

**SUOMEN GEOTEKNILLINEN YHDISTYS -**  
**FINLANDS GEOTEKNISKA FÖRENING r.y**  
Finnish Geotechnical Society

**KAIRAUSOPAS V**  
**PORAKONEKAIRAUS**

## LUKIJALLE

**Tämä ”Kairausopas V” -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.**

Suomen geoteknillinen yhdistys ry  
ja Rakentajain Kustannus Oy 1986.

66.5  
ISBN 951-676-315-4

Vammalan kirjapaino Oy 1986

## Alkusanat

Suomen geoteknillinen yhdistys julkaisi vuonna 1975 Kairausopas V:stä ensimmäisen painoksen. Tämä kairausopas sisälsi ohjeet porakonekairauksen suorittamiseksi. Oppaan päätarkoituksena oli päästä yhtenäiseen käytäntöön porakonekairauksen suorituksessa. Porakonekairauskalustossa on tapahtunut kehitystä 1980-luvulla.

Tapahtuneen kehityksen perusteella Suomen geoteknillinen yhdistys päätti vuonna 1985 uudistaa Kairausopas V:n sisällön vastaamaan tämänhetkistä tilannetta. Uudistamistyötä suorittamaan yhdistyksen hallitus nimesi toimikunnan, jonka kokoonpano on

- puheenjohtaja  
fil.maist. Esko With
- jäsenet  
ins. Kalevi Hytti  
ins. Hannu Kärkiö  
dipl.ins. Reino Mäkinen
- työryhmän sihteeri  
dipl.ins. Rauli Luoma

Helsingissä, helmikuussa 1986  
Porakonekairaustoimikunta

## Sisällysluettelo

1. JOHDANTO .....	3
2. KAIRAUSLAITTEISTOT .....	3
2.1 Yleistä .....	3
2.2 Porauslaitteet .....	3
2.3 Tanko-, putki- ja teräkalustot .....	4
2.4 Kompressorit .....	4
2.5 Huuhteluvesipumput .....	4
2.6 Suojalaitteet .....	4
3. PORAKONEKAIRAUUS KALLIONPINNAN MÄÄRIT- TÄMISEKSI .....	5
3.1 Alkutoimenpiteet .....	5
3.2 Kairaus ilmahuuhtelua käyttäen .....	5
3.3 Kairaus vesihuuhtelua käyttäen .....	5
3.4 Suojaputken käyttö .....	6
3.5 Kairauksen aikana tehtävät havainnot.....	6
4. PORAKONEKAIRAUSLAITTEISTOJEN KÄYTTÖ MUISSA TUTKIMUSTEHTÄVISSÄ ..	6
4.1 Näytteenotto .....	6
4.2 Putkien asennus pohjavesitutkimuksia varten .....	6
4.3 Suojaputkien asennus muita kairauksia varten .....	6
5. PORAKONEKAIRAUKSET VESISTÖISSÄ .....	7
5.1 Kairausjärjestelyt .....	7
5.2 Kairauksen suoritus .....	7
6. HAVAINTOTULOSTEN KIRJAAMINEN JA TULOSTEN ESITYS .....	7
6.1 Yleistä .....	7
6.2 Havainnot ja niiden kirjaaminen .....	7
6.3 Tulosten tulkinta kalliokairauksessa .....	8
7. PORAKONEKAIRAUSLAITTEISTOJEN HUOLTO JA SIIRROT.....	8
7.1 Laitteistojen huolto .....	8
7.2 Laitteistojen siirrot .....	8
8. TYÖTURVALLISUUSOHJEITA.....	9
9. KEHITYSNÄKYMÄT.....	9

## 1. JOHDANTO

Suomen maankamaran rakenne on pystysuunnassa yleensä yksinkertainen. Irtomaakerroksen alla on kallio, jonka lujuus ja kairausvastus normaalisti ovat selvästi suurempia kuin kallion päällä olevan maapeitteen. Näin ollen voidaan kalliopinnan sijainti määrittää sellaisilla kairausmenetelmillä, joilla kairan kärki saadaan tunkeutumaan maakerrosten läpi myös kallioon ja joissa samalla voidaan seurata suhteellista tunkeutumisenopeutta. Tällainen kairausmenetelmä on porakonekairaus.

Irtomaan ja kallion selvä lujuusero viittaisi siihen, että porakonekairauksella kalliopinnan varmistaminen olisi jokseenkin yksikäsitteisesti suoritettavissa. Maamme kallioperä on kuitenkin lujuusominaisuuksiltaan vaihtelevaa ja monin paikoin sen pintaosat ovat rikkonaista ja rakoiltevaa kiveä tai kitkamaalajien kaltaista enemmän tai vähemmän löyhää massaa. Tällaista kalliota voidaan tavata mm. kallion heikkousvyöhykkeisiin sijoittuneissa laakso-painanteissa, joissa kallion päälle on kerrostunut paksujaja pohjaosiltaan tiiviitä maakerroksia. Suoritettaessa porakonekairausta tällaisissa olosuhteissa kalliopinnan toteaminen on epävarma, koska kalliota peittävän kitkamaan kairausvastus on samaa luokkaa kuin alla olevan rikkonaisen kallion. Täysin rapautuneen kallion kairausvastus voi olla jopa pienempi kuin kallion päällä olevan maakerroksen. Käytännössä maan läpi kairattaessa, vastaan tulee kuitenkin useimmiten kova kallio. Tässä yhteydessä kal-lioksi Suomen olosuhteissa voidaan käsittää kivimassa, jonka tekniset ominaisuudet eivät ole irtomaan kaltaisia. Porakonekairauksessa kalliopinnalla tarkoitetaan tällöin sitä tasoa, jossa poran tunkeutumisenopeuden pieneneminen on äkillinen ja selvä. Kalliopinta on saavutettu, mikäli keskimääräinen tunkeutumisenopeus pysyy pienenä jatketaessa kairausta edelleen vähintään kolme metriä. Kairauksen yhteydessä syntyvän irtomateriaalin ns. »soijan» laadun muutokseen perustuvia havaintoja voidaan käyttää apuna kalliopintaa varmistettaessa.

Porakonekairauksen käyttöalueita ovat

- kalliopinnan määrittäminen
- kalliopinnan näytteen otto
- kalliolaadun arviointi - maanäytteen otto
- pohjavesiputkien asennus
- täytemaakerrosten läpisy
- pressometri yms. in-situ mittauksen teko
- työputkien asennus.

## 2. KAIRAUSLAITTEISTOT

### 2.1 Yleistä

Porakonekairauksissa käytetyt laitteistot on muodostettu maassamme normaalisti tuotantolouhintoihin suunnitelluista porauslaitteekomponenteista. 1970-luvun lopulla porakonekairauksessa ovat yleistyneet hydrauliset monitoimikairat (kuva 1). Nykyisin konekalusto muodostuu yksiköistä, jotka käsittävät porakoneen lisäksi porakoneen syöttölaitteen ja alustan (kuva 2). Laitteisto-

kokonaisuuteen kuuluu lisäksi huuhtelulaite (kompressori tai vesipumppu) sekä erilaisia apu- ja suojalaitteita.

### 2.2 Porauslaitteet

Tutkimuskairauksiin käytetään tavallisesti

- Tavanomaista porakoneita tai hydraulista monitoimikairaa, jossa isku- ja pyöritysosat ovat maan pinnalla ja reikä tehdään koneeseen liitettävien jatkotankojen sekä porakruunun avulla.
- Joskus voidaan käyttää oppoporakoneita, jossa pyöritysosa on maan pinnalla ja iskuosa porakruunun yhteydessä reiän pohjalla. Paineilma johdetaan iskuosaan jatkettavien putkien avulla.

Merkittävimpiä eroja näiden kahden porakoneen tyyppien käytössä ovat

- Uppoporakoneen iskuosan sijaitessa porakruunun yhteydessä kohdistuu iskuenergia täydellä teholla reiän pohjaan, eikä synny samanlaista häviötä kuin tavanomaista konetta käytettäessä.
- Uppoporakoneen iskuosan läpimitta on kuitenkin usein tutkimuskäyttöön tarpeettoman suuri (väh. 75 mm) ja oppoporakoneen tunkeutumisenopeus jää suhteellisen pieneksi.
- Uppoporakoneen putkistossa kulkee paineilma koneeseen, joten vesihuuhtelun järjestäminen on vaikeaa.
- Pohjavettä, erityisesti sen laatua tutkittaessa on oppoporakoneen käytöstä haittaa, sillä paineilmaman mukana iskuosaan johdettu voiteluöljy kulkeutuu reiän ympärillä oleviin maakerroksiin pilaten otettavat vesinäytteenot.

Uppoporakoneen käyttö tutkimuskairauksissa ei edellä esitettyjen haitteiden johdosta ole meillä saavuttanut suosiota. Seuraavassa käsitellään siksi vain tavanomaisilla porakoneilla ja monitoimikairoilla tehtävää tutkimustyötä. Tutkimuskäyttöön soveltuvan porakoneen tärkeimpiä teknisiä ominaisuuksia on suuri vääntömomentti. Tavanomaisissa erillispyöritysmoottorilla varustetuissa louhintaporakoneissa se on 100-300 Nm (10-30 kpm) ja tehokkaimmissa maakairauksiin suunnitelluissa yksiköissä 1-2,5 kNm (100-250 kpm). Toinen tärkeä maakairