäjän nimi:	

LIITE 3 – MAANÄYTTEEN HÄIRIINTYMISEN SYITÄ JA ESIMERKKEJÄ

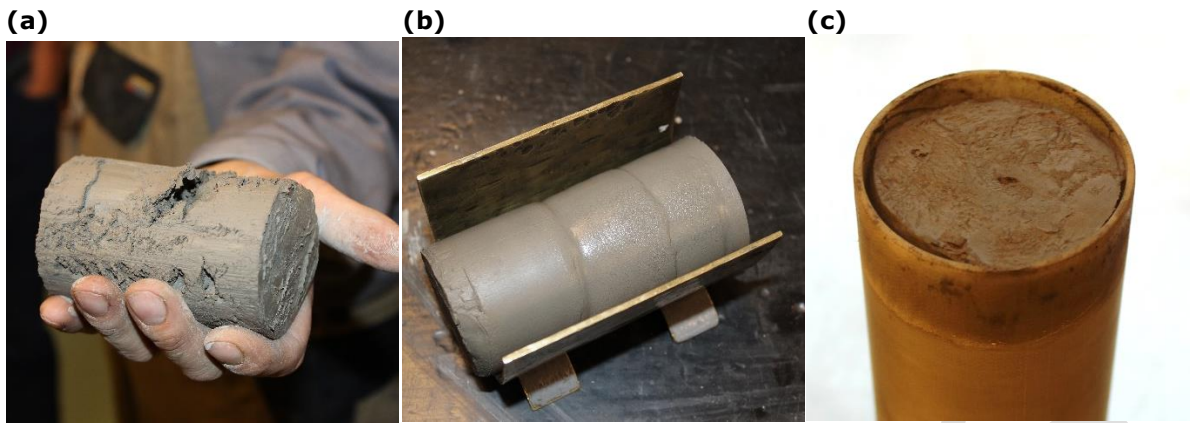
Häiriintymisen syitä

Maanäytteen häiriintymistä voivat aiheuttaa esimerkiksi:

- maan rakenteen rikkoutuminen sen seurauksena, kun näytteenottoputki puristetaan (painetaan) tai lyödään maahan
- vedosta ja väännöstä aiheutuvat jännitykset, jotka syntyvät, kun maanäyte erotetaan pohjamaasta (mm. näytteen katkaiseminen kiertämällä)
- näytteenottoputken ja näytteen välisen rajapinnan kitkan aiheuttamat jännitykset ja karkean aineksen aiheuttamat onkalot rajapinnassa
- tyhjiön tai osittaisen tyhjiön muodostuminen näytteen alapuolelle näytteen ylös nostamisen seurauksena
- kaasujen laajeneminen, koska vallitseva jännitys häviää näytteen ylös nostamisen seurauksena
- näytteen poistaminen näyteputkesta kovakouraisesti
- näytteen käsittely maastossa, kuljetus ja säilytys
- ajan aiheuttama häiriintyminen näytteenotossa ja laboratoriokokeessa
- maanäytteen trimmaaminen haluttuun muotoon kovakouraisesti laboratoriossa
- hapettuminen näytteen altistuessa aerobisille olosuhteille
- maanäytteen vesipitoisuuden alentuminen veden haihtumisen seurauksena
- lämpötilamuutosten aiheuttamat kemialliset muutokset
- jäätyminen tai vaurioituneiden näyteastioiden aiheuttama fysikaalinen häiriintyminen
- tiivistyminen ja veden poistuminen kokoonpuristumisen seurauksena näytteenoton aikana, tai kun näyte työnnetään ulos näyteputkesta
- tärinän (poraus, näytteiden käsittely, kuljetus) aiheuttama tiivistyminen tai veden poistuminen
- näytteen paisuminen jännitystilän purkaantuessa maanpinnalla
- näytteiden pitkäaikainen säilytys: laboratoriokokeet on suositeltavaa tehdä mahdollisimman pian näytteenoton jälkeen, sillä näytteiden laatu voi kärsiä säilytyksen seurauksena.

Esimerkkejä maanäytteen häiriintymisestä

Kun otetaan näytteenottokategorian A–B savinäytteitä ja tavoitellaan laatuluokkaa 1, näytteen tulee olla pinnaltaan ehjä, yhtenä kappaleena, ja muodoltaan näyteputken sisämittoja vastaava. Kuvassa 1 on esitetty savinäytteiden häiriintymisen muotoja (näytteenottimena STII-mäntäotin). Kuvan 1a savinäytettä (liejuinen savi) on säilytetty liian kauan, minkä vuoksi näyte on tarttunut messinkisen putken seinämiin, mikä ilmenee pinnan repeilynä. Kuvan 1b savinäyte (laiha savi) on mennyt poikki todennäköisesti näytettä ylös nostattaessa. Näytteestä oli suunniteltu tehtävän kolmiaksaalikoe, mutta katkenneelle näytteelle koetta ei voida tehdä. Kuvan 1c savinäyte on kuroutunut eli venynyt näytteenottimen ylösnoston aikana, minkä vuoksi näytteen halkaisija on pienempi kuin näyteputken sisähalkaisija. Kuroutuneille näytteille ei välttämättä voida tehdä ödometrikoetta, sillä näytteen ja ödometrenkaan välissä ei saa olla rakoa.



Kuva 1. Esimerkkejä häiriintyneistä savinäytteistä (ST II): (a) näytteen pinta repeillyt näytteen ja putken välisen kitkan vuoksi, (b) näyte katki ainakin kahdesta kohtaa, ja (c) näyte "kuroutunut" eli venynyt, mikä näkyy rakona näytteen ja putken välissä. /1/

Kun epäillään että otettava maanäyte edustaa happamia sulfaattimaita, on ensiarvoisen tärkeää välttää näytteen altistuminen hapelle (hapettuminen), jotta laboratoriokokeista saadaan luotettava tulos. Laboratoriokokeiden lisäksi pH-määritys kenttäkokeella on suositeltavaa. Mikäli maanäytteet laitetaan ämpäreihin, hapettuminen on vähäisempää, kun ämpäri on täysinäinen ja näyte ämpäriin tiiviisti aseteltu (jolloin näyte hapettuu vain pinnasta) ja kansi hyvin tiivistetty. Kuvassa 2 on esimerkki vajaasta ämpäristä, missä hapettumiselle altis näytepinta-ala on huomattavasti suurempi kuin täysinäisen ämpäriin tapauksessa olisi. Näytteen hapettumista vajaassa astiassa voidaan ehkäistä painelemalla näyte tiiviisti (mutta varoen) astian pohjalle ja peittämällä näytteen pinta esimerkiksi muovipussilla, jotta näyte ei ole suoraan kosketuksissa ilman kanssa.



Kuva 2. Esimerkki vajaasta näyteämpäristä, jossa hapettuminen pääsee tapahtumaan. /2/

Kuvien viitteet

/1/ Monica Löfman

/2/ Harri Jyrävä

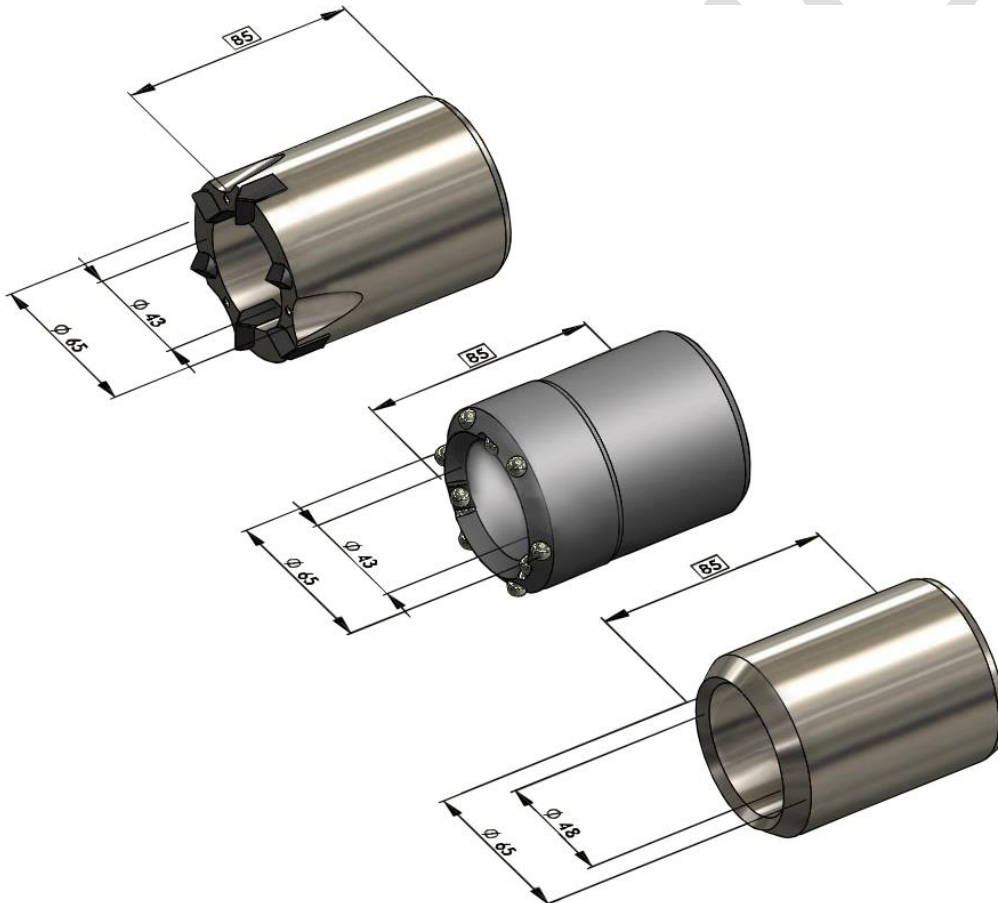
LIITE 4 – KUVIA NÄYTTEENOTTIMISTA JA LISÄVARUSTEISTA

Tässä liitteessä kuvataan erilaisia näytteenottimia sekä lisävarusteita periaatekuvien ja valokuvien avulla.

Kuvassa 1 on esimerkki liuskasulkijasta (myös "liuskesulkija" ja "jarru"). Kuvassa 2 on periaatepiirroksiset kovametalliterästä, nastakovametalliterästä eli kruunusta ja maakengästä.



Kuva 1. Liuskasulkija. /1/



Kuva 2. Erilaisia terävaihtoehtoja (viistosti ylhäältä alas): kovametalliterä, nastakovametalliterä ja maakenkä. /1/

Kuvassa 3 on esimerkkejä näytteiden valokuvaamisesta, ennen kuin näyte irrotetaan näytteenottimesta.



Kuva 3. Näytteen valokuvaaminen ennen näytteen irrottamista ottimesta: (a) Iso suokaira, (b) Kierrekaira, (c) Ikkunaotin. /2/

Suokaira-näytteenotinta (Kuva 3a) käytettäessä näyte voidaan valokuvata sen jälkeen, kun näytteenotin on avattu kääntämällä ottimen läppä. Alla olevassa kuvassa on 1 m pitkä 60 mm suokaira, ja savinäytteessä erottuvat tummat, mahdollisesti sulfidia sisältävät kerrokset. Näytteenottimen keskellä on rakenteellista jäykkyyttä lisäävä tukirakenne, joka katkaisee näytteen kahteen osaan.

Kierrekairan (Kuva 3b) "kuoriminen" näytteenoton jälkeen on tärkeää, jotta näytteenottimeen ei jää näytettä muista kuin tutkituilta syvyyksiltä. Kuvassa 3b näkyy kierrekaira täynnä savinäytettä kuorimisen jälkeen.

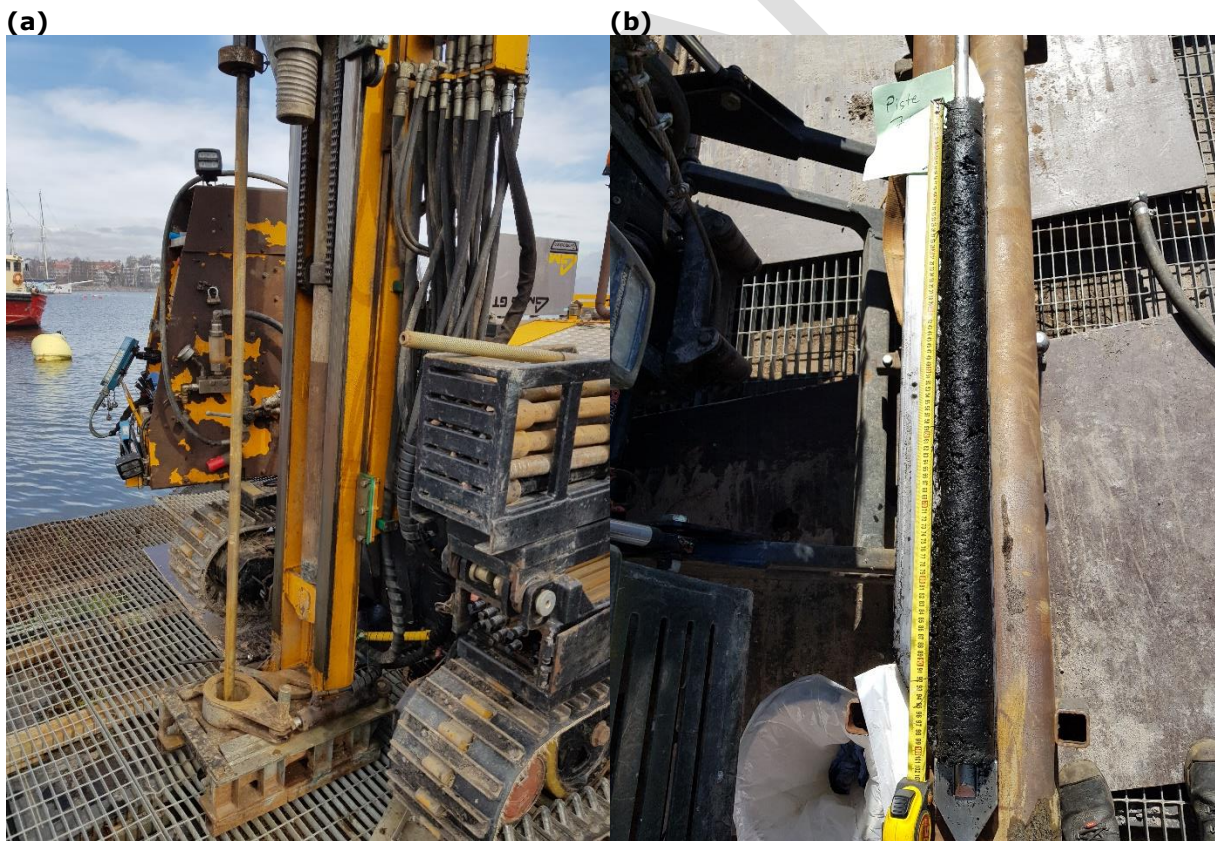
Kuvassa 3c on esimerkki ikkunaottimen valokuvaamisesta. Valokuvauksen jälkeen näyte poistetaan ikkunaottimesta ravisuttamalla (esim. ruuvimeisselin avulla) näyte ottimen alapäästä nastakovametalliterän läpi näyteastiaan.

Kuvassa 4a on esimerkki STII-näytteenotossa tarvittavista varusteista. Otin on asetettu vaakatasoon telineen eli "pukin" varaan näyteputkien poiston ajaksi. Näyteputket laitetaan pystyasentoon niille tarkoitettuun kuljetuslaatikkoon. Teltalla voidaan suojata näytteitä ottimen purkamisen aikana sekä liialta kuumenemiselta että jääytymiseltä (Kuva 4b).



Kuva 4. (a) STII-näytteenotin asetettu telineeseen putkien purkua varten, ja (b) STII-näytteenottoa talvella. /2/

Näytteenotto pohjasedimenteistä joudutaan usein tekemään lautalta (Kuva 5a). Pehmeistä pohjasedimenteistä näytettä voidaan ottaa esimerkiksi suokairalla (Kuva 5b).



Kuva 5. (a) Pohjasedimenttinäytteenottoa lautalla, ja (b) Näyte suokaira-ottimen avaamisen jälkeen. /2/

Kuvien viitteet

/1/ Terra-Team Oy, https://terra-team.fi/tutkimuskalustot/iskuporaus_naytteenottimet/

/2/ Sami Kankaanpää

LIITE 5 – MAALAJIEN SILMÄMÄÄRÄINEN TUNNISTAMINEN

Maanäytteen maalaji määritetään laboratoriossa lajitepitoisuuteen (Taulukko 1) eli rakeisuuden sekä humuspitoisuuden perusteella (Geotekninen maalajiluokitus eli GEO-maalajiluokitus, Korhonen *et al.* 1974). Kivennäismaalajit nimetään 60 (64) mm seulan läpäisseen aineksen perusteella – kivien ja lohcareiden määrä ei siis vaikuta maalajin nimeen, mutta niiden määrä on maalajia tai maakerrosta kuvattaessa ilmoitettava erikseen. Päälajitteiden lisäksi luokituksessa on määritelty alalajitteita, kuten esimerkiksi hienosora (raekoko >2,0...6,0 mm) tai pienet kivet (raekoko >60...200 mm). Hienoaineksen rajana on 0,06 mm (tarkalleen ottaen 0,063 mm), eli näytteen hienoaines on savi- ja/tai siltilajitetta.

Taulukko 1. Kivennäismaalajien (pää)lajitteet.

Päälajitteen nimi	Lyhennys	Rakeiden läpimitta, mm	Huom.
Savi	Sa	≤ 0,002	Pääosin hienoainesta eli ≤ 0,06 mm
Siltti	Si	> 0,002...0,06	Pääosin hienoainesta eli ≤ 0,06 mm
Hiekka	Hk	> 0,06...2,0	
Sora	Sr	> 2,0...60,0	
Kivet	Ki	> 60...600	Ei vaikuta maalajin nimeen
Lohkareet	Lo	> 600	Ei vaikuta maalajin nimeen

Näytteenottaja tekee alustavan maalajiarvion maanäytteenoton ja koekuoppatutkimusten yhteydessä. Tässä liitteessä annetaan ohjeita tällaiseen maalajien silmämääräisen tunnistamiseen, mikä perustuu maanäytteen/-kerroksen ulkonäköön ja käsiteltävyyteen. Varsinainen maalajin silmämääräinen nimeäminen käsiteltävyysskokeineen tapahtuu kuitenkin aina laboratoriotutkimusten yhteydessä.

Karkearakeisten maalajien (sora ja hiekka) ja **moreenimaalajien** maarakeet ovat ainakin pääosin silmin havaittavissa, ja näin ollen maan lajitepitoisuudet ja siten maalaji on arvioitavissa pelkän näköhavainnon perusteella (Taulukko 2). Karkearakeisista maalajeista ja moreeneista käytetään myös nimitystä "kitkamaat".

Taulukko 2. Karkearakeiset maalajit ja moreenimaalajit.

Maalaji (lyhenne)	Kuvaus	Tuntomerkkejä	Muuta
Hiekka (Hk), Sora (Sr)	Karkearakeisia maalajeja, usein lajittuneita ja hienoainepitoisuus on pieni	Hiekka ja sora ovat yleensä peseytyneitä ja puhtaita maalajeja, joissa on yleensä vähän hienoainesta. Puhtaan hiekan ja soran väri on yleensä kirjava, sillä hienoaines ei ole liannut rakeita. Hiekan ja soran rakeet ovat pyörityneitä, ja hienossakin hiekassa rakeet on vielä paljain silmin havaittavissa.	Hiekan ja soran hienoaines voi tehdä suurempien rakeiden pinnat pölyisiksi ja aiheuttaa kuivan maa-aineksen pölyämistä.
Silttimoreeni (SiMr), Hiekkamoreeni (HkMr), Soramoreeni (SrMr)	Moreenit ovat jäätikön toimintojen tuloksena syntyneitä lajittumattomia maalajeja. Silttimoreenissa (siMr) on yli 50 % hienoainesta.	Moreeneissa on aina hienoainesta, mikä tekee kuivan moreenin suurempien rakeiden pinnat pölyisiksi ja kostean moreenin rakeet likaisiksi. Moreeneissa on yleensä suuriakin rakeita ja usein kiviä ja lohkarkeitä, jotka ovat muodoltaan kulmikkaita. Kuivana moreenimaa on hyvin tiivistä ja käsityökaluin vaikeasti kaivettavaa. Silttimoreeni pölyää kuivana voimakkaasti, ja märkänä muuttuu tärinän vaikutuksesta juoksevaksi. Soramoreenin pölyäminen on vähäistä.	Moreenin väri on yleensä harmaa, mutta lähellä humusmaakerrosta voi olla rusehtavaakin.

Hienorakeisten maalajien (savi, siltti, ja liejuinen savi/siltti) yksittäisiä maarakeita ei voi nähdä paljain silmin, minkä vuoksi maalajin tunnistus nojautuu enemmän mm. käsiteltävyyden tutkimiseen (Taulukko 2). Taulukossa humuspitoisuus tarkoittaa eloperäisen aineksen massaosuutta suhteessa näytteen kuivamassaan. Hienorakeisista maalajeista käytetään myös nimitystä ”koheesiomaat”, sillä maarakeiden välillä on sähkökemiallisia sidoksia, mikä saa maakappaleen säilyttämään muotonsa verrattain hyvin myös maaperästä irrottamisen jälkeen. Näistä sähkökemiallisista sidoksista sekä voimakkaasta kutistumisesta johtuen kuivumaan päässeet saviroiskeet tarttuvat erittäin lujaa kiinni näytteenottimien ja kairatankojen yms. pintoihin. Taulukon maalajien lisäksi voidaan puhua kuivakuoresta ja mäkisavesta. Kuivakuorikerros on savikko-alueilla tavattava ylimmäinen jäykkä ja kuivahko maakerros, joka on yleensä humuspitoista savea. Kuivakuoren vesipitoisuus ja rakoilu vaihtelevat vuodenaikojen mukaan. Mäkisavi on savikerros, joka on kokonaan kuivakuorta, eli kuivakuoren alapuolinen pehmeä savi puuttuu. Mäkisavea esiintyy kaltevilla maastoissa, missä savikerros pääsee kauttaaltaan kuivattumaan.

Taulukko 2. Hienorakeiset maalajit.

Maalaji (lyhenne)	Kuvaus	Tuntomerkkejä	Väri	Muuta
Savi (Sa)	Vähintään 30 % savilajitetta. Lihavassa savessa (liSa) savipitoisuus (eli savilajitteen osuus) on yli 50 %. Laihassa savessa (laSa) savipitoisuus on 30...50 %	Muovailtavuus: luonnonkosteana savi voidaan kierittää sormilla kämmentä vasten alle 2 mm paksuksi tangoksi. Kosteana hyvin sitkeää. Kuivuessaan savi kutistuu voimakkaasti, ja kuivaa savipala ei juurikaan murskaannu sormivoimin. Savi ja erityisesti liSa ei sormin hangattessa pölyä ja veitsellä leikattu pinta on sileä ja kiiltävä. Laihalla savella edellä mainitut ominaisuudet tulevat esiin epäselvempinä.	Sinertävä, harmaa, ruskea, toisinaan punertava tai jopa lähes musta ^{b)}	Kuivakuoren alapuolinen pehmeä savi on kosteaa ja liukasta sormien välissä. Olomuoto kermaviillin kaltaista.
Siltti (Si) ^{a)}	Hienoainesta vähintään puolet, ja savipitoisuus alle 30 %.	Luonnonkosteana kiinteää, mutta esimerkiksi työkalujen, työkoneiden tai liikenteen aiheuttama tärinä muuttaa siltin helposti juoksevaksi tai venyväksi. Muovailtavuus on heikko. Veitsellä leikattuun pintaan muodostuu usein himmeä tai jauhomainen pinta. Kuivuessaan siltti kutistuu vain vähän ja kuivana siltti murenee helposti ja pölyää voimakkaasti.	Kuivana väri on vaalean harmaa	Luonnonkosteana sotkevaa. Ohuena kerroksena kuivuu muutamassa minuutissa sormelle pölyksi.
Liejuinen savi (ljSa), Liejuinen siltti (ljSi)	Sisältävät luonnontilassa humusta (humuspitoisuus 6...20 %). Voivat sisältää sulfideja ja mm. kotiloiden kappaleita.	Jonkin verran muovailtavia mutta repeilevät helposti. Tuore ljSa on pehmeää, joustavaa ja hyytelömäistä. Kuivuessaan ljSa halkeilee suorasärmäisiksi tasopintaisiksi kappaleiksi, jotka eivät hajoa vedessä.	rusehtava, vihertävän harmaa tai musta (hasu-maat, sulfidisavet)	

^{a)} Hieno siltti vastaa aiemmin käytössä olleen RT-luokituksen hiesua. RT-luokituksen hieta sijoittuu rakeisuudeltaan karkean siltin ja hienon hiekan alueelle.

^{b)} Musta väri (voi ilmetä myös kerroksina tai pilkkuna) on aina kirjattava huomioihin, sillä se voi olla merkki happamasta sulfaattimaasta.

Eloperäisten maalajien osalta GEO-luokituksen mukaisia maalajeja ovat turve (Tv) ja lieju (Lj), mutta näiden lisäksi silmämääräisessä tunnistuksessa voidaan käyttää Taulukon 3 mukaisia maalajinimityksiä.

Taulukko 3. Eloperäiset maalajit ja niihin läheisesti kuuluvat maalajit

Maalaji (lyhenne)	Kuvaus	Tuntomerkkejä	Väri
Raakaturve (RTv)	Kostuu pääasiassa maatumattomasta kasviaineksesta, joka on sitkeää ja kimmoista	Nyrkkiin puristaessa turpeesta erkanee kirkasta tai sameaa vettä	Ruskea
Keskinkertaisesti maaton turve (KTV)	Kasvijätteet ovat enää vain osittain havaittavissa	Nyrkkiin puristaessa turve hajoaa osittain puuromaiseksi massaksi, josta noin kolmannes pusertuu ulos sormien välistä	Musta tai rusehtava
Maaton turve (MTv)	Yhtenäistä puuromaista massaa, kasviosia ei havaittavissa	Nyrkkiin puristaessa koko turvemassa puristuu sormien välistä ulos. Kuiva maaton turve pölyää ja murenee helposti	Tuoreena tumma, kuivana usein tummanruskea
Muta (Mu)	Pääasiassa veden mukana kulkeutunutta, vesistöjen pohjalle kerrostunutta eloperäistä ainesta	Hyvin löyhää. Kuivana purumaista	Mustanruskea. Kuivuessa väri ei juurikaan muutu
Humusmaa (Hm)	Maanpinnassa oleva ohut kasvukerros, jossa on eloperäistä ainesta yli 20 %	Kuohkeaa, helposti murenevaa. (Puhkielessä myös "ruokamulta")	Musta, tummanruskea tai harmaa
Lieju (Lj)	Koostuu sekä eloperäisestä aineksesta että kivennäisaineesta. Liejun humuspitoisuus on yli 20 %. Savisessa liejuissa (saLj) tai savisessa siltissä (silLj) humusta on 6...20 %	Luonnonkosteana tuntuu kimmoisalta, mutta ei ole muovailtavaa vaan repeilee helposti. Haju on yleensä epämiellyttävä. Kuivana lieju on kovaa, sarvimaista ja kevyttä	Tuoreena harmaan-vihreä tai rusehtava

Yllä mainitut maalajit ovat edustavat ns. luonnonmaata. Näiden lisäksi usein tavataan **täyttömaata**, jota merkitään lyhenteellä Ta. Täyttömaat ovat keskimäärin löyhempiä kuin luonnonmaakerrokset. Täyttömaita voidaan kuvata raekoon perusteella (GEO-luokituksen mukaiset lajitteet, esim. hiekka ja sora), mutta täyttöjä varten laadittua maalajiluokitusjärjestelmää ei ole. Jotkut täytöt ovat peräisin luonnonmaasta (esim. soramontusta haettu hiekka ja sora), mutta vielä yleisempiä ovat erilaiset **murskeet**. Esimerkiksi soran raekokoa vastaava täyttö voidaan valmiista kalliolouheesta murskaamalla. Termiä **sepeli** käytetään sellaisista murskeista, joista on seulottu pois hienoaines. Verrattuna luonnonhiekkään ja -soraan, murskeiden rakeet ovat teräväreunaisempia. Täytöt voivat koostua myös rakennusten ja rakenteiden purkumateriaaleista, kuten esimerkiksi betonimurske tai tiilimurske. Monet täytöt sisältävät karkean maa-aineksen lisäksi hienoainesta, ja maa-aineksen seassa voi olla jätettä tai esimerkiksi asfaltinpalasia. Täyttömaa voi koostua myös hienorakeisista maalajeista, kuten kaivumaista peräisin olevaa savea, silttiä tai liejua.

Kirjallisuutta

Korhonen, K.-H., Gardemeister, R. & Tammirinne, M. (1974). Geotekninen maaluokitus. Geotekniikan laboratorio, tiedonanto 14. Otaniemi: VTT Valtion teknillinen tutkimuskeskus, https://www.vttresearch.com/sites/default/files/julkaisut/muut/1970s/geotekniikan_tiedonanto_14.pdf

Rantamäki, M., Jääskeläinen, R. & Tammirinne, M. (1997). *Geotekniikka*. Espoo: Otatieto. 307 s

LIITE 6 – LABORATORIOKOKEISIIN TARVITTAVA NÄYTTEEN MÄÄRÄ

Näytteenoton ohjelmointi tulee tehdä siten, että maanäytteen määrä riittää haluttujen ominaisuuksien määrittämiseen laboratorioissa. Tarvittava määrä riippuu etenkin seuraavista tekijöistä:

- laboratoriokoestandardin määrittelemä vähimmäismassa näytteelle, mikä määräytyy useimmiten näytteen maksimiraekoon mukaan
- laboratorion koelaitteiston mitat (näyteko voi olla vakioitu)
- voidaanko laboratoriokoe tehdä näytteelle, josta on jo määritetty joitakin luokitusominaisuuksia (jolloin yhtä osuutta maanäytteestä voidaan käyttää useammassa laboratoriokokeessa)

Raekokoja vastaavat lajitteet (maalajit) löytyvät Liitteestä 5.

Hienorakeiset maalajit

Koonti yleisimmistä hienorakeisten maalajien (savi, siltti) laboratoriokokeista Suomessa, sekä niihin tarvittavista näytteistä, on kuvattu Taulukossa 1. Taulukkoon on lisäksi kuvattu suuntaa-antava arvio tarvittavasta näyteosuudesta, kun näytteet on otettu 50 mm sisähalkaisijan näyteputkeen (esim. STII). Kun tarvittava näytemäärä on määritelty kuivamassana, todellinen tarvittava näyteosuus putkesta riippuu etenkin näytteen vesipitoisuudesta.

Yleisesti ottaen voidaan todeta, että mikäli aiotaan tehdä vain luokituskokeita sekä ödometrikoe, jopa vain STII-näyteputki (yksittäisen putken pituus 170 mm) riittää, jos näytteen laatu on hyvä ja putki on täysinäinen. Käytännössä siis yksi STII-näytteenotto (3 kpl näyteputkia) tai yksi Geonor-näytteenotto on tällöin sopiva määrä näytettä per tutkittava maakerros. Jos aiotaan tehdä kolmiakksiaalikoiteita, tarvitaan 3 kpl 10 cm korkeita koko pituudeltaan ehjiä näytteitä, joten etenkin STII-näytteenotossa on tällöin tarkistettava, että putket ovat täysinäisiä ja näytteiden laatu hyvä, jotta näytettä on riittävästi laboratoriokokeita varten.

Taulukko 1. Hienorakeisten maalajien (savi, siltti) laboratoriokokeet ja tarvittavat näytemäärät.

Määritettävä ominaisuus	Koe	Noudatettava standardi	Tarvittava näyte	Standardin mukainen näytteen vähimmäiskoko (D = halkaisija, H = korkeus)	Tarvittava osuus näyteputkesta (jos Ø50 mm)
Irtotiheys	Lineaarinen menetelmä	SFS-EN ISO 17892-2:2015	Luonnon-kosteaa, ehjä	50 cm ³	n. 2,6 cm ^{a)}
Suljettu leikkauslujuus (sekä häiritty lujuus ja sensitiivisyys)	Kartiokoe	SFS-EN ISO 17892-6:2017	Luonnon-kosteaa, ehjä	D ≥ 50 mm, H ≥ 25 mm	Suositus: n. 6...7 cm ^{a)}
Hienousluku (kartiokoe-juoksuraja, Atterbergin raja)	Kartiokoe	SFS-EN ISO 17892-12:2018	Luonnon-kosteaa (häiritty)	200 g (alle 0,4 mm raekoon näytettä)	n. 6...7 cm ^{a)}
Vesipitoisuus	Kuivaus lämpökaapissa	SFS-EN ISO 17892-1:2015	Luonnon-kosteaa	30 g	n. 1,5 cm ^{a)}
Rakeisuus (maalajiluokitus)	Hydrometrikoe (areometri)	SFS-EN ISO 17892-4:2016	Kuiva, jauhettu	20...30 g alle 0,063 mm raekoon kuivaa ainesta. Suositus: 50 g (100g, jos karkeampaa)	n. 2,5 cm ^{a),b)}
Humuspitoisuus (maalajiluokitus)	Kuivapoltto-menetelmä	(CEN ISO 17685-1, ei ole vielä julkaistu)	Kuiva, palasina	Suositus: 20...30 g (GLO-85)	n. 2,5 cm ^{a),b)}
Kiintotiheys	Pyknometrikoe	SFS-EN ISO 17892-3:2015	Kuiva, jauhettu	10+10 g (alle 4 mm raekoon kuivaa ainesta, jos käytetään 50 ml:n pyknometriä)	n. 2 cm ^{a),b)}
Kieritysraja (Atterbergin raja)	Kierityskoe	SFS-EN ISO 17892-12:2018	Häiritty, hieman kuivahtanut näyte	15...20 g	n. 1 cm ^{b)}
Muodonmuutos-ominaisuudet ja vedenläpäisevyys ^{c)}	Ödometrikoe (portaittainen)	SFS-EN ISO 17892-5:2017	Luonnon-kosteaa, ehjä	D ≥ 35 mm H ≥ 12 mm D/H ≥ 2,5 (Suomessa yleensä D ≈ 40...50 mm)	n. 2...2,5 cm ^{d)}
Koheesio ja kitkakulma	Kolmiaksaalikoe	SFS-EN ISO 17892-9:2018	Luonnon-kosteaa, ehjä	D ≥ 34 mm H ≥ (1,8..2,5) x D (Suomessa yleensä D = 50 mm ja H = 100 mm)	n. 11 cm ^{d)}

^{a)} Kun tehdään kartiokoe sekä vesipitoisuuden, irtotiheyden, rakeisuuden, humuspitoisuuden ja pH:n määritykset, 10 cm pitkä savinäyte usein riittää.

^{b)} Koe voidaan tehdä myös sille näytteelle, jota on jo käytetty kartiokokeessa tai vesipitoisuuden ja/tai irtotiheyden määrittämisessä.

^{c)} Vedenläpäisevyyden mittaaminen muuttuvapainekokeena ödometrikokeen yhteydessä on kuvattu standardissa SFS-EN ISO 17892-11:2019.

^{d)} Näyteputkesta työnnetään aina ulos kokeeseen tarvittavaa näytekorkeutta hieman pidempi näyte, sillä näytteen päät tulee muotoilla tasaisiksi ja oikeisiin mittoihin.

Karkearakeiset maalajit ja moreenit

Karkearakeisten maalajien osalta tarvittava näytemäärä laboratoriokokeisiin kasvaa huomattavasti maksimiraekoon kasvaessa. Hyvin karkearakeisten maalajien osalta standardien suosittelemista vähimmäismääristä saatetaan joutua tietyissä tilanteissa poikkeamaan käytännön syistä – tällöin laboratoriokokeen raporttiin kirjataan, että koenäytteen määrä ei ollut standardin mukainen. Tavanomaisia näytemääriä vesipitoisuuden ja rakeisuuden määrittämistä varten on esitetty muun muassa Väyläviraston (2021, Taulukko 4, s. 19) ohjeessa 37/2021.

Karkearakeisten maalajien rakeisuus määritetään kuivaseulontamenetelmällä, kun taas esim. moreenimaalajeille pesuseulonta on soveltuvampi. Standardin 17892-4 määrittelemät, **seulontaan** suositeltavat vähimmäisnäytemäärät on kuvattu Taulukossa 2. Näytteen vesipitoisuuden ollessa korkeampi, tarvittava luonnonkosteuden näytemäärä on taulukon arvoa suurempi, sillä taulukon luvut ovat kuivatun näytteen massoja.

Taulukko 1. Seulontaan suositeltavat vähimmäis(kuiva)massat (SFS-EN ISO 17892-4:2016).

Rakeen halkaisija $D_{max}^{a)}$ mm	Suosittelvat vähimmäismassat ^{b)} kuivamassa, g
<2,0	100
2,0	100
6,3	300
10	500
20	2 000
37,5	14 000
63	40 000

^{a)} Maarakeiden enimmäishalkaisija, kun mahdollisia yksittäisiä seassa olevia karkeampia rakeita ei oteta huomioon.

