

## KAIRASOPAS III

MAANÄYTTEIDEN  
OTTAMINEN  
GEOTEKNILLISIÄ  
TUTKIMUKSIA  
VARTEN

## LUKIJALLE

**Tämä ”Kairausopas 1” -ohjeen PDF –versio on toteutettu skannaamalla alkuperäinen ohje ja muuttamalla sen koko A5:stä A4:ään.**

**Sisällön pitäisi olla täysin sama kuin alkuperäisessä, vain sisällysluettelon sivunumerot on muutettu.**

Jälkipainos ilman Suomen geoteknillinen yhdistys r.y.:n kirjallista lupaa kielletty.

ISBN 951-676-303-0

Neljäs painos

Otapaino  
Espoo 1984

### ALKULAUSE

Suomen geoteknillinen yhdistys r.y. asetti jäsentensä keskuudesta vuonna 1967 toimikunnan laatimaan geoteknillisissä tutkimuksissa tarvittavien maanäytteiden ottamisohjetta. Toimikuntaan ovat kuuluneet dipl.ins. E. Arhippainen puheenjohtajana (28.2.1972 saakka), dipl.ins. U. Anttikoski, prof. K. V. Helenelund, dipl.ins. J. Holkko, apul.prof. L. K. Kauranne, prof. K-H. Korhonen, fil.tri. K. Korpela, dipl.ins. V. Myyrä, tekn.lis. L. Pitkäkoski, dipl.ins. A. Siren sekä tekn.lis. M. Tammirinne, joka on toiminut toimikunnan sihteerinä.

Tämä Kairausopas III on laadittu pääasiassa nykyistä käytäntöä noudattaen ja käyttäen hyväksi jo olemassa olevia koti- ja ulkomaisia ohjeita. Näytteenottomenetelmiin kohdistuvia tutkimuksia ei oppaan laatimisen yhteydessä ole suoritettu. Oppaassa pyritään kiinnittämään huomiota erityisesti näytteiden huolelliseen ottamiseen ja käsittelyyn eikä näytteenottimien yksityiskohtaiseen rakenteeseen ja toimintaan.

Helsinki, huhtikuussa 1972

### SISÄLLYSLUETTELO

#### MAANÄYTTEIDEN OTTAMINEN GEOTEKNILLISIÄ TUTKIMUKSIA

	Sivu
<b>VARTEN</b>	
JOHDANTO .....	3
1. NÄYTELAJIT .....	3
2. NÄYTTEIDEN OTTAMINEN .....	3
2.1 Näytteiden määrä .....	4
2.2 Näytteenottomenetelmän valinta .....	4
2.3 Häiriintyneiden näytteiden ottaminen .....	4
2.31 Näytteenottoon liittyvät tutkimukset .....	4
2.32 Näytteiden ottaminen .....	4
2.321 Koekuoppa .....	4
2.322 Kierrekaira ja lapiokaira .....	4
2.323 Kannukaira .....	5
2.324 Pienoismäntäkaira .....	5
2.325 Heijarikairan näytekaira .....	5
2.326 Heijarikairan sydännäytekaira .....	5
2.327 Avoin putkikaira .....	5
2.328 Vesi- tai ilmahuuhtelu .....	6
2.4 Häiriintymättömien näytteiden ottaminen .....	6
2.41 Näytteenottoon liittyvät tutkimukset .....	6
2.42 Näytteiden ottaminen .....	6
2.421 Koekuoppa .....	6
2.422 ST I-tyyppinen mäntäkaira .....	6
2.423 ST II -tyyppinen mäntäkaira .....	7
2.424 Norjalaistyyppinen mäntäkaira .....	7
2.425 Foliomäntäkaira .....	8
3. NÄYTTEIDEN KÄSITTELY MAASTOSSA .....	8
4. NÄYTTEENOTTOPCSYTÄKIRJA .....	9
5. NÄYTTEIDEN PAKKAAMINEN JA KULJETUS .....	9

#### LIITTEET

## 1. JOHDANTO

Maalajien geoteknillisten ominaisuuksien tutkiminen maanäytteistä on kairausten ohella peruslähtökohta maa- ja pohjarakenteita suunniteltaessa ja perustamistöihin kuuluvia seikkoja selvitettyä. Näytteistä tehtävillä laboratoriotutkimuksilla pyritään saamaan mahdollisimman oikeita ja luonnonolosuhteita vastaavia tuloksia. Laboratoriotutkimusmenetelmien ohella myös näytteiden ottamismenetelmät vaikuttavat siihen, kuinka luotettavia tuloksia laboratoriotutkimuksilla saadaan.

Kairausopas III, joka sisältää maanäytteiden otto-ohjeet geoteknillisiä tutkimuksia varten, jatkaa Suomen geoteknillinen yhdistys r.y:n julkaisemaa kairausoppaiden sarjaa. Kairausopas III on tarkoitettu lähinnä näytteenoton yleisohjeeksi näytteiden ottajille ja myös pohjatutkimusohjelmia laativille geoteknillisille suunnittelijoille. Opas ei sisällä eri kairojen yksityiskohtaisia käyttöohjeita ja rakenneselostuksia, jotka kairojen valmistajat ovat velvolliset toimittamaan kairojen käyttäjille. Oppaassa ei myöskään ole esitelty kaikkia mahdollisia näytteiden ottoon käytettäviä ottimia, vaan on keskitytty vain nykyisin yleisimmin käytössä oleviin ottimiin.

Häiriintyneiden näytteiden ottamiskalustoissa ei ole pyritty käytettävien ottimien standardisointiin. Sen sijaan häiriintymättömien näytteiden ottamiseen käytettävien ottimien tulee mittasuhteiltaan täyttää liitteessä 1 esitetyt vaatimukset.

Maalajien ryhmityksessä on tässä oppaassa käytetty GEO-maalajiluokitusta (liite 4), joka eroaa jonkin verran vanhastaan käytössä olevasta RT-luokituksesta lähinnä maalajien raekokorajojen suhteen.

Geoteknillisissä laboratoriotutkimuksissa käytettävät maanäytteet jaetaan tavallisesti häiriintyneisiin ja häiriintymättömiin näytteisiin.

Häiriintyneissä näytteissä maalajin sisäinen rakenne on rikkoutunut, mutta käytännöllisesti katsoen kaikki maalajin aineosat ovat kuitenkin tallella ja alkuperäisessä suhteessa. Näin ollen häiriintyneistä näytteistä voidaan jokseenkin luotettavasti määrittää maalajin rakeisuus. Kerroksellisista maalajeista otetuissa näytteissä ei koko näytteestä määritetty rakeisuus yleensä vastaa näytteen maalajeja. Huolellisesti esimerkiksi kierrekairalla otetuista savinäytteistä voidaan maalajin vesipitoisuus kuitenkin määrittää käytännön töissä riittävällä tarkkuudella. Vesipitoisuus saattaa kuitenkin poiketa todellisesta vesipitoisuudesta maan rakenteen rikkoutumisen johdosta.

Häiriintymättömällä maanäytteellä tarkoitetaan sellaista näytettä, jossa maa on näytettä otettaessa häiriintynyt niin vähän, että sen voidaan katsoa edustavan luonnontilaista maata. Toisin sanoen häiriintymättömässä näytteessä maalajin rakenne on säilynyt ehjänä. Häiriintymättömistä näytteistä laboratoriossa määritettyjä lujuus- ja kokoonpuristuvuus- ym. geoteknillisiä ominaisuuksia pidetään yleensä yhdenvertaisina maastossa "in situ" määritettyjen vastaavien ominaisuuksien kanssa.

Nimitys häiriintymätön näyte on siinä suhteessa harhaanjohtava, että edullisimmassakin olosuhteissa parhaiten ko. maalajiin ja tarkoitukseen soveltuvilla laitteilla otetun näytteen alkuperäistä jännitystilaa ei voida säilyttää eikä sitä näytteeseen laboratoriossa palauttaa. Vaikka näyte

silmämääräisesti tarkasteltuna näyttäisikin ehjältä, maan rakenteessa on todellisuudessa saattanut tapahtua muutoksia, jolloin laboratoriotutkimuksilla määritetyt maalajin ominaisuudet ovat virheellisiä. Koska näytteen häiriintymisestä riippuu näytteenottajan ammattitaidon lisäksi paitsi maalajista ja sen jännitystilasta myös näytteenottimen ominaisuuksista ja näytteenottotavasta, on sekä näytteenotin että tapa, jolla näyte on otettu (kiertämällä, painamalla, lyömällä jne.) aina ilmoitettava näytteenottopöytäkirjassa.

Häiriintyneiden ja häiriintymättömien näytteiden lisäksi voidaan maasta ottaa myös ns. **epätäydellisiä näytteitä**. Tällaisissa näytteissä voi olla sekoittuneena useammasta maakerroksesta olevia maalajeja. Vaikka näyte sisältäisikin vain yhdestä kerroksesta peräisin olevaa maalajia, saattaa ko. maalajista olla esimerkiksi huuhtoutunut pois joitakin lajitteita. Epätäydellisistä näytteistä ei voida aina luotettavasti määrittää edes maalajin rakeisuutta. Tällaisia näytteitä saadaan esimerkiksi vesi- tai ilmahuuhtelua käytettäessä.

Kivisistä ja lohkareisista maalajeista tavallisilla näytteenottomenetelmillä otetut näytteet ovat tässä mielessä lähes aina epätäydellisiä näytteitä, mutta näitä näytteitä ei kuitenkaan tästä huolimatta lueta kuuluviksi epätäydellisiin näytteisiin.

## 2. NÄYTTEIDEN OTTAMINEN

### 2.1 Näytteiden määrä

Geoteknillisissä tutkimuksissa tarvittavien näytteiden lukumäärän määrittämiseen liittyy useita tekijöitä, jotka on ratkaistava kunkin suunnittelutapauksen yhteydessä ja paikalliset pohjasuhteet huomioon ottaen joka kerta erikseen. Varsinkaan häiriintymättömien näytteiden tarpeesta ja määrästä ei voida antaa yleispätevää ohjetta. Otettujen näytteiden on kuitenkin aina edustettava luotettavasti juuri sitä maaperää, johon näytteistä saatuja koe-tuloksia aiotaan soveltaa. Etenkin häiriintymättömiä näytteitä on otettava yhdellä kertaa riittävän runsaasti, sillä lisänäytteiden ottaminen myöhemmin saattaa aiheuttaa huomattavia lisäkustannuksia ja tutkimustulokset saattavat viivästyä. Toisaalta näytteiden ottamisessa on aina noudatettava suunnitelmallisuutta siten, ettei tarpeettomien näytteiden ottamisella lisätä tutkimuskustannuksia. Ennen näytteiden ottamista on aina selvítettävä miten suuria ja minkälaisia näytteitä tarvitaan suunniteltujen laboratoriotutkimusten asianmukaiseen suorittamiseen.

Häiriintyneitä näytteitä tulee jokaisen pohjatutkimuksen yhteydessä ottaa homogeenisissä pohjasuhteissa alueen laajuudessa riippuen vähintään 1-3 pisteestä tutkittavan alueen eri osista. Maaperän epähomogeenisuuden lisääntymisessä on näytteenottopisteiden lukumäärää lisättävä siten, että tarvittavat maalajitiedot pystytään näytteiden perusteella määrittämään koko tutkittavalla alueella.

Syvyys-suunnassa näytteidenotto-tyyppi määräytyy lähinnä maaperän kerrosjärjestyksen ja sen vaihtelun perusteella. Näytteitä otetaan niin tiheään, että kunkin erilaisen kyseiseen suunnittelutehtävään vaikuttavan kerroksen maalajiominaisuudet pystytään niiden perusteella määrittämään. Maapohjan ollessa syvyys-suunnassa homogeeninen, näytteitä voidaan ottaa harvempaan. Näytteitä on otettava maan pintakerroksista alkaen tutkimuksen tarkoituksesta riippuen riittävään syvyyteen saakka.

Häiriintymättömien näytteiden ottaminen mäntäkaivoilla hienorakeisista maalajeista aloitetaan yleensä ns. kuiva-kuorikerroksen alapuolelta. Kuivakerroksesta on otettava pohjatutkimuksen tarkoituksesta riippuen joko häiriintyneitä tai häiriintymättömiä näytteitä.

## 2.2 Näytteenottomenetelmän valinta

Näytteiden ottamista suunniteltaessa on harkittava, minkälaisia näytteitä ko. suunnittelutehtävää varten tarvitaan. Vasta tämän jälkeen voidaan valita tarkoituksenmukaisia näytteenottomenetelmiä. Liitteessä 2 on esitetty ne tavallisimmat maalajien geoteknilliset ominaisuudet, joiden selvittämiseksi tarvitaan joko häiriintymättömiä tai häiriintyneitä näytteitä.

Näytteenottomenetelmän valintaan vaikuttaa myös näytteenoton kohteena oleva maalaji. Näytteenotto suunnitellaan aina muuhun pohjatutkimukseen liittyen siten, että molemmat täydentävät toisiaan. Erilaisten näytteenottimien suositeltavuus häiriintyneiden ja häiriintymättömien näytteiden ottamiseen erilaisissa maalajeissa on esitetty liitteessä 3.

## 2.3 Häiriintyneiden näytteiden ottaminen

### 2.31 Näytteenottoon liittyvät tutkimukset

Näytteenottoa suunniteltaessa ja näytteenottoaikoja valittaessa on ensin selvitettävä alueen maaperän geologinen yleisrakenne. Maaperän geologinen yleisselvitys voidaan suorittaa maastossa silmävaraisin havainnoin tai ilmakuvatulkintaa apuna käyttäen. Tarkempia geoteknillisiä tutkimuksia suunniteltaessa on maaperän yleiskuvan tarkentamiseksi suoritettava kairauksia geologisiin perusteen valituissa "avainkohdissa". Esitutkimusten perusteella valitaan näytteenottoaikat ja syvyydet sekä käytettävät näytteenottomenetelmät. Kairausten lisäksi tutkimusalueella on määritettävä myös pohjavedenpinnan sijainti, jolla on merkitystä näytteenottosyvyyden ja käytettävän näytteenottomenetelmän valintaan sekä viime kädessä pohjarakennerekaisiin samalla tavoin kuin otettavilla maanäytteilläkin.

### 2.32 Näytteiden ottaminen

#### 2.321 Koekuoppa

Moreenimaalajeissa sekä kivisissä hiekka- ja soramaalajeissa on koekuoppa luotettavin ja yksinkertaisin menetelmä maakerrosten rakenteen sekä kallionpinnan sijainnin selvittämiseksi. Koekuopan kaivussyvyys rajoittuu 3-4,5 metriin traktorikaivureita käytettäessä. Myös pohjavesi rajoittaa koekuopan kaivussyvyyttä.

Kaivetusta koekuopasta on aina otettava ainakin häiriintyneitä näytteitä. Yleensä näytteet otetaan kuopan kaivuluiskasta alas varisutetusta maasta. Jos maapohja on homogeeninen, maata varisutetaan yhdellä kertaa koko näytteenottosyvyyttä vastaavalta korkeudelta. Kerroksellisesta maasta on näytteet tarvittaessa otettava kerroksittain. Jos eri kerroksista otetaan yhteinen näyte, tästä on tehtävä aina merkintä näytteenottopöytäkirjaan ja näytteen nimilappuun. Koekuopasta määritetään myös maalajin kivi- ja lohkarepitoisuus, jotka voidaan tällä tavalla määrittää huomattavasti luotettavammin kuin kairausten ja maanpinnalta tehtyjen havaintojen perusteella.

Samalla kun koekuopan avulla voidaan tarkistaa kallionpinnan sijainti, maalajien kerrosrajat sekä usein myös pohjavedenpinta ja saada erittäin luotettavat näytteet,

koekuoppa on myös eräänlainen "koekaivanto". Koekuoppaa kaivettaessa on tehtävä havaintoja maalajien kaivettavuudesta sekä niiden käyttäytymisestä kaivun aikana. Samoin voidaan tehdä havaintoja pohjaveden vaikutuksesta kuopan seinämien pystyssä pysymiseen sekä pohjaveden virtaamisesta koekuoppaan, joita kaikkia havaintoja tarvitaan pohjarakenteiden ja pohjarakennustöiden suunnittelussa. Myös koekuopasta otetuilla valokuvilla saattaa olla merkitystä suunnittelijalle, jolla ei ole ollut mahdollisuutta käydä tutkimuspaikalla koekuoppaa kaivettaessa.

Koekuopasta on tehtävä koekuoppapöytäkirja, johon kuopan kartta- ja leikkauspiirrosten lisäksi on merkittävä kaikki em. havainnot ja otettujen näytteiden paikat. Esimerkki tällaisesta pöytäkirjasta on kuvassa 10. Ellei erityistä koekuoppapöytäkirjaa ole, nämä merkinnät tehdään esim. näytteenottopöytäkirjan huomautussarakkeeseen.

#### 2.322 Kierrekaira ja lapiokaira

Kierrekairan/lapiokairan muodostaa kierre-/lapiotin (kuva 1) sekä siihen kiinnitettävät jatkotangot ja tankojen yläpäähän kiinnitettävä vääntövarsi. Tankoina käytetään tavallisesti painokairan tankoja. Ennen varsinaisen näytteenoton aloittamista poistetaan maanpinnasta humuskerros sekä irtonainen maa. Kierrekairaa voidaan kiertää joko käsin tai koneellisesti. Kiertämisen jälkeen ottimen syvyys mitataan ja merkitään näytteenottopöytäkirjaan. Otin nostetaan maasta näytettä varisuttamatta. Jos näytteet lähetetään laboratorioon tutkittaviksi, ottimesta irroitettu näyte laitetaan esimerkiksi muovipussiin. Pussi suljetaan mahdollisimman pian, jottei näytteen vesipitoisuus pääse muuttumaan. Tyhjentämisen jälkeen otin kierretään uudelleen maahan reiän pohjasta alaspäin. Kun otin on täytynyt, se nostetaan jälleen ylös ja tyhjenetään.

Jos kierre- tai lapiokairalla otetaan näytteitä 3-4 metriä syvemältä, kairaa on vaikeaa käsitellä ylös nostettaessa, ellei tangostoa irroiteta liitoksistaan. Irroitus voidaan suorittaa 2-3 metrin osiin. Kairaa ylös nostettaessa voidaan käyttää apuna kairan nostimia. Karkearakeisissa maalajeissa saattavat kivet vaikeuttaa ottimen maahan kiertämistä. Lapiokairaa käytettäessä ei löyhistäkään maalajeista ole mahdollista saada kerralla näytettä enempää kuin ottimen sisään mahtuu. Sen sijaan kierrekairaa käytettäessä voidaan löyhistä, hyvin koossapysyvistä maakerrostumista (lähinnä savimaalajeista) ottaa kierreosaa pidempikin näyte. Otinta ei kuitenkaan saa kiertää kerralla niin syvälle maahan, että se ylösnostettaessa rikkoutuu.

Kierrekairalla näytteitä otettaessa on huomattava, että näytettä ylös nostettaessa sen pintaan saattaa sekoittua ylempien kerrosten maata. Jos näyte otetaan esimerkiksi siitti- tai hiekkakerroksen alla olevasta savikerrostumasta, näytteen pinnasta ennen sen poistamista kairasta on "kuorittava" pintaosa pois siten, että jäljelle jäävä näyte sisältää vain savikerrostumasta otettua maata. Muussa tapauksessa näytteestä laboratorioissa määritetty rakeisuus saattaa olla virheellinen. Myös näytteen pintaan kertyneen ylimääräisen veden takia on pintaosa poistettava ennen näytteen panemista muovipussiin.

Jos kierre- tai lapiokairalla otetaan näytteitä kerrallisista savi- tai silttimuodostumista ja kerrallisuus on todettavissa näytteestä ennen sen poistamista kairasta, kerrallisuudesta on tehtävä merkintä sekä näytteenottopöytäkirjaan että näytteen nimilappuun. Sen jälkeen kun näyte on poistettu ottimesta ja laitettu muovipussiin sekä kuljetettu labora-

torioon, ei näytteen kerrallisuutta enää useinkaan voida todeta. Laboratoriossa saadaan määritetyksi vain koko näytteen keskimääräinen rakeisuus. Ellei tällöin ole tiedossa, että ko. näyte edustaa kerrallista maata, tästä saattaa aiheutua vääriä tulkintoja ja jopa suunnitteluvirheitä.

### 2.323 Kannukaira

Kannukairan muodostaa kannuotin (kuva 2) sekä siihen kiinnitettävät jatkovarret ja vääntövarsi. Samassa varressa voi olla useampiakin kannuja. Eloperäisissä maalajeissa ja savimaalajeissa käytettävän kevyen kannukairan (kuva 2a) jatkovarret ovat yleensä 1...1,5 metrin pituisia putkia. Varret liitetään toisiinsa erikoisliitoksilla, jotka mahdollistavat kairan kiertämisen sekä myötä- että vastapäivään. Raskaampaa kannukairaa voidaan käyttää myös karkearakeisissa maalajeissa, jolloin kairassa on yleensä kiertymättömin liitoksin varustetut tukevat terästangot.

Ennen näytteenoton aloittamista tehdään maanpinnassa olevan kuivakuori- tai täytemaakerroksen läpi reikä esimerkiksi kierrekairalla. Suljettu kannuotin painetaan maahan haluttuun näytteenottosyvyyteen. Painettaessa on suositeltavaa kiertää kairaa hieman myötäpäivään, jotta kannu ei pääse aukeamaan. Näytteenottosyvyydessä kairaa kierretään muutama kierros vastapäivään, jolloin kannu avautuu ja kairasta ulkoneva "huuli" ohjaa maata kannun sisälle. Kun kannu on täytynyt, kairaa kierretään myötäpäivään, jolloin kannu sulkeutuu. Otin nostetaan maasta ja näyte poistetaan kannusta joko muovipussiin tai maahan. Näytettä kannusta muovipussiin laitettaessa on varottava ylimääräisen veden joutumista pussiin. Aina ennen ottimen maahan painamista on kannu huolellisesti puhdistettava ja tarkastettava, että se avautuu ja sulkeutuu vapaasti. Kerroksellisista maalajeista kannukairalla näytteitä otettaessa on näytteen kerroksellisuus merkittävä näytteenottopöytäkirjaan ja näytteen nimilappuun samalla tavalla kuin kierre- ja lapiokairan yhteydessä.

### 2.324 Pienoismäntäkaira

Painokairan tankoihin kiinnitetty pienoismäntäotin (kuva 2c) painetaan tai lyödään maahan näytteenottosyvyyteen näytesylinteri suljettuna. Olin avataan nostamalla mäntä yläasentoonsa ja lukitaan kiertämällä tankoa neljänneskierros myötäpäivään. Kairaa painetaan edelleen maahan, kunnes ottimen sylinterin sisässä oleva purkki on täytynyt maalla. Otin on nostettava maasta tasaisesti. Nostamisen jälkeen näytepurkki poistetaan ottimesta laboratorioon lähetettäväksi. Otinta voidaan käyttää myös ilman näytepurkkia, jolloin näyte sylinteristä tyhjenetään esimerkiksi muovipussiin.

### 2.325 Heijarikairan näytekaira

Häiriintyneitä maanäytteitä voidaan heijarikairalla ottaa mäntäotintyyppisiä näytteenottimia käyttäen (kuva 3a). Ennen näytteenoton aloittamista asetetaan ottimen sisälle näytepurkki. Samalla on myös tarkistettava, että ottimen mäntä pääsee kiertymään auki. Jos maalaji- tai pohjavesisuhteet näytteenotto paikalla ovat sellaiset, että näytteen pysyminen purkin sisällä otinta ylös nostettaessa on epävarmaa, ottimen alapäähän asetetaan ohuesta messinki- tai teräspellistä tehty liuskasulkija (kuva 3c). Muut kairauspaikalla ennen näytteenottoa suoritettavat toimenpiteet ovat samat kuin heijarikairauksen yhteydessä (Kairausopas

1). Kun otin on lyöty näytteenottosyvyyteen, näytteen ottaminen tapahtuu samanaikaisesti lyömällä ja kiertämällä kairaa.

Otettaessa näytteitä kivisistä maalajeista heijarikairan näytteenottimilla samoin kuin muillakin sellaisilla ottimilla, joilla ei näytteeseen ottimen pienuudesta johtuen saada mukaan kiviä, näytteen nimilappuun sekä näytteenottopöytäkirjaan on aina tehtävä huomatus siitä, että näytteen edustama maalaji sisältää todellisuudessa kiviä, vaikka niitä ei otetussa näytteessä olekaan.

### 2.326 Heijarikairan sydännäytekaira

Suurempaa heijarikairauskalustoa ("superheijarikairauskalusto") käyttäen voidaan myös moreenista ja sorasta ottaa häiriintyneitä näytteitä kuvassa 4 esitetyllä järeällä näytteenottimella ns. sydännäyteottimella. Näytteenotossa heijarikairauskaluston avulla lyödään maahan maakengällä varustettu työputki, jonka sisälle, kairausputkiston alapäähän, on kiinnitetty näytteenotin. Sisäkkäin olevat työ- ja kairausputket on kiinnitetty toisiinsa yläpäistä. Kun työputki on lyöty maahan niin syvälle, että näytteenotin on täytynyt maalla, näytteenottimen lukitus irrotetaan ja kairausputkea lyödään heijarilla työputken kärjessä olevaa maakenkää vasten. Tällöin näytteenottimen kärkiliuskat taipuvat sisällepäin ja sulkevat näytteenottimen alapään. Tämän jälkeen sisempi putkisto näytteenottimiseen nostetaan työputkesta ja näyte tyhjenetään esimerkiksi muovipussiin. Kärjen uusimisen jälkeen kairausputki näytteenottimiseen lasketaan työputkeen ja näytteenottoa jatketaan edellä kuvatulla tavalla. Työputken kohtaama kivi voidaan rikkoa esimerkiksi räjäyttämällä, jonka jälkeen työputkea voidaan edelleen lyödä maahan.

### 2.327 Avoim putkikaira

Esimerkki avoimesta putkiottimesta on kuvassa 3b ("Spoon Sampler"). Samanlaista näytteenotintyyppiä edustaa myös ns. "Standard Penetration Test"-kaira. Myös maaputkikairauskalustoihin voidaan liittää avoin putkiotin. Näytteitä otettaessa otinta lyödään tai kierretään työputkella tehdyn reiän pohjasta alaspäin maahan niin, että näytesylinteri täyttyy maalla (kuva 5b). Tämän jälkeen otin nostetaan ylös ja tyhjenetään. Työputkea painetaan (ai kierretään tämän jälkeen syvemmälle maahan ja otinta lyödään tai kierretään edellisen näytteenoton tekemän reiän pohjasta alaspäin, kunnes näytesylinteri täyttyy taas maalla.

Myös timanttikairauksen (sydännäytekairauksen) näytteenotin voidaan katsoa kuuluvaksi avoimiin putkiottimiin. Timanttikairausta käytetään yleensä etenkin kallionäytteiden ottamiseen ja kivisten ja lohkaristen maakerrosten alla olevan kalliopinnan tarkistamiseen epäselvissä tapauksissa. Tässä oppaassa ei kuitenkaan käsitellä tarkemmin kallionäytteiden ottoa. Maakerroksissa suoritettujen sydännäytekairauksen yhteydessä huuhteluveden mukana saadaan maanpinnalle maata kairausreiästä. Huuhteluveden sameudesta ja väristä voidaan tehdä myös maalajia koskevia arvioita.

### 2.328 Vesi- tai ilmahuuhtelu

Otettaessa näytteitä vesi- tai ilmahuuhtelun avulla lyödään maahan haluttuun näytteenottosyvyyteen rakosivillä varustettu tai rei'itetty putki. Putken sisälle työnnetään

huuhteluletku, joka on yhdistetty joko ilmakompressoriin tai huuhtelupumppuun.

Ilmahuuhtelua voidaan käyttää vain silloin, kun siiviläputken upotussyvyys on pohjavedenpinnan alapuolella vähintään yhtä suuri kuin nostokorkeus vedenpinnan yläpuolelta maanpintaan. Ilmahuuhtelulla nostettu näyte voidaan kerätä putkeen tai pussiin, johon se kerrostuu käänteiseen kerrosjärjestykseen.

Kun huuhteluletkuun johdetaan vesipaine, paineellinen vesi irrottaa maa-ainesta putken ympäriltä ja nostaa sen mukanaan maanpinnalle, jossa huuhteluvesi näytteineen johdetaan selkeytysaltaaseen ja kerätään talteen. Vesi- tai ilmahuuhtelulla saatavat maanäytteet ovat yleensä epätäydellisiä eikä niistä voida määrittää luotettavasti edes maalajin rakeisuutta.

## **2.4 Häiriintymättömien näytteiden ottaminen**

### **2.41 Näytteenottoon liittyvät tutkimukset**

Tutkimusalueella esiintyvän maaperän geologinen rakenne ja pohjavesisuhteet alueella on tunnettava näytteenottoa suunniteltaessa. Ennen häiriintymättömien näytteiden ottamista on tutkimuspaikalla yleensä aina suoritettava kairauksia ja joissakin tapauksissa saattaa olla tarkoitukseenmukaista ottaa maasta häiriintyneitä näytteitä.

Kirausten ja maaperän geologisen rakenteen perusteella valitaan sekä näytteenottoaikat että näytteenottosyvyydet. Koska häiriintymättömien näytteiden ottaminen ja niiden laboratoriotutkimukset ovat verrattain kalliita verrattuna pelkkiin kairauksiin, näytestä valittaessa on pyrittävä määrittämään tutkimusalueelta sellaiset paikat, jotka parhaiten edustavat ko. tutkimusalueen maaperää. Tällä tavalla näytestä voidaan lukumäärää voidaan rajoittaa muutamien hyvin valittuihin "avainpisteisiin". Myös maaperän suhteen muusta alueesta selvästi poikkeavista kohdista on yleensä otettava näytteitä.

Näytteenottopisteen etäisyyden kairauspisteestä tai toisesta näytteenottopisteestä on maanpinnan tasossa oltava vähintään 2 metriä, ettei näytteissä olisi muiden kairauksen aiheuttamaa häiriintymistä. Yleensä etäisyyden on oltava sitä suurempi mitä syvemmältä näytteitä otetaan. Häiriintymättömiä näytteitä voidaan esimerkiksi ST I-, ST II- ja norjalaistyyppisillä mäntäottimilla ottaa tavallisissa tutkimuksissa samasta reiästä yksi näytesarja ts. yksi ottimen nosto yhtä syvyysmetriä kohti. Jos näytteitä halutaan ottaa tiheämpään, ne on otettava kahdesta reiästä syvyyssuunnassa limittäin siten, että toisesta reiästä otetun näytteen alapään syvyydestä alkaen otetaan näyte aina toisesta reiästä. Näytteenottoa suunniteltaessa on tällöin otettava huomioon maakerrosten mahdollinen kaltevuus, joka selvitetään ennakkokairauksien avulla.

## **2.42 Näytteiden ottaminen**

### **2.421 Koekuoppa**

Koekuopasta otetaan häiriintymättömiä näytteitä tavallisesti metallipurkkeihin (kuva 6). Purkkien seinämävahvuus määräytyy pääasiassa näytteen maalajin mukaan. Yleensä seinämävahvuus on 2-4 mm ja seinämän alareunan teroituskulma 45°-60°. Näytepurkkien seinämän on kuitenkin aina oltava niin paksu, että purkki säilyttää kaikissa normaalisti esille tulevissa käsittelyvaiheissa ympyräpoikkileikkauksensa. Näytepurkin sisähalkaisijan tulee olla vähintään 10 cm. Mitä suurempi on näytteen

halkaisija, sitä suurempi osa näytteen keskiosasta jää häiriintymättä, mutta sitä työläämpää on näytteenotto.

Näytteen korkeus riippuu maalajista ja näytteen käyttötarkoituksesta. Savi- ja silttimaalajeissa käytetään tavallisesti 15-20 cm korkeita purkkeja. Karkearakeisissa maalajeissa näytepurkin korkeuden ja halkaisijan suhteen on oltava pienempi kuin savi- ja silttimaalajeissa. Näytepurkit on varustettava jäykällä kansilla, joilla ne voidaan tiiviisti sulkea.

Näytepurkki on näytettä otettaessa pyrittävä saamaan maahan painamalla joko käsin, käyttäen apuna vipuja tai nestepuristinta (kuva 6f). Painettaessa on suositeltavaa käyttää ohjaussylinteriä, jonka avulla purkki saadaan painumaan maahan suoraan ilman sivusiirtymiä (kuva 6a). Kovissa maalajikerrostumissa purkkia joudutaan lyömään, jolloin näyte yleensä häiriintyy. Kun purkki on painettu riittävän syväälle mahan, näytteen yläpinta tasataan purkin yläreunan tasoon ja purkin päälle asetetaan kansi. Purkki irroitetaan maasta varovasti, ettei näyte häiriinny. Irroitettaessa voidaan kaivaa maata purkin ympäriltä hieman purkin alareunan tasoa syvemmälle (kuva 6b). Tämän jälkeen purkki irroitetaan maasta jonkin verran alareunan alapuolelta varoen, ettei näyte pääse valumaan pois. Purkki käännetään ylösalaisin, näytteen pinta tasataan purkin alkuperäisen alareunan tasoon ja purkki suljetaan tiiviisti myös toisesta päästään. Näytteet tiiviisti ja hyvin koossapysyvistä maalajeista voidaan ottaa myös kuvissa 6c ja 6d tai 6e esitetyillä tavoilla.

Koekuopasta häiriintymättömiä näytteitä otettaessa on kuopasta näytteenoton lisäksi tehtävä samat havainnot kuin häiriintyneidenkin näytteiden ottamisen yhteydessä. Havainnot ja näytteenottokohdat on merkittävä koekuoppapöytäkirjaan (kuva 10). Ellei sellaista ole, niin havainnot merkitään näytteenottopöytäkirjan huomautussarakkeeseen.

### **2.422 ST I -tyyppinen mäntäkaira**

ST I-tyyppinen mäntäkaira (kuva 7a) muodostuu mäntäottimesta sekä siihen liitettävistä suojaputkista ja niiden sisässä olevista tangoista tai teräsnauhasta. Itse mäntäotin muodostuu männästä ja sylinteristä sekä näytepurkeista. Näytepurkkien sisähalkaisija on 50 mm.

### **Näytteenoton valmistelut**

Ennen näytteenottimen maahan painamista on tarkastettava, että männän (automaattinen) lukituslaite toimii lukitien männän sekä ala- että yläasentoon. Samoin on tarkastettava, että sylinterin sisälle laitettavat näytepurkit ovat ehjät ja sylinteri on sisältä puhdas, jotta purkit pääsevät vapaasti liikkumaan sylinterin sisällä näytteenoton jälkeen kairaa tyhjennettäessä. Tarvittaessa asetetaan ottimen alapäähän liuskasulkija näytteen pysyvyyden parantamiseksi. Liuskasulkijan käyttö aiheuttaa yleensä ainakin lievää näytteiden häiriintymistä.

Näytteenottoa tehdään kuivakuorikerroksen läpi-reikä tavallisesti kierre- tai lapiokairalla. Häiriintymättömät näytteet tästä kerroksesta otetaan koekuopasta.

### **Näytteiden ottaminen**

Mäntäotin painetaan haluttuun näytteenottosyvyyteen pystysuorassa asennossa liittäen kairan jatkeeksi tarvittava määrä suojaputkia ja sisätankoja. Tankojen tilalla voidaan käyttää teräsnauhaa. Tiiviissä maakerroksissa voidaan kai-

raa varovasti lyödä. Sekä painaminen että mahdollinen lyöminen on kohdistettava suojaputkiin. Painaminen voidaan suorittaa joko miesvoimin, mekaanista taikka hydraulista nostinta tai vipukankea apuna käyttäen. Painettaessa on varottava taivuttamasta putkia.

Kun otin on halutussa näytteenottosyvyydessä, männän lukitus avataan ja mäntä kiinnitetään maanpinnan suhteen liikkumattomaksi. Varsinainen näytteiden ottaminen on aloitettava välittömästi sen jälkeen, kun otin on painettu näytteenottosyvyyteen, jotta näytesylinteriin männän yläpuolelle ei pääse työntyvää vettä männän ja sylinterin välisestä tiivistyksestä huolimatta. Näytettä otettaessa kairaa painetaan edelleen maahan, jolloin maa työntyy ottimen sisällä oleviin näytepurkkeihin. Näytteen ottamisen aikana on kairaa painettava maahan jatkuvasti ja mahdollisimman tasaisesti. Painamisnopeuden on oltava sellainen, että näytteen työntyminen sylinteriin (noin 70 cm) kestää vähintään noin 20 sekuntia.

Jos kairaa joudutaan näytteenoton aikana maan tiiveyden takia lyömään, lyöntien on oltava kevyitä, jotta kaira työntyisi mahdollisimman tasaisesti maahan. Lyömisen aikana voidaan kairaa lisäksi painaa maahan tunkeutumisen tehostamiseksi. Jos kairan painuminen pysähtyy kovan maakerroksen tai esimerkiksi kiven takia, kaira on nostettava ylös. Näyte on otettava uudesta reiästä tai reikä on yritettävä avata esimerkiksi kierrekairalla. Jos kairaa joudutaan lyömään näytteenoton aikana, siitä on tehtävä merkintä näytteenottopöytäkirjaan, koska näytteet saattavat tällöin olla häiriintyneitä.

Kun kaira on painettu maahan niin pitkälle, että sylinteri on lähes täysin, painetaan loppumatka varovasti. Näytettä ei saa puristaa kokoon liialla työntämisellä. Sylinterin täyttymisen jälkeen lukittua mäntä automaattisesti (tai lukitaan) yläasentoonsa. Lukitus on aina varmistettava. Tämän jälkeen kairaa hieman pyöräytetään, jotta näyte leikkautuisi irti maasta ottimen alapään tasossa. Kaira nostetaan maasta varoen nykyksiä. Myös liian nopeaa jatkuvaa nostamista on vältettävä, jotta näyte ei maareissä syntyvän alipaineen vaikutuksesta putoaisi. Nostamisen helpottamiseksi suojaputkisto ja sisätangosto irroitetaan liitoksistaan 2-3 metrin osiin. Jos tankojen tilalla käytetään teräsnauhaa, se irroitetaan ennen ylösnostamista mäntämekanismista ja kelataan rullalle maanpinnalle.

Näytteenotin muodostuu kahdesta sisäkkäisestä sylinteristä ja niiden sisällä olevista näytepurkeista. Ulomainen sylinteri toimii sisemmän suojavaippana. Suojaavan ulkovaipan ansiosta otin kestää jossain määrin myös lyömistä.

### **Näytteenoton valmistelu**

Näytepurkkeja ottimen sisään työnnettäessä tarkastetaan, että purkit ovat ehjät ja sylinteri sisältä puhdas, jotta purkit pääsevät vapaasti liikkumaan sylinterin sisässä. Jos näytteenottoa edeltäneiden tutkimusten perusteella on todettu maan olevan sellaista, että näytettä otettaessa on olemassa ottimen ulkovaipan pyörimisvaara, vaippa on varustettava pyörimisen estävillä (irto)siivekkeillä. Tarvittaessa voidaan ottimen alapäähän asettaa liuskasulkija. Liuskasulkijan käyttöä on kuitenkin vältettävä, koska se aiheuttaa näytteen häiriintymistä.

Ennen ottimen maahan painamista on tarkastettava, että sisävaipan ulostyöntyminen on esteetön. Samalla on tarkastettava sisävaipan ulostyöntymiseen tarvittavien kier-

rosten määrä. Muut toimenpiteet ennen näytteenoton aloittamista ovat samat kuin ST I:IIä näytteitä otettaessa.

### **Näytteiden ottaminen**

Kaira painetaan maahan tangoista joko miesvoimin painovarsien avulla tai mekaanista taikka hydraulista nostinta käyttäen. Painettaessa on varottava, etteivät tangot pääse kiertymään kumpaankaan suuntaan. Samoin tankoja toisiinsa liitettäessä on alemman tangon kiertyminen estettävä. Kun otin on painettu haluttuun näytteenottosyvyyteen, kaira ankkuroidaan maahan siten, ettei se pääse pystysuunnassa liikkumaan. Ankkurointi on kuitenkin suoritettava siten, että tangot pääsevät esteettä kiertymään. Jos kaira ei mene painamalla maahan, sitä voidaan lyödä. Lyöminen suoritetaan esimerkiksi heijarikairauskaluston avulla.

Ottimen sisemmän sylinterin ulostyöntäminen eli varsinainen näytteiden ottaminen tapahtuu kiertämällä tangoista vastapäivään. Tällöin sisempi sylinteri ottimen mäntämekanismiin ansiosta työntyy ulos ulkovaipan sisästä. Kierrettäessä lasketaan kierrokset ja seurataan, ettei kaira pääse nousemaan ylöspäin. Kiertämisnopeuden on oltava noin 1 kierros sekunnissa, jolloin sisäsylinteri painuu maahan noin 1 cm/s:n nopeudella. Tiiviissä maalaajissa ei tällaista kiertämisnopeutta voida aina noudattaa. Kiertäminen on kuitenkin pyrittävä suorittamaan yhtäjaksoisesti alusta loppuun saakka.

Kun tankoja on kierretty sisäsylinterin ulostyöntämiseen tarvittava määrä, kiertämisvastuksessa havaitaan selvä suureneminen. Tällöin sisäsylinteri on työntynyt kokonaan ulos ulkovaipan sisästä ja näytepurkit ovat täynnä maata. Jos kiertyminen on pysähtynyt, ennenkuin tarvittava määrä on kierretty tai vasta useamman kierroksen kulluttua, siitä on tehtävä merkintä näytteenottopöytäkirjaan. Näytteet saattavat tällöin olla häiriintyneitä tai purkit ovat vajaat. Pöytäkirjaan on merkittävä myös kairan mahdollinen nouseminen kiertämisen aikana.

Kaira nostetaan maasta joko nostovarsien avulla, hydraulisella nostimella tai mekaanisella nostimella. Nostaminen on suoritettava nykyksittä ja mahdollisimman tasaisella nopeudella, jotta näyte ei putoaisi sylinteristä.

### **Näytteiden poistaminen ottimesta**

Näytteiden ottaminen ulos ottimesta tapahtuu asettamalla kaira pukkien tai telineiden varaan vaakasuoraan asentoon ja kiertämällä tangoista myötäpäivään. Tällöin sisäsylinteri vetäytyy ulkovaipan sisään ja näytepurkit tulevat esille. Kun kukin purkki on tullut kokonaan näkyviin, se leikataan irti ja suljetaan heti tiiviisti kumitulpilla. Silttimaa-lajeista näytteitä otettaessa saattavat näytepurkit juuttua kiinni putkeen kuten ST I:IIäkin.

### **2.424 Norjalaistyyppinen mäntäkaira**

Norjalaistyyppinen mäntäotin (kuva 7c) eroaa edellä esitetyistä ruotsalaistyyppisistä mäntäottimista pääasiassa siten, että sen näytepurkin muodostaa vain yksi näyteputki, joka näytteenoton jälkeen irrotetaan ottimesta. Näyteputki on saumatonta ruostumatonta terästä. Yleisin putken pituus on 80 cm ja sisähalkaisija noin 50 mm. Mäntäotin painetaan maahan suojaputkista. Suojapukien sisällä ovat sisätangot, kuten ST I-tyyppisessä kairassa.

## Näytteenoton valmistelu

Norjalaistyyppistä mäntäotinta näytteenottokuntoon laitteissa on erityisesti tarkastettava, että näyteputki on sisältä puhdas eikä putkessa ole painautumia, jotka estävät männän liikkumisen sen sisällä. Putken on kiinnitettävä tukevasti ottimen runkoon, ettei se näytteenoton aikana pääse taipumaan sivuille. Lopuksi tarkastetaan, että mäntä on lukittuna ala-asentoonsa. Maanpinnassa olevan kuiva-kuori- tms. kerroksen läpi tehdään yleensä reikä kierre- tai lapiokairalla.

## Näytteiden ottaminen

Kaira painetaan maahan kohtisuorassa maanpinnan suhteen. Painaminen suoritetaan suojaputkista kuten ST I-asä. Kun otin on halutussa näytteenottosyvyydessä, männän lukitus avataan ja mäntä kiinnitetään sisätankojen avulla maanpinnan suhteen liikkumattomaksi. Tämän jälkeen kairaa painetaan edelleen suojaputkista maahan, jolloin maa työntyy näyteputkeen. Kaira on pyrittävä painamaan yhtäjaksoisesti tasaisella nopeudella koko putken pituudelta. Jos maa on sellaista, ettei koko putken pituutta voida painaa yhdellä kertaa, painaminen on suoritettava lyhyin sysäyksin. Lyömistä on vältettävä, koska näyte häiriintyy ja putken kiinnitys saattaa rikkoutua. Kun putki on täynnä, mäntä lukitaan yläasentoonsa. Häiriintymättömiä näytteitä otettaessa ei kairaa saa painaa maahan näyteputken täyttymisen jälkeen, jotta näyte ei puristuisi kokoon putkessa.

Savi- ja silttimaalajeissa on ennen ottimen ylösnostamista suositeltavaa pyöräyttää kairaa hieman, jotta näyte leikautuisi irti maasta. Ottimen nostaminen on suoritettava varovasti, ettei näyte putoa. Löyhistä silttimaalajeista näytteitä otettaessa näyte saattaa pudota kaikista varoituspeiteistä huolimatta. Suojaputkisto ja sisätangosto voidaan nostettaessa irroittaa liitoksistaan 2-3 metrin osiin.

## Näytteen poistaminen ottimesta

Kun näytteenotin on nostettu maasta, näyteputki irroitetaan ottimesta. Putken alapäähän laitetaan tiivis kumitulppa. Yläpäähän jäävä tyhjä tila täytetään maalla. Näytteen ja täytemaan väliin laitetaan muovikalvo. Tämän jälkeen suljetaan myös putken yläpää tiiviisti tulpalla.

### 2.425 Foliomäntäkaira

Tavallisilla mäntäairoilla voidaan yleensä ottaa vain suhteellisen lyhyitä (< 1 m) näytteitä. Pitemmässä näytteissä näytteen ja näytesylinterin sisäpinnan välinen kitka tulee niin suureksi, että näyte sen johdosta häiriintyy.

Pitempien yhtenäisten maanäytteiden ottamisessa voidaan käyttää ns. foliomäntäkairaa, jossa näytteen ja sylinterin välinen kitka on poistettu näytteen ja sylinterin välissä olevilla metalliliuskoilla. Kuvassa 7d on esitetty erään (ruotsalaisen) foliomäntäkairan periaatepiirros. Näytteitä otettaessa ei liuskojen ja näytteen välillä tapahdu minkäänlaista liukumista. Liukumista ja siitä aiheutuvaa kitkaa esiintyy vain liuskojen ja näytesylinterin sisäpinnan välillä. Myös näytettä ulos työnnettäessä kitkaa esiintyy vain liuskojen ja putken sisäpinnan välillä.

Jos näyte halutaan kuljettaa mahdollisimman häiriintymättömänä laboratorioon, se on katkottava sopivan pituisiin osiin, jotka on pantava esimerkiksi halkaistun, näytteen läpimittaa vastaavan muoviputken sisälle. Putken puoliskot kiinnitetään toisiinsa ja päät suljetaan tiiviisti,

jotta näytteen vesipitoisuus ei pääse muuttumaan. Jos näytteitä ei tarvitse säilyttää häiriintymättöminä, voidaan pitkät näytepalotella ja laittaa halutut osanäytteet muovipusseihin myöhempiä tutkimuksia varten.

Foliomäntäkairalla näyte saadaan putkeen ja myös putkesta ulos jokseenkin häiriintymättömänä. Näyte on kuitenkin laboratorioon siirtämistä varten laitettava purkkeihin, jolloin häiriintymistä saattaa tapahtua. Edullisinta olisi suorittaa sellaiset laboratoriotestit, joissa tarvitaan häiriintymättömiä näytteitä, näytteenottoaikalla kenttälaboratoriossa. Foliomäntäairoilla otettuja näytteitä käytetään kuitenkin verrattain vähän maalajien lujus- ja painumisoimaisuuksien määrittäisiin laboratorioissa.

## 3. NÄYTTEIDEN KÄSITTELY MAASTOSSA

Kun yksittäinen näytepurkki on poistettu mäntäotimesta ja irrotettu erilleen muista purkeista, se on suljettava heti tiiviillä kumitulpilla. Tulppien päissä kumin sisällä on oltava jäykiste. Näytteen päähän tulpan ja näytemaan väliin on laitettava ohut muovikalvo, jotta maa ei tartu tulppaan. Tulppaa kiinni painettaessa sen reunaa taivutetaan siten, että ilma näytteen pään ja tulpan välistä pääsee poistumaan eikä aiheuta näytteen häiriintymistä. Purkin pää on ulkopuolelta puhdistettava siten, ettei tulpan ja purkin väliin jää maata, joka estäisi purkin tiiviin sulkeutumisen. Tulpan ja purkin liittymäkohtaan voidaan tiiveyden parantamiseksi laittaa lisäksi esimerkiksi polkupyörän sisärenkaasta leikattu 2—3 cm leveä kumirengas tai teippi. Koekuopista otettujen häiriintymättömien näytteiden näytepurkit suljetaan yleensä tiiviillä metalli- tai muovikalvoilla. Jos näytepurkki ei ole täysi, näytteen pinnalle asetetaan ohut muovikalvo ja purkki täytetään tämän jälkeen mieluummin samalla maalla kuin näyte.

Jos häiriintyneistä näytteistä aiotaan määrittää laboratorioissa vesipitoisuus, ne on suljettava tiiviisti muovipusseihin. Ilma pusseista ennen sulkemista poistetaan mahdollisimman tarkkaan.

Jokaiseen näytepurkkiin ja näytepusseen on kiinnitettävä nimilappu (kuva 8). Nimilappu on käytävä ilmi seuraavat näytettä koskevat tiedot:

- tutkimuskohde
- näytteenottoaika (koordinaatit tai paalu)
- vedenpinnan syvyys maanpinnasta näytteenotto-pisteessä (pohjavesipinta tai muu vedenpinta)
- näytteen syvyys (näytteen alapään syvyys)
- näytteen yläpää
- mahdollinen purkin vajoitus
- silmämääräisesti arvioitu näytteen maalaji sekä kivi-syys ja lohkaraisuus
- näytteen väri (jos poikkeaa tavallisuudesta)
- näytteen laatu (häiriintynyt, häiriintymätön, epä-täydellinen, kuivakuorinäyte jne.)
- näytteenottoväline
- näytteenoton päivämäärä
- näytteiden ottaja

Nimilappu kiinnitetään purkin kylkeen esimerkiksi kumirenkaalla. Pussia käytettäessä on käytettävä kahta sisäk-äistä pussia, joiden väliin nimilappu laitetaan. Myös häiriintymättömän näytteen sisältävä purkki (ST I, ST II) on suositeltavaa laittaa muovipussiin, joka suljetaan tiiviisti. Näytteen nimilappu on kiinnitettävä purkkiin tai näyte-



pussiin aina ehdottomasti siten, että näyte voidaan tunnistaa purkkia tai muovipussia avaamatta.

Jos häiriintymättömiä näytteitä ei voida tutkia välittömästi näytteiden oton jälkeen niiden saavuttua laboratorioon, näytepurkkien tulpat tai kannet on tiivistettävä esim. parafinoimalla jo maastossa siten, ettei näytteen vesipitoisuus pääse muuttumaan säilytyksen aikana. Tiivistäminen on suoritettava lyhytaikaistakin säilytystä varten silloin, kun näytteitä ei voida säilyttää kosteassa (ja viileässä) säilytyshuoneessa. Häiriintymättömiä näytteitä maastossa käsiteltäessä on varottava niiden täryttelemistä sekä yleensäkin tarpeetonta siirtelyä. Näytteitä ei saa jättää auringonpaisteeseen. Näytteiden jäätyminen on ehdottomasti estettävä, koska näytteet jäätyksen seurauksena häiriintyvät.

Purkkien ja sylinterien tulpat ja kannet on aika ajoin tarkastettava. Sellaiset tulpat ja kannet, jotka ovat kuluneet tai venyneet siten, etteivät ne sulkeudu enää tiiviisti, on poistettava käytöstä. Tulppien päiden ja kansien on oltava ehdottomasti jäykkiä, ettei näyte pääse liikkumaan purkkia siirreltäessä.

#### 4.. NÄYTTEENOTTOPÖYTÄKIRJA

Näytteenotosta on pidettävä pöytäkirjaa kuten muistakin kairauksista. Pöytäkirjaan (kuva 9) on merkittävä ainakin seuraavat näytteenottoaika ja näytteitä koskevat tiedot:

- tutkimuskohde
- näytteenottoaika (koordinaatit tai paalu)
- maanpinnan tai juuripaalun korkeus näytteenotopisteessä
- vedenpinnan syvyys maanpinnasta (pohjavesipinta tai muu vedenpinta)
- näytteenottoväline
- näytteen syvyys (näytteen alapään syvyys)
- näytteen laatu (häiriintynyt, häiriintymätön, kuiva-kuorinäyte jne.)
- näytteen väri (jos poikkeaa tavallisuudesta)
- silmämääräisesti tai muuten arvioitu näytteen maalaji
- arvioitu maalajin kivisyys ja lohkaraisuus
- otettaessa kivisistä maalajeista näytteitä sellaisilla ottimilla, joilla ei maalajin sisältämiä kiviä tule mukaan näytteeseen, on kivistä tehtävä maininta näytteenottopöytäkirjaan
- näytteenoton aikana havaitut ja tehdyt normaalista näytteenoton kulusta poikkeavat toimenpiteet (kairan lyöminen, kairan pysähtyminen ennen purkkien täyttymistä yms.)
- näytteenoton päivämäärä
- näytteiden ottaja

Kun kaikki yhdestä pisteestä otettavat laboratorioon lähetettävät näytteet on otettu, pöytäkirjaan merkitään lisäksi näytteiden yhteislukumäärä (erikseen häiriintyneet ja häiriintymättömät). Edellä selitetty koskee pääpiirteittäin myös

#### 5. NÄYTTEIDEN PAKKAAMINEN JA KULJETUS

Kuljetusta varten häiriintymättömät näytteet on pakattava huolellisesti siten, etteivät ne häiriinny kuljetuksen aikana. Pakkaus- ja kuljetuslaatikkona on käytettävä tätä tarkoitusta varten valmistettua sisältä pehmustettua ja lämpö-

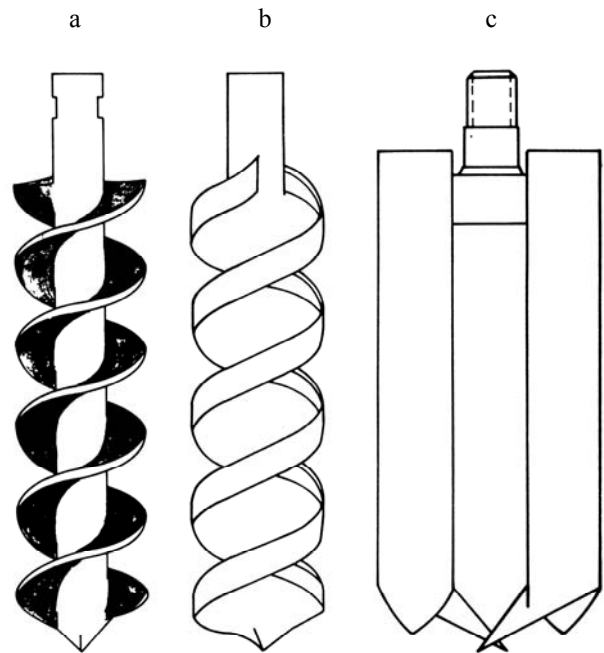
eristettyä laatikkoa. Laatikon tulee olla sisämitoiltaan sellainen, että pehmusteen ympäröivät purkit täyttävät sen niin tiiviisti, etteivät purkit pääse heilumaan.

Jos erityistä pakkaus- ja kuljetuslaatikkoa ei ole käytettävissä, näytteet on pakattava muuhun tukevaan puulaatikkoon. Laatikon sisälle purkkien suojaksi on laitettava pehmustetta. Purkit on pakattava laatikkoon siten, että ne ovat pystyasennossa ja näytteen yläpää ylöspäin. Kuljetuslaatikon päälle on aina merkittävä laatikon yläpuoli sekä laatikkoa on käsiteltävä varoen. Kuljetus talviaikana on suoritettava lämpimässä, mutta ei kuitenkaan kuumassa tilassa.

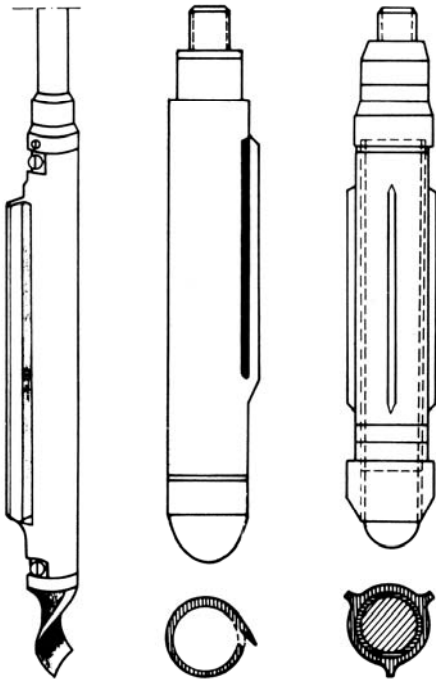
Näytelaatikkoon on aina pakkaamisen yhteydessä laitettava luettelo näytteistä. Tavallisesti tämä luettelo on näytteenottopöytäkirjan kaksoiskappale.

Häiriintymättömien näytteiden suositeltavin kuljetustapa on henkilöautokuljetus. Tällä tavalla voidaan parhaiten välttää näytteiden tärinää, kun näytteet lisäksi kuljetetaan auton sisällä eikä tavarasäilössä. Myös junakuljetusta voidaan käyttää, mutta kuljetuksen aikana saattaa tärinä aiheuttaa näytteiden häiriintymistä. Etenkin silttimaalajeista otetut näytteet ovat erittäin herkkiä häiriintymään tärinän vaikutuksesta. Näytelaatikon ympärille voidaan tärinän vaimentamiseksi kiinnittää vaahtomuovia. Kuljetuksen aikana on näytteiden kuumeneminen ja jäätyminen estettävä.

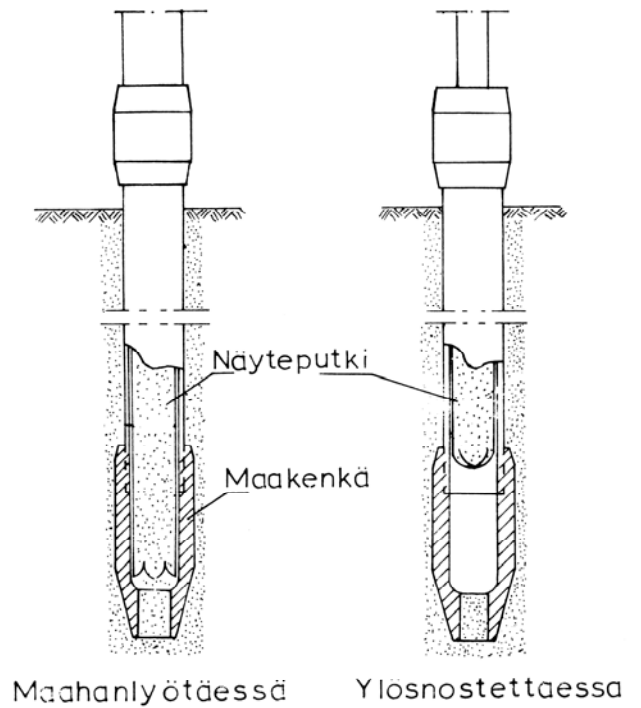
Kuva 1. Häiriintyneiden näytteiden ottamiseen tarkoitettuja ottimeita:  
a ja b) kierreetin  
c) lapio-otin



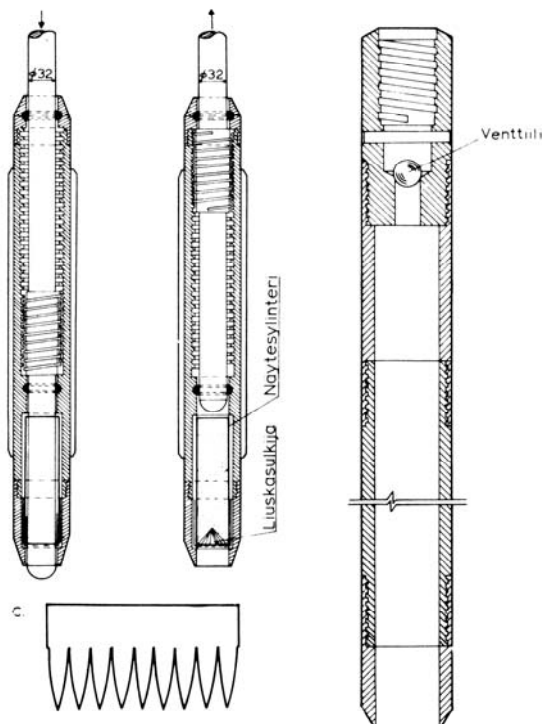
Kuva 2. Häiriintyneiden näytteiden ottamiseen tarkoitettuja ottimia:  
 a ja b) kannuotin  
 c) pienoismäntäotin



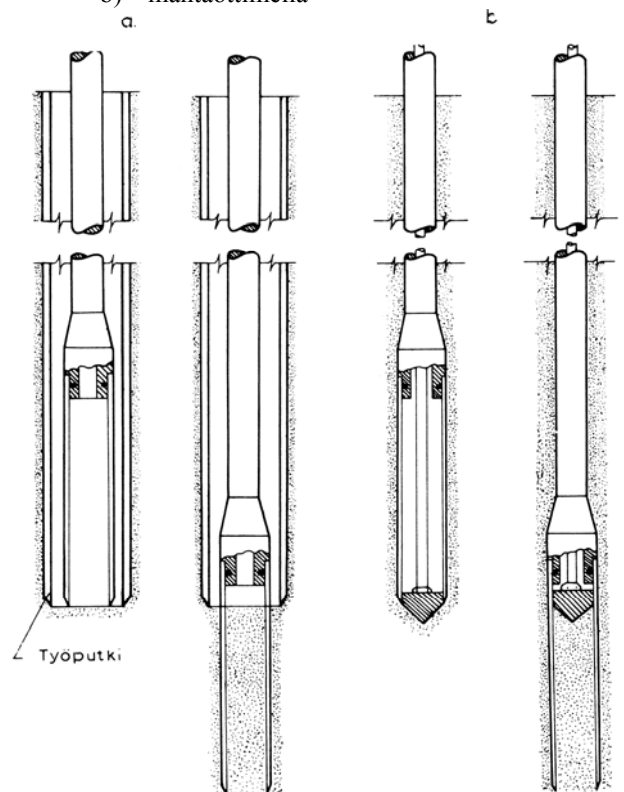
Kuva 4. Heijarikairan sydännäyteotin



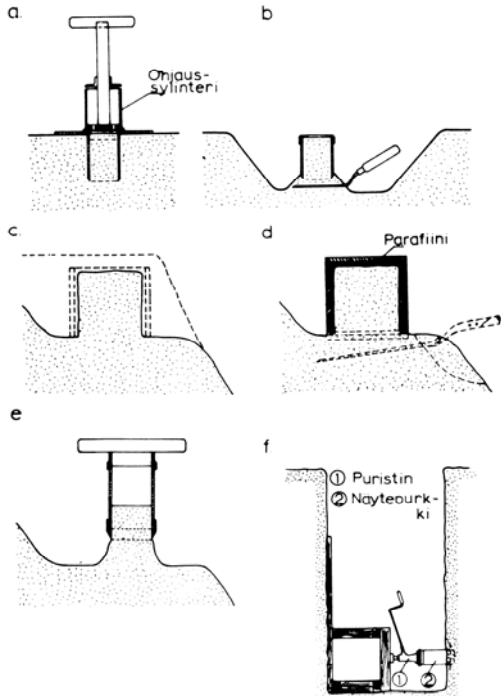
Kuva 3. Häiriintyneiden näytteiden ottamiseen tiiviistä maalajeista tarkoitettuja ottimia:  
 a) heijarikairan näytteenotin  
 b) avoin putkiotin (Spoon Sampler)  
 c) liuskasulkija



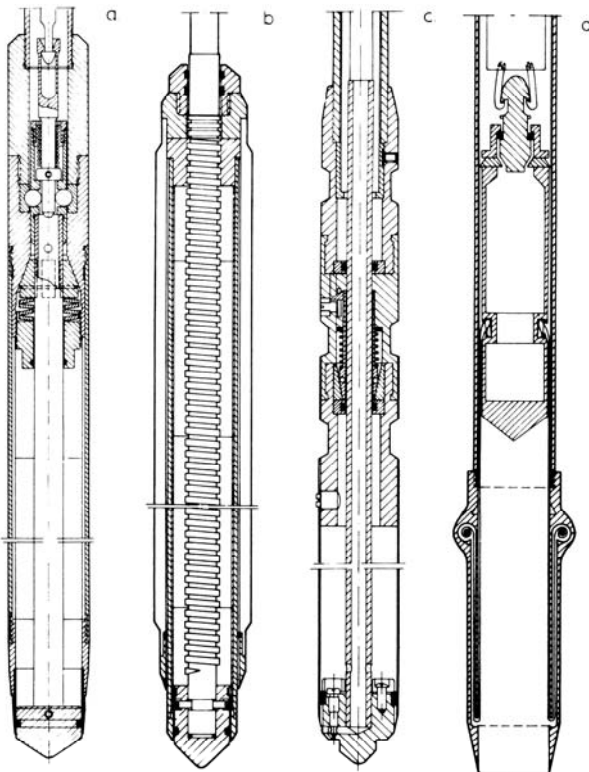
Kuva 5. Häiriintymättömien näytteiden ottamisen periaate:  
 a) avoimella ottimella  
 b) mäntäottimella



Kuva 6. Häiriintymättömien näytteiden ottaminen koekuopasta:  
a ja b) ohjauksylinterin avulla  
c ja d) muotoilemalla näyte valmiiksi ennen sen asettamista purkkiin  
e) muotoilemalla näyte sitä purkkiin otettaessa  
f) nestepuristimen avulla



Kuva 7. Erityyppisiä mäntäkairoja:  
a) ST I -tyyppinen  
b) ST II -tyyppinen  
c) norjalaistyyppinen  
d) foliomäntäkaira



Kuva 8. Näytteen nimilappu.

Oy Kairausliike Ab	Työ No. _____
	Lab. No. _____
Tutkimus: _____	Piste: _____
Tutkimuspaikka: _____	Paalu: _____
Näytteenottovaline: _____	x = _____ y = _____
Arvioitu näytteen maalaus: _____	Syvyys: _____
Kivisyys: _____	Vesipinta: _____
Lohkareisuus: _____	
Huomautuksia: _____	
Näytteet otti _____ / 19	Näytteen alapää

Kuva 9. Näytteenottopöytäkirja.

OY Kairausliike AB			Työ N:o	Lehti /
Näytteenottopöytäkirja			Piste: x =	
Tutkimus: _____			Pl: y =	
Tutkimuspaikka: _____			Maanpinta ±	
			Vedenpinta ±	
Näytteenotto syvyys- (näytteen alapään syvyys) m	Arvioitu näytteen maalaus	Näytteen laatu 1) 2)	Huomautuksia; esim. näytteenottimen lyöminen, purkkien vajoaus, piirros koekuopasta ja siitä tehdyt havainnot, kivisyys, lohkaraisuus	
Näytteet otti _____ / 19			1) 01 häiriintymätön näyte 02 häiriintynyt näyte 03 epätäydellinen näyte	
Näytteitä yht: 01 kpl			2) Kk=koekuoppa, L=lapia, Lp=lapiotin, Kk=kannuotin, Kp=kiarrotin, Pm=pianoismäntäotin, Mä=mäntäotin	
02 kpl				
03 kpl				

Kuva 9. Koekuoppapöytäkirja.

Oy Kairausliike Ab	Tyo No
Koekuoppapöytäkirja	Piste x =
Tutkimus	Pi y =
Tutkimuspaikka	Maanpinta :
	Vedenpinta :

KARTTAPIIRROS Mittakaava 1

LEIKKAUSPIRROS Mittakaava 1


Tyonjohtaja \_\_\_\_\_  
 Kaivuri \_\_\_\_\_  
 Kuoppa avattu / 19 \_\_\_\_\_  
 Kuoppa täytetty / 19 \_\_\_\_\_  
 Näytteet (kpl) \_\_\_\_\_  
 Huomautuksia \_\_\_\_\_  
 Kivisyys \_\_\_\_\_  
 Lohkareisuus \_\_\_\_\_  
 Pohjavesi \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

LITTEET

Liite 1.

**HÄIRIINTYMÄTTÖMIEN NÄYTTEIDEN OTTAMI-  
SEEN KÄYTETTÄVIEN NÄYTTEENOTTIMIEN  
VAATIMUKSET**

Kansainvälisen maarakennusmekanikan ja pohjaraken-  
nuksen liiton (ISSMFE) näytteenottoryhmän (IGOSS) suo-  
situs vuodelta 1967.

**Yleistä**

Koska näytteenotin joutuu kosketuksiin erilaisia ainakin  
jossain määrin syövyttäviä aineita sisältävän maan ja ve-  
den kanssa, sen on oltava ruostumatonta ja korroosion  
kestävää ainesta. Yleisimmin käytettyjä ovat messinki ja  
ruostumaton erikoisteräs. Mäntäottimien (ST I- ja ST II-  
tyyppisten) näytepurkkien materiaalina käytetään taval-  
lisesti lasikuituvahvisteista muovia. Näytteenottimen on  
oltava kovaa ainesta, ettei se rikkoudu kiviin sattuessaan.  
Ottimen ja näytepurkkien on säilytettävä ympyräpoikki-  
leikkauksensa kaikissa normaaleissa näytteenotossa esille  
tulevissa olosuhteissa.

Näytteenottimen yläpäässä on oltava venttiili, josta otti-  
meen näytettä otettaessa syntyvä paine pääsee purkautu-  
maan. Otinta tyhjänä maahan painettaessa sekä ylös nos-  
tettaessa on venttiilin sulkeuduttava estäen ilman tai veden  
pääsyn ottimeen.

**Pinta-alasuhde ja leikkauskärjen teroituskulma**

Pinta-alasuhteella tarkoitetaan näytteenottimen maata  
leikkaavan kärjen rengasmaisen pinta-alan ja näytteen  
poikkileikkauksen pinta-alan suhdetta (kaava 1, kuva 11).

$$C_a = \frac{(D_u)^2 - (D_s)^2}{(D_s)^2} \cdot 100\% \quad (1)$$

$C_a$  = pinta-alasuhde

$D_u$  = kärjen ulkohalkaisija

$D_s$  = kärjen sisähalkaisija

Mitä pienempi tämä suhde on, ts. mitä ohutseinäisempi  
sylinteri on, sitä vähemmän otettava maanäyte häiriintyy  
näytteenotinta maahan painettaessa. Näytteenottimen kes-  
tävyuden huomioonottaen ohutseinäisiä sylintereitä voi-  
daan käyttää kuitenkin vain savi- ja silttimaalajeissa. Näyt-  
teenotinta nimitetään ohutseinäiseksi, jos seinämän pak-  
suus on  $\leq 1,5\%$  sylinterin ulkohalkaisijasta. Savi- ja  
silttimaalajeista häiriintymättömien näytteiden ottamiseen  
käytettävissä näytteenottimissa pinta-alasuhteen on oltava  
< 15%. Muissa maalajeissa saa suhde olla suurempi, mutta  
aina kuitenkin < 40%.

Näytteenottimen leikkauskärjen on oltava teroitettu  
riittävän loivasti ja riittävän teräväksi, jotta maa näytteen-  
otinta maahan painettaessa leikkautuu hyvin eikä painu  
kokoon kärjen seinämien alla. Leikkauskärjen teroituskul-  
man suuruus riippuu pinta-alasuhteesta seuraavasti:

Pinta-alasuhde $C_a$	Leikkauskärjen teroituskulma
5 %	15 °
10 %	12 °
20 %	9 °
40 %	5 °

Kärjen äärimmäisen alareunan teroituskulman on kärjen  
kestävyyden kannalta oltava edellä annettuja arvoja  
suurempi. Savi- ja silttimaalajeissa käytettävän kairan ala-  
reuna saadaan teroittaa korkeintaan 60°:n kulmassa niin  
pitkälle, kunnes seinämäpaksuus on noin 0,3 mm. Kar-  
kearakeisissa maalajeissa käytettävissä ottimissa saadaan  
60°:n teroituskulmaa käyttää, kunnes seinämävahvuus on  
noin 10% sen maalajin rakeiden läpimitasta, jossa  
näytteenotinta käytetään.

Männän on suljettava sylinteri niin tiiviisti, ettei sen ja  
sylinterin seinämän välistä pääse vettä männän yläpuolelle.  
Tiiviiden parantamiseksi käytetään kumisia tiivisterenkai-  
ta. Sylinterin yläpäässä on oltava venttiili, josta näytesylin-  
teriin mahdollisesti päässyt vesi tai sinne jäänyt ilma  
pääsee näytettä otettaessa poistumaan.

**Sisälaajennussuhde**

Jotta näyte häiriintyisi mahdollisimman vähän maan ja  
näytesylinterin sisäseinämän välisen kitkan vaikutuksesta,  
on sen lisäksi, että sylinterin sisäpinta hiotaan sileäksi,  
näytteenottimen leikkaava alapää tehtävä sisähalkai-  
sijaltaan hieman pienemmäksi kuin varsinainen näytesylin-  
teri. Sylinteriin työntyvä näyte on tällöin poikkileik-  
kaukseltaan pienempi kuin itse sylinteri. Näytteenottimen  
alapään supistus parantaa myös näytteen pysyvyyttä  
sylinterissä näytteenotinta ylös nostettaessa. Tämä supistus  
eli sisälaajennussuhde voidaan ilmaista kaavan (2) avulla  
(kuva 11).

$$C_s = \frac{(D_y)^2 - (D_s)^2}{(D_s)^2} \cdot 100\% \quad (2)$$

$C_s$  = sisälaajennussuhde

$D_y$  = sylinterin sisähalkaisija

$D_s$  = kärjen sisähalkaisija

Lausekkeen (2) arvon tulisi olla erilainen eri maalajeissa.  
Jos kuitenkin sylinterin sisäpinta on sileä, jolloin maa-  
näytteen ja seinämän välinen kitka on yleensä pieni,  
lausekkeen arvon on oltava savi- ja silttimaalajeissa käy-  
tettävissä ottimissa 0,5-1 %. Liian suuri väljyys aiheuttaa  
näytteessä muodonmuutoksia ja halkeamia. Missään  
tapauksessa ei sylinterin sisähalkaisija saa olla kärjen  
sisähalkaisijaa pienempi.

### Näytteen halkaisija

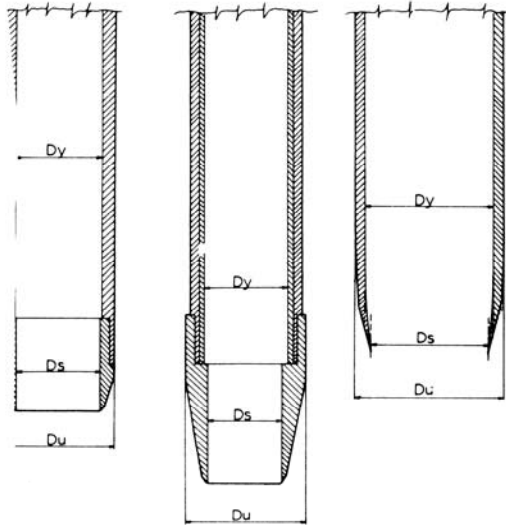
Näytteen halkaisijalle ei voida antaa mitään yleispätevää arvoa, koska se riippuu näytteen maalajin rakeisuudesta. Savimaalajien tutkimuksissa ei halkaisijaltaan 0-50 mm pienempiä häiriintymättömiä näytteitä saa käyttää. Varsinkin suurempaa tarkkuutta vaativissa painumis- ja lujuusominaisuuksien tutkimuksissa on suositeltavaa käyttää halkaisijaltaan 0-75-0-100 mm:n häiriintymättömiä näytteitä.

### Näytteen pituus

Yhdellä nostolla otettavan häiriintymättömän näytteen enimmäispituus määräytyy yleensä näytteen halkaisijan ja maalajin perusteella seuraavasti ( $St$  = häiriintymisherkkyys):

Maalaji	Näytteen pituus
savi ( $St > 30$ )	20 * halkaisija
savi ( $St = 5-30$ )	12 * halkaisija
savi ( $St < 5$ )	10 * halkaisija
löyhät hiekkamaalajit	12 * halkaisija
keskitiiviit hiekkamaalajit	6 * halkaisija

Kuva 11. Häiriintymättömien näytteiden ottamiseen käytettävien ottimien vaatimuksiin (liite 1) liittyvät mitta-suureet.



Liite 2.

### HÄIRIINTYMÄTTÖMIEN JA HÄIRIINTYNEIDEN NÄYTTEIDEN TARVE MAALAJIEN ERI OMINAISUUKSIIEN LABORATORIOTUTKIMUKSISSA

Laboratoriotutkimuksella selvittävä maalajin ominaisuus	Näytteen laatu	
	Häiriintymätön	Häiriintynyt
<b>Luokitteluo ominaisuudet</b>		
Rakeisuus		x
Humuspitoisuus		x
Tilavuuspaino	x	x 1)
Vesipitoisuus	x	x 1) 2)
Tiheys		x
Huokoisuus	x	
<b>Plastiset ominaisuudet</b>		
Juoksusraja		x
Plastisuusraja		x
Plastisuusluku		x
Suhteellinen konsistenssi		x 3)
Juoksevuusluku		x
Hienousluku		x
<b>Hydrauliset ominaisuudet</b>		
Vedenläpäisevyys	x	x 4)
Kapillaarisuus	x	x 4)
<b>Tiivistymisominaisuudet</b>		
Proctor-tiiviys		x
Suhteellinen tiiviys	x	
<b>Painumaominaisuudet</b>	x	x 4)
<b>Lujuusominaisuudet</b>		
Suljetun tilan lujuus	x	
Leikkauslujuusparametrit	x	x 4)
Häiriintymisherkkyys	x	x
<b>Geokemialliset tutkimukset</b>		x 5)

- 1) Karkearakeisista maalajeista ja moreenimaalajeista volymetrikokeen yhteydessä
- 2) Likimäärin
- 3) Näytteen vesipitoisuuden oltava luonnollinen
- 4) Karkearakeisista maalajeista ja moreenimaalajeista sullotuille näytteille tiiviiden funktiona
- 5) Näytteet tutkittava mahdollisimman tuoreina

NÄYTTEENOTTIMIEN SUOSITELTAVUUS VALITTAESSA NÄYTTEENOTINTA ERILAISTEN MAANÄYTTEIDEN OTTOON

Näytteenottotapa tai -otin	Häiriintymätön näyte							Häiriintynyt näyte						
	Maalajiryhmä							Maalajiryhmä						
	I	II	III	IV	V	VI	VII	I	II	III	IV	V	VI	VII
Koekuoppa (Kk)	○	○	●	○	○		○	●	●	●	●	●	●	●
Kierretin (Kr)								○	●	●	●	○		○
Lapio-otin (Lp)								○	○	○	○	●	○	○
Kannuotin (Kn)								●						
Pienoismäntäotin (Pm)									●	●	●	○		
Heijarikairan näytteenotin (He)											●	●	○	○
Heijarikairan sydännäyteotin (Hs)											●	●	●	●
Avoin putkiotin (Pa)	○		●	○						●	○	○		○
Vesi- tai iimahuuhdeltu												○	○	
Mäntäottimet (Mä)		●		○				○						

Maalajiryhmät	Merkinnät
I eloperäiset maalajit	● = saadaan yleensä hyviä näytteitä
II savi	○ = voidaan saada tyydyttäviä näytteitä
III kuivakuorisavi	= ei saada yleensä käyttökelpoisia näytteitä tai otinta ei normaalisti käytetä
IV siitti	
V hiekka	
VI sora	
VII moreeni	

GEOTEKNILLINEN MAALAJILUOKITUS

K-H. Korhonen ja R. Gardemeister, Maalajien kaivuluokitus 1971. VTT Geoteknillinen laboratorio, tiedonanto n:o 1, Otaniemi.

Taulukko 1. Kivennäismaalajien lajitteet ja alalajitteet.

Lajite	Alalajite	Lyhennys	Rakeiden läpimitta mm
Savi		Sa	< 0.002
Siltti	Hieno siltti	Si	0.002 ... 0.060
	Keskikarkea siltti		0.002 ... 0.006
	Karkea siltti		0.006 ... 0.020
			0.020 ... 0.060
Hiekka	Hieno hiekka	Hi	0.06 ... 2.00
	Keskikarkea hiekka		0.06 ... 0.20
	Karkea hiekka		0.20 ... 0.60
			0.60 ... 2.00
Sora	Hieno sora	Sr	2.0 ... 60.0
	Keskikarkea sora		2.0 ... 6.0
	Karkea sora		6.0 ... 20.0
			20.0 ... 60.0
Kivet	Pienet kivet	Ki	60 ... 600
	Suuret kivet		60 ... 200
			200 ... 600
Lohkareet		Lo	> 600

Taulukko 2. Maalajien luonnollinen ryhmitys. Kivennäismaalajit ryhmitetään 60 (64) mm:n seulan läpäisseen aineksen perusteella.

Maalajiryhmät	Luokitusperusteet
E. Eloperäiset maalajit	Maalaji muodostuu pääasiallisesti orgaanisesta aineksesta
H. Hienorakeiset maalajit	Lajittuneet hienorakeiset maalajit. Hienoainespitoisuus (< 0.06 mm) $\geq$ 50 %.
K. Karkearakeiset maalajit	Lajittuneet karkearakeiset maalajit. Hienoainespitoisuus < 50 %.
M. Moreenimaalajit	Lajittumattomat, sekarakeiset maalajit (moreenit)