^{b)} Suositeltua vähimmäismassaa pienemmän koenäytteen käyttö vaatii harkintaa, vaikka se saattaisi olla riittävä kokeen tarkoitukseen.

Samoin **vesipitoisuuden** määrittämiseen tarvittava näytteen vähimmäismassa riippuu maksimiraekoosta. Standardin 17892-1 suosittelemat kostean maan vähimmäismassat vesipitoisuuden määrittämistä varten on esitetty Taulukossa 3.

Taulukko 3. Koenäytteen vähimmäismäärä vesipitoisuuden määrittämisessä (SFS-EN ISO 17892-1:2015).

Raekoon halkaisija $D_{max}^{a)}$ mm	Kostean koenäytteen suositeltava vähimmäismassa ^{b)} g
0,063	30
2,0	100
10	500
31,5	3 000
63,0	21 000

^{a)} Maarakeiden enimmäishalkaisija, kun mahdollisia yksittäisiä seassa olevia karkeampia rakeita ei oteta huomioon.

^{b)} Vähimmäismassaa pienemmän koenäytteen käyttö vaatii harkintaa, vaikka se saattaisi olla riittävä kokeen tarkoitukseen. Jos koenäytteen massa on pienempi kuin ilmoitettu arvo, siitä on ilmoitettava tulosten yhteydessä. Usein tutkittaessa pientä näytettä, joka sisältää suhteellisen suuren karkean rakeen, on sopivaa poistaa tämä koenäytteestä. Jos näin tehdään, se olisi mainittava tulosten raportoinnin yhteydessä.

Irtotiheyden, humuspitoisuuden, kiintotiheyden sekä ödometri- ja kolmiakσιαalikokeiden osalta noudatetaan karkearakeistenkin maanäytteiden osalta Taulukon 1 mukaisia näytteen vähimmäismääriä ja -kokoja.

Karkearakeisille maalajeille voidaan tehdä myös mm. rasialeikkauskokeita sekä Proctor-sullontakokeita. Näissä kokeissa tarvittavat näytekoot on listattu Taulukossa 4.

Taulukko 3. Esimerkkejä karkearakeisille maalajeille soveltuvista laboratoriokokeista ja niiden näytemääristä.

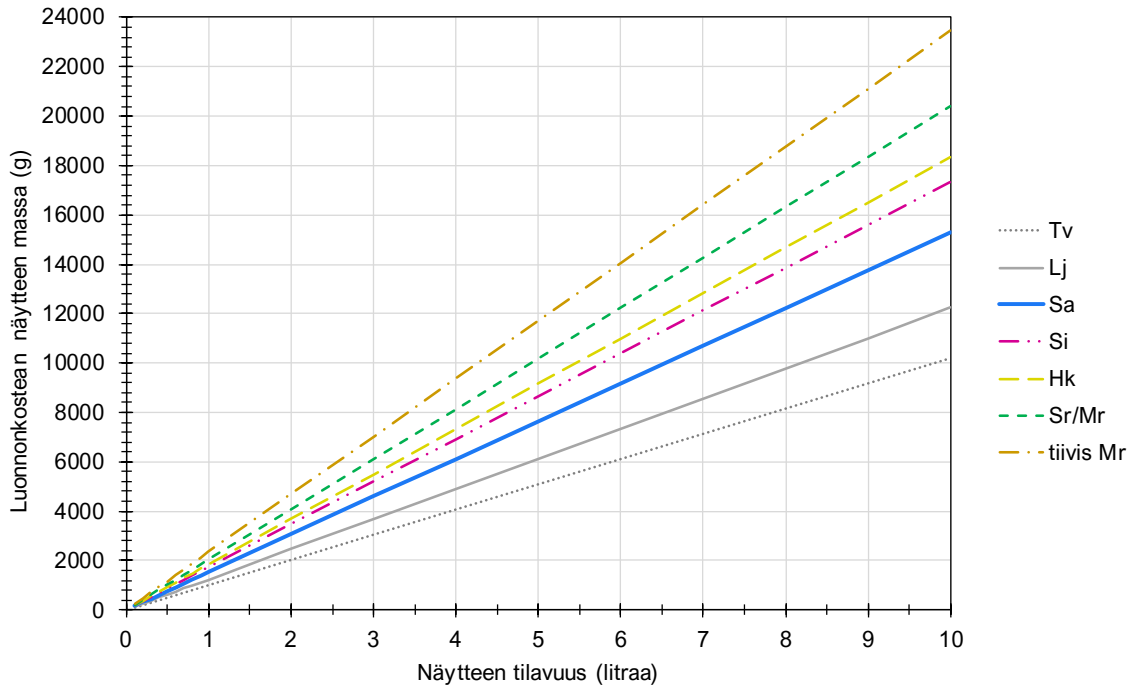
Määritettävä ominaisuus	Koe	Standardi	Standardin mukainen näytteen vähimmäiskoko (H = korkeus)	Esimerkki tyypillisestä näytteen koosta (H = korkeus; D = halkaisija)	Näytemäärä
Kitkakulma (ja koheesio)	Rasia-leikkauskoe	SFS-EN ISO 17892-10:2019	H ≥ 2 cm Näytteen suurin raekoko ei saa olla yli 1/6 näytteen korkeudesta	Rasian poikkipinta-ala = 6,7 cm x 6,7 cm (≈ 36 cm ²) ja näytteen korkeus H = 3...4 cm	Rasialeikkauskoesarjaan (3-4 leikkausta) tarvitaan n. 1 kg näytettä (hiekkaa)
Maksimi-kuivatilavuuspainon ja opti- vesipitoisuus	Parannettu Proctor (sullontakoe)	SFS-EN ISO 13286-2:2011	15 kg muotille A, jossa raekoko on alle 16 mm	Proctor-muotti "A": D = 100±1 mm H = 120±1 mm (näyte on hieman muottia korkeampi)	Opti- vesipitoisuuden määrittämiseen tarvitaan 15 kg näytettä
Veden- läpäisevyys	Vakiopainekoe	SFS-EN ISO 17892-11:2019	Näytteen suurin raekoko ei saa olla yli 1/6 näytteen lyhyimmästä mitasta	Sylinterin muotoiselle näytteelle: D ≈ 6 cm H ≈ 9 cm	Esim. hiekan tapauksessa n. 0,5-1 kg

Näytteenottimella saatava näytemäärä riippuu näytetilavuudesta. Kuvassa 1 on esitetty maanäytteen tilavuuden (litroina) ja kosteamassan (grammoina) välinen riippuvuus eri maalajeilla. Kuvaaja on suuntaa-antava, ja perustuu maalajien keskimääräisiin tilavuuspainon arvoihin (Ronkainen 2012; Liikennevirasto 2017). Kuvaajasta ilmenee luonnonkosteaa maanäytteen massa - kuivan näytteen massa on aina pienempi. Esimerkiksi jos saven vesipitoisuus on 100 %, näytteen massa puolittuu kuivumisen myötä.

Näytteen kosteamassa m [g] voidaan arvioida kaavalla:

$$m = 1000 \times V \times \left(\frac{\gamma}{g}\right)$$

missä V on tilavuus yksikössä litra [$l = dm^3$], g on putoamiskiihtyvyyden (=9,81 m/s²) ja γ on luonnonkosteaa maan tilavuuspaino [kN/m^3]. Kaavassa (γ/g) on yhtä kuin luonnonkosteaa maan irtotiheys [g/cm^3].



Kuva 1. Suuntaa-antava riippuvuus maanäytteen tilavuuden ja kosteamassan välillä eri maalajeille.

Kirjallisuus

CEN ISO 17685-1. *Earthworks – Chemical tests – Part 1: Determination of organic matter content by loss of ignition*. European Committee for Standardization. DRAFT.

GLO-85 *Geotekniset laboratorio-ohjeet. 1. Luokituskokeet*. Suomen geoteknillinen yhdistys ry. Espoo: Suomen geoteknillinen yhdistys ry ja Rakentajan Kustannus Oy.

Liikennevirasto. (2017). Eurokoodin soveltamisohje - Geotekninen suunnittelu - NCCI7. Siltojen ja pohjarakenteiden suunnitteluohjeet 21.4.2017. Liikenneviraston ohjeita 13/2017. Helsinki: Liikennevirasto.

Ronkainen, N. (2012). Suomen maalajien ominaisuuksia. Suomen Ympäristö 2/2012. Helsinki: Suomen Ympäristökeskus.

SFS-EN 13286-2:2011 *Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 2: Test methods for laboratory reference density and water content - Proctor compaction*. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN ISO 17892-1:2015. *Geotekninen tutkimus ja testaus. Maan laboratoriokokeet. Osa 1: Vesipitoisuuden määrittäminen*. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN ISO 17892-2:2015. *Geotekninen tutkimus ja testaus. Maan laboratoriokokeet. Osa 2: Irtotiheyden määrittäminen*. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN ISO 17892-3:2015. *Geotekninen tutkimus ja testaus. Maan laboratoriokokeet. Osa 3: Kiintotiheyden määrittäminen*. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN ISO 17892-4:2016. *Geotekninen tutkimus ja testaus. Maan laboratoriokokeet. Osa 4: Rakeisuuden määrittäminen*. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

- SFS-EN ISO 17892-5:2017. *Geotechnical investigation and testing. Laboratory testing of soil. Part 5: Incremental loading oedometer test.* Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- SFS-EN ISO 17892-6:2017. *Geotekninen tutkimus ja testaus. Maan laboratorionkokeet. Osa 6: Kartiokoe.* Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- SFS-EN ISO 17892-9:2018. *Geotechnical investigation and testing. Laboratory testing of soil. Part 9: Consolidated triaxial compression tests on water saturated soils.* Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- SFS-EN ISO 17892-10:2019. *Geotechnical investigation and testing. Laboratory testing of soil. Part 10: Direct shear tests.* Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- SFS-EN ISO 17892-11:2019. *Geotechnical investigation and testing. Laboratory testing of soil. Part 11: Permeability tests.* Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- SFS-EN ISO 17892-12:2018. *Geotechnical investigation and testing. Laboratory testing of soil. Part 12: Determination of liquid and plastic limits.* Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- Väylävirasto. (2021). *Ratojen routasuojaustarpeen selvittäminen. Tutkimusohje. Väyläviraston ohjeita 37/2021.* Helsinki: Väylävirasto.

LIITE 7 – KATEGORIAN A NÄYTTEENOTTO MÄNTÄOTTIMILLA

Tämä liite pohjautuu SGY:n vuonna 2020 julkaisemaan ohjeeseen Häiriintymätön näytteenotto STI, STII ja norjalainen näytteenotin – Näytteenottoluokka A, maanäytteiden laatuluokka 1 (kirjoittajina Leena Korkiala-Tanttu, Matti Ristimäki ja Panu Tolla). Ohjeen sisältöä on paikoitellen täydennetty ja sanastoa on yhtenäistetty suhteessa tähän kairausoppaaseen.

Ohjeen tavoite: näytteenottokategorian A savi- ja silttinäytteiden ottamisessa on havaittu merkittäviä ongelmia näytteiden laadun osalta. Tämä ohjeen tavoitteena on täsmentää ja täydentää kategorian A näytteenoton ohjeistusta ja siten parantaa näytteiden laatua. Ohjeistus on toteutettu ranskalaisin viivoin. Ohjeistus koskee sekä STII että norjalaista mäntäotinta. Alla olevassa listassa on eritelty tarkemmin ohjeistetut näytteenotinmallit. Onnistuneen näytteenoton edellytyksenä on, että näytteenotinta ylösnostettaessa näytteenotto-putket sovitusholkkeineen ovat täynnä maanäytettä.

Käsitellyt näytteenottimet

- STII:n mallit ($D_s = 50$ mm): Teräskaira kierrelukitus
- Norjalainen näytteenotin: Geonor NGI $D_s = 54$ mm
- STI näytteenotin ($D_s = 50$ mm): kierrelukituksella ja Teräskairan uralukitusmalli

Näytteenoton valmistelu ennen maastoon menoa

- Näytteenottimen ja näyteputkien kunto on tarkastettava etukäteen:
 - opeteltava näytteenottimen toiminta ja huolto
 - mukaan otettava kaikki tarvittavat työkalut ja pesuvälineet
 - sovituskappaleita kannattaa varata ainakin 4 kpl ja kärkikappaleita (kärkiholkkeja) 2 kpl, jotta puhtaita kappaleita riittää maastossa
 - putkien pitää olla puhtaita, ehjiä eikä niissä saa olla painumia (huom. näytteenottimen puhdistaminen myös talvella)
 - Kärjen ja kärkikappaleiden kunto ja terävyys on tarkistettava ja tarvittaessa vaihdettava uusiin tai teroitettava.
 - Erityisesti hyvin pehmeissä savissa näytteenoton onnistumista auttaa näytteenottimen moitteeton kunto. Tätä ylläpidetään uusimalla kuluneita O-renkaita ja pesemällä näytteenotin välittömästi näytteenoton jälkeen. Happamissa savimaissa voi pestä näytteenottimen ennen lounastaukoakin.
- Liuskasulkijaa ei käytetä.
- STI ja STII:ssa käytetään vain muovi- tai lasikuituputkia, ei messinkiputkia (näyte tarttuu säilytyksessä messinkiputkeen).
- Varataan riittävästi muoviliuskia (rakennusmuovista, halkaisija 50 mm) näyteputkien molemmin päihin.
- Varataan maastoon puu- tai metallipukki (esim. Ridgid Stand Chain Vise), riittävästi työkaluja ja näyteputkien ulostyönnin sekä kiinnitettävä teline, joka tukee näyteputkia ulostyönnön ajan
- Myös kumitulppien kunto on tarkastettava etukäteen.
- Näytteenottotietoja ei saa kiinnittää teipillä putken ulkopintaan.
- Parafiinia ei käytetä.

Maastossa

- Kuivakuoren ja täytemaan esireikä tehdään kierrekairalla varovaisesti esim. poraamalla. Avausreiän tekemisessä on varottava kuivakuoren alaosan häiriintymistä.
- Kairauskalusto tulee olla pystysuorassa ja on varmistuttava siitä, että konealusta on stabiili.

Näytteen ottaminen ja nosto

- Tarkastetaan, että näyteputket ja sovituskappaleet on ladattu: STII:ssä kärkikappale, kolme näyteputkea ja kaksi sovituskappaletta ylimmäksi; STI:ssä kärkikappale, kolme näyteputkea, yksi sovituskappale ylimmäksi ja yksi alimmaiseksi.
- Tarkistetaan, että näytteenottimen mäntä on lukittuna ala-asentoon
- Näytteenotin painetaan maahan näytteenottosyvyyteen. Viimeinen metri ennen näytteenottosyvyyttä painetaan hallitusti nopeudella n. 1–2 cm/s.
- STII kierrelukitus:
 - Tankoja kierretään etukäteen määritetyn kierrosten verran hitaalla, tasaisella nopeudella (n. 30 sek/m). Voidaan käyttää esimerkiksi puristinheijarin nopeutta, 12 rpm. Tämän jälkeen odotetaan 5 minuuttia.
 - Sen jälkeen näytteenotinta aloitetaan nostaa hitaasti ylös asti tasaisella nopeudella. Nopeus voi olla n. 30 sek / metri tai voidaan käyttää vastaavaa nopeutta kuin puristinheijarin puristusvaiheessa eli 2 cm/s.
 - Jos kuuluu imuääniä (tämä voi olla haasteellista kairavaunua käytettäessä), niin nosto keskeytetään 0,5 m tai 1 m välein, vähintään 2 min. ajaksi. Keskeytysväliä 0,5 m käytetään aluksi, mutta väliä voidaan harventaa noston edetessä.
 - Jos näytettä ei muutoin saada pysymään näytteenottimessa, voidaan näytteenotinta painaa ennen nostamista 1–2 cm näytteenottosyvyyttä alemmaksi. Tästä tulee laittaa merkintä kenttäpöytäkirjaan. Sen jälkeen voidaan pyörittää otinta 2 kierrosta näytteen pohjan leikkaamiseksi. Tämä ohje koskee vain erittäin pehmeitä savia.
 - Tangot irrotetaan noston edetessä, jotta näytteet voidaan purkaa hallitusti.
- Norjalainen näytteenotin (Geonor):
 - Jos käytetään kierrelukitusta: avataan lukitus sisätankoa kiertämällä. Suojaputkea ja näytteenottoputkea painetaan alaspäin näytteenoton loppusyvyyteen tasaisella nopeudella 1-2 cm/s. Lukitaan tangot. Kierretään suojaputkea kaksi kierrosta.
 - Ilmavälin poistaminen painamalla kärkeä alaspäin (2-3 cm).
 - Odotetaan vähintään 5 min.
 - Hyvin häiriintymisherkillä pehmeillä savilla näytteenotinta voidaan kiertää työputkesta myötä päivään 2 kierrosta näytteen katkaisemiseksi pohjamaasta.
 - Näytteenotinta aletaan nostaa hitaasti ylös asti tasaisella nopeudella (puoli minuuttia / metri). Jos imuääniä kuuluu, odotellaan 0,5–1 metrin välein 2 minuuttia.
 - Tangot ja työputket irrotetaan noston edetessä, jotta näytteet voidaan purkaa hallitusti.
- STI:
 - Kierrelukitus avataan sisätankoa kiertämällä. Suojaputkea ja näytteenottoputkea painetaan tasaisesti alaspäin (n. 30 sek) näytteenoton loppusyvyyteen. Samanaikaisesti, kun suojaputkea ja näytteenottoputkia painetaan alas, lukitaan sisätangot kannatteleamalla mäntää täysin paikalleen. Huom! Alas painettava kokonaispituus on alakierteiden pituus männän alkuasennosta vapautukseen + männän liikkumavara ylä- ja alakierteiden välillä vapaana + yläkierteiden pituus lukitukseen (n. 2cm). Ensimmäinen alapainamispituus on alakierteiden avaamisesta aiheutuva pituus + männän liikkumavara. Tämä pituus tulisi merkata esim. kairavaunun puomiin apuviivoilla, jottei tapahdu ylipainamista. Toisella painamisella poistetaan välitys näytteen ja männän väliltä, mikä aiheutunut männän yläkierteiden lukitsemisesta.
 - Lukitaan mäntä yläasentoon kiertämällä sisätankoja.
 - Ilmavälin poistaminen painamalla kärkeä alaspäin (n. 2 cm).
 - Ennen kuin otinta nostetaan, odotetaan vähintään 5 min.
 - Hyvin häiriintymisherkillä pehmeillä savilla näytteenotinta kierretään työputkesta myötä päivään 2 kierrosta näytteen katkaisemiseksi pohjamaasta.
 - Näytteenotinta nostetaan hitaasti ylös asti tasaisella nopeudella (puoli minuuttia / metri). Jos imuääniä kuuluu, odotellaan 0,5 – 1 metrin välein 2 minuuttia. Kiertoa voidaan jatkaa ylösnostamisen yhteydessä, kun leikkausterä/kärki on kiristetty huolella näytteenottimeen kierteen avautumisen estämiseksi. Kierteen avautuminen pehmeässä savessa ei ole ongelma.

- Tangot ja työputket irrotetaan noston edetessä, jotta näytteet voidaan purkaa hallitusti.
- STI Teräskairan uralukitusmaili:
 - Ladataan näytteenotin: kärkikappale, kolme näyteputkea, kaksi sovituskappaletta
 - kaira painetaan näytteenottosyvyyteen
 - avataan lukitus tankoa kiertämällä
 - nostetaan hitaasti tankoa, kunnes voidaan lukita kärki (kiertoliike yläsentoon)
 - painetaan hitaasti 1–2 cm/sek. näytteenotinta kunnes tyhjätila näytteenottimessa on täyttynyt. (Tyhjätilan täytyessä näytteellä ottimen sisällä oleva ilma poistuu ottimen yläpäästä pienistä rei'istä. Jos nämä reiät ovat esimerkiksi saven tukkimat, ilma ei pääse poistumaan, ja ottimeen muodostuu ylipainetta, mikä häiritsee savea. Pohjatutkijan tulee varmistaa, että ilma pääsee poistumaan reikien läpi, jotta ylipainetta ei muodostu.)
 - odotetaan 5 minuuttia
 - pehmeillä savilla voidaan kiertää kaksi kierrosta näytteen pohjan leikkaamiseksi
 - näytteenottimen nosto hitaasti ylös.

Näytteiden käsittely maan pinnalla:

- Näytteenottimessa saa olla kiinni vain yksi tanko.
- Kaira asetetaan pukin tai telineiden varaan **vaakasuoraan**, STI:ssä näytteet työnnetään ulos erillisellä ulostyöntimellä. STII:n näyteputket otetaan ulos tankoa kiertämällä.
- Tietyillä kalustoilla ottimen tyhjennys ja uusien näyteputkien lataus voidaan tehdä vaakatasoon kallistettuna kairavaunussa.
- Norjalaisella ottimella näytteenottoputkien vaihto onnistuu myös pystyasennossa.
- SITI ja STII näyteputkien ulostyöntöä aikana on suositeltavaa käyttää kiinnitettävää telinettä, joka kannattelee näyteputkia, jotta niistä ei tarvitse pidellä kiinni ulostyöntöä aikana.
- Jokainen STI ja STII putki leikataan irti varovaisesti sitä mukaan ne tulevat esiin. **Putkien leikkaus tehdään teräslangalla samalla putkia tukien.** Leikkaukseen käytetään 0,5 mm pianolankaa esim. rautasahaan kiinnitettynä. Leikkaus tapahtuu työntämällä samalla alas- ja eteenpäin.
- Putken päähän asetetaan muoviliuska ja sitten ne suljetaan heti tiiviisti kumitulpilla. Kumitulppien asettamisessa voi käyttää apuna rautasahan terää, ohutta puikkoa tai meisseliä, jonka tehtävä on päästää ilma pois tulpan ja näyteputken välistä. Näin vältetään turha painenvaihtelu näytteessä.
- Putkien ylä- ja alapää merkitään selvästi.
- Putkien numerot, syvyydet, putkien täyttöaste (vajausta = onko näyte venynyt, eli halkaisija pienentynyt) huomiot näytteenotosta ja muut oleelliset tiedot kirjataan kenttäpöytäkirjaan.
- Näyteputket asetetaan kuljetuslaatikkoon pystyasentoon, siten että alapää on myös laatikossa alaspäin.
- Norjalaisessa näytteenottoputkessa laitetaan muovipussi alaosaan (harmaan) tulpan alle. Ja yläosaan laitetaan varovaisesti muovipussi näytteen pintaan. Mustan ylätulpan alle asennetaan toinen muovipussi, johon lisätään näytteen tiedot.

Näytteiden säilytys kohteella, kuljetus ja varastointi

- Näytteiden täryttämistä on varottava ja ylimääräistä siirto vältettävä.
- Näytteet eivät saa missään vaiheessa kuumentua tai jäätyä.
- Näytteet on pakattava huolellisesti sekä säilytystä että kuljetusta varten.
- Kuljetukseen käytetään juuri tälle näyteputkikoolle tarkoitettua laatikkoa, joka on sisältä lämpöeristetty ja pehmustettu siten, etteivät putket pääse heilumaan.
- **Kuljetus ja säilyttämisen kaikki vaiheet tehdään siten, että näytteet ovat pystyasennossa.**
- Säilytys kohteella on mahdollisimman lyhyt. Jos näytteitä on kuitenkin tarvetta säilyttää, mielellään viileissä olosuhteissa (+5...+7°C), ei auringonvalolle alttiina.

- Kuljetus tulee suorittaa siten, että näytelaatikot eivät saa iskuja tai että niitä ei täyrytetä tai tiputeta.

Jatkuva näytteenotto tehdään kahdesta pisteestä metrin syvyysvälein. Näytteenoton aloitusyvyuden eroaksi reiässä valitaan 0,5 m. Kairausreikien välin tulee olla 2 m aiemmin tehdyistä kairauksista. Jos kairauspistettä on tarpeen siirtää, tarkista myös putkien ja kaapeleiden sijainnit.

LUONNOS

LIITE 8 – POHJATUTKIMUSOHJELMAN TÄYDENTÄVÄ OHJE (MALLI)

Tässä liitteessä kuvataan esimerkki pohjatutkimusohjelman täydentävästä ohjeesta, jossa kuvataan tarkemmin maanäytteenotto.

1) Yleiset tiedot	
Pistetunnus:	T11
Pohjatutkimusohjelma:	Helsinginkadun saneeraus YS
Pisteen sijainti:	ks. pohjatutkimusohjelma
Muut kohteessa tehtävät pohjatutkimukset:	ks. pohjatutkimusohjelma
Yhteyshenkilö:	N.N., p. XXX XXX XXXX, N.N@konsultti.fi
Näytteenotossa noudatettava ohje:	<i>Kairausopas III: Näytteenotto geoteknisiä tutkimuksia varten (SGY)</i>
2) Näytteenoton tarkoitus	
Kohteeseen on suunnitteilla katusaneeraus. Näytteenotolla halutaan selvittää pohjamaan geotekniset (erityisesti painumis-)ominaisuudet, sillä katualueen tasausta nostetaan hieman.	
3) Kohteen maaperä-, kallioperä- ja pohjavesiolosuhteet	
Ohjelmoidun näytteenottopisteen lähellä tehdyn puristin-heijarikairauksen tuloste on esitetty alla:	
Pohja-/orsivedenpinta on läheisen havaintoputken perusteella noin syvyydellä -3 m. Kallionpinta sijaitsee syvällä, eli ei vaikuta maanäytteenottoon.	
4) Muut ennakkotiedot (pima- ja hasu-tiedot, maanalaiset kaapelit ja rakenteet)	

Kohteessa ei ennakkotietojen perusteella esiinny pilaantuneita maita tai happamia sulfaattimaita. Tutkimuspisteen läheisyydessä ei ole ennakkoon tiedossa olevia maanalaisia kaapeleita tai muita rakenteita (ks. kaapelikartta pohjatutkimusohjelman liitteenä).

5) Näytteistä määritettävät ominaisuudet ja näytteenottokategoriat

Maalaji-kerro no.	Kairauksen perusteella arvioitu maalaji	Arvioitu syvyys, likimain (m)	Näytteenotto-syvyydet	Näytteenotto-kategoria	Tutkittavat ominaisuudet / laboratorikokeet ^{a)}
1	Täyttö	0...3	1 edustava näyte	E	Täytön koostumus pääpiirteissään
2	Savi	3...5,5	4,5...5 m (yksi STII-näytteenotto)	A	Jokaisesta STII-näyteputkesta otetaan näytteet, joille tehdään kartiokoe (häiriintymätön ja häiritty leikkauslujuus, hienousluku) sekä luokituskokeet (vesipitoisuus, tilavuuspaino, rakeisuus, ja humuspitoisuus). Tulosten perusteella valitaan se putki, jonka näytteelle tehdään ödometrikoe (painumisominaisuudet),
3	Siltti	5,5...6	1 näyte ^{b)}	C	Vesipitoisuus, rakeisuus, ja humuspitoisuus
4	Hiekka (+siltti)	6...12	2 näytettä, likimain syvyyksiltä 7 m ja 9 m	D	Rakeisuus

^{a)} Kaikille näytteille määritetään maalaji joko laboratorikokeisiin tai silmämääräiseen arvioon perustuen.

^{b)} Mikäli syvyydellä 5,5...6 m onkin hiekkaa siltin sijaan, voidaan ottaa kategorian D näyte

6) Näytteenoton tarkentavat ohjeet

Täyttökerroksen näytteestä otetaan valokuva, ja mahdolliset havainnot jätteistä raportoidaan.

Täyttökerrokseen asennetaan työputki, joka ajetaan täyttökerroksen alapintaan saakka. Työputki tyhjenetään varoen ennen STII-näytteenottoa savikerroksesta.

7) Näytteenottoreiän täyttö

Näytteenottoreikä voidaan täyttää ylösnousseella maamateriaalilla. Mahdollinen läpäisty asfalttikerros pinnassa täytetään paikkausmassalla.

8) Muuta

Pohjatutkimusohjelmassa on esitetty seuraavat kohdat, jotka pohjatutkijan tulee tarkistaa:

- suojaetäisyydet ja turvallisuusmääräykset
- pistesiirtoihin liittyvät ohjeet
- tarvittavat johtoselvitykset alueella

LIITE 9 – INFRA-POHJATUTKIMUSFORMAATTI (MALLI)

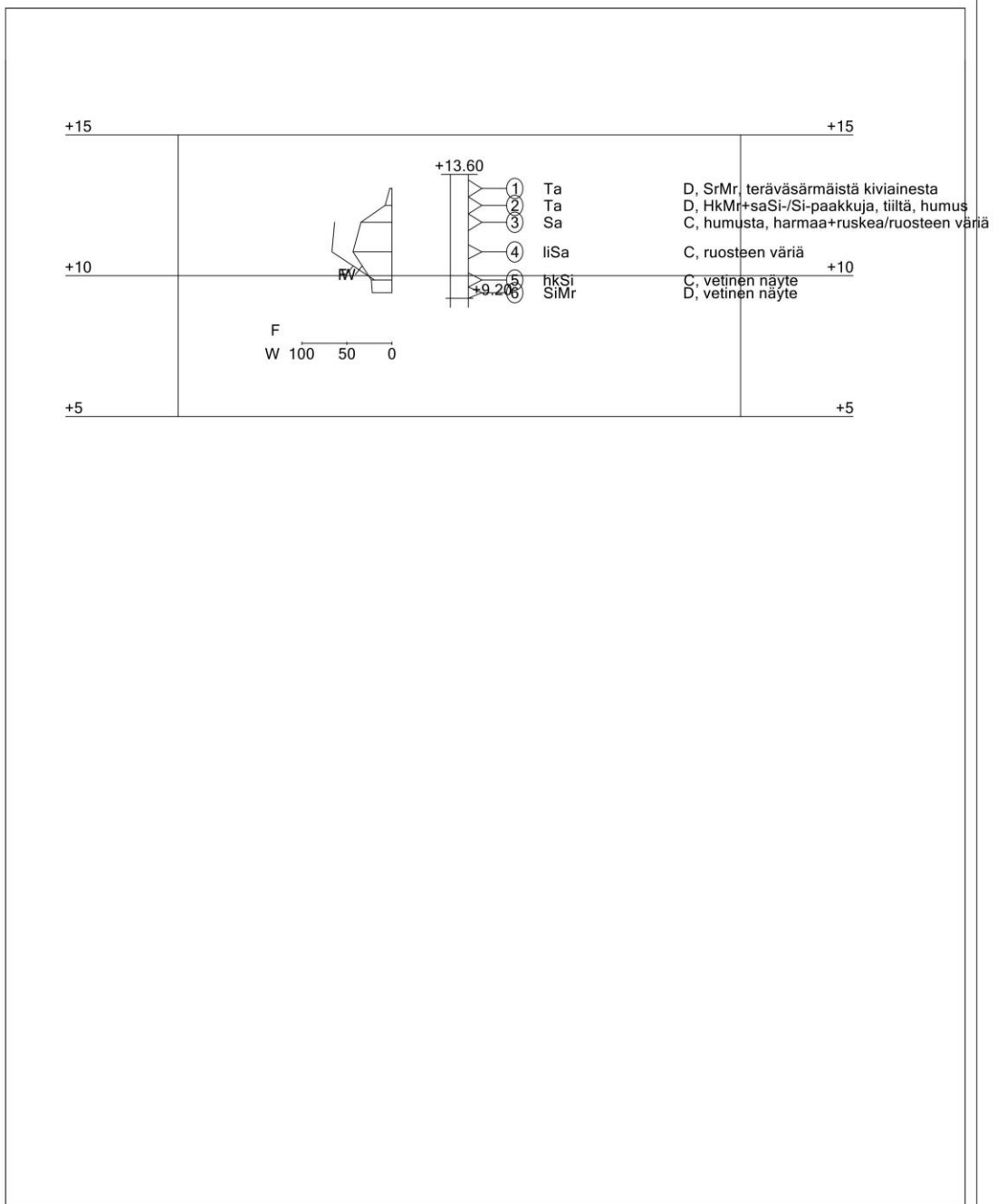
Tässä liitteessä kuvataan, kuinka näytteenottokategoriat sekä muut tämän ohjeen mukaiset tarvittavat lisätiedot kirjataan infra-pohjatutkimusformaattiin (versio 2.5). Näytteenottokategoria kirjataan syvyyskohtaisesti HM-rivin alkuun. Tässä esimerkissä vesipitoisuus on määritetty kaikille näytteille, vaikka vain osa edustaa C kategoriaa. Mikäli sama näytteenottokategoria jatkuu syvemmällä, voidaan kategoria kirjata myös vain kerran. Kategorian muuttuessa kirjataan uusi kategoria kyseisen syvyystiedon jälkeen HM-rivin alkuun.

Malli infra-formaatista on esitetty alla tekstimuotoisena selitteiden kanssa sekä tulosteena Kuvassa 1. Siirtotiedoston alussa esiintyvät tiedostokohtaiset tiedot on merkitty vihreällä taustavärillä, pistekohtaiset tiedot sinisellä, ja syvyyskohtaiset tiedot harmaalla. HT-rivit ovat piilotekstejä, jotka eivät tulostu diagrammeihin.

FO 2.5 GeoSovellus 1.0	formaattiversio ja ohjelmisto
KJ ETRS-GK25 N2000	mittausjärjestelmä
OM Tilaaja	tiedon omistaja
OR Pohjatutkija Oy	tutkimusorganisaatio
TY 12345678 ESIMERKKI 19	työnumero (ohjatutkimuksen perustiedot)
TT NO KairausopasIII(2023) 19 ikk+ska ska60mm	tutkimustapa (menetelmätiedot)
XY 6686387.202 25502316.491 13.598 10122022 19	koordinaattitiedot
0.20 1.0.80 Ta	syvyyskohtainen näytetieto (näytetunnus 1)
HT pohjatutkijanarvio	näytteen 1 piiloteksti (Ta on pohjatutkijan arvio)
LB w 2.33 %	näytteen 1 vesipitoisuus
HM D, SrMr, teräväsärmäistä kiviainesta	näytteen 1 kategoria ja muut huomiot
0.80 2 1.40 Ta	syvyyskohtainen näytetieto (näytetunnus 2)
HT pohjatutkijanarvio	näytteen 2 piiloteksti (Ta on pohjatutkijan arvio)
LB w 7.50 %	näytteen 2 vesipitoisuus
HM D, HkMr+saSi-/Si-paakkuja, tiiltä, humusta	näytteen 2 kategoria ja muut huomiot
1.40 3 2.00 Sa	syvyyskohtainen näytetieto (näytetunnus 3)
HT silmämääräinen	näytteen 3 piiloteksti (Sa arvioitu laboratoriossa)
LB w 34.42 %	näytteen 3 vesipitoisuus
LB F 63.64 %	näytteen 3 hienousluku
HM C, humusta, harmaa+ruskea/ruosteeseen väriä	näytteen 3 kategoria ja muut huomiot
2.50 4 3.00 liSa	syvyyskohtainen näytetieto (näytetunnus 4)
LB w 43.21 %	näytteen 4 vesipitoisuus
LB F 66.65 %	näytteen 4 hienousluku
RK 0.063 86	näytteen 4 rakeisuusmäärityksen tiedot (eivät näy leikkausten diagrammeissa, mutta tulostettavissa lomakkeelle) --> näytteen maalaji (liSa) on siten määritetty rakeisuuden perusteella (vs. silmämääräinen)
RK 0.047 84	
RK 0.0194 80	
RK 0.0064 69	
RK 0.0029 60	
RK 0.0014 50	
HM C, ruosteeseen väriä	näytteen 4 kategoria ja muut huomiot
3.50 5 4.00 hkSi	syvyyskohtainen näytetieto (näytetunnus 5)
HT silmämääräinen	näytteen 5 piiloteksti (hkSi arvioitu laboratoriossa)
LB w 22.78 %	näytteen 5 vesipitoisuus
LB F 19.32 %	näytteen 5 hienousluku
HM C, vetinen näyte	näytteen 5 kategoria ja muut huomiot
4.00 6 4.40 SiMr	syvyyskohtainen näytetieto (näytetunnus 6)
HT silmämääräinen	näytteen 6 piiloteksti (SiMr arvioitu laboratoriossa)
LB w 21.75 %	näytteen 6 vesipitoisuus
HM D, vetinen näyte	näytteen 6 kategoria ja muut huomiot
-1 MS	päätymistapa

10.01.2023

Työnumero	Työn nimi		Pisteen nro
12345678	Esimerkki		19
Koordinaatisto	X	Y	Z
3132_ETRS89-ETRS-GK25FIN	6686387,202	25502316,491	13,598
Korkeusjärjestelmä	Pohjaveden pinta	Kairauspvm.	Alkukairaus
N2000		10.11.2022	-
Kairaustapa	Päättymistapa		
NO	MS		
Kairaaja	Kairauslaite		



Mittakaava 1:200

Kuva 1. Mallituloste NO-näytteenotosta (näytteenottokategoriat C/D/E).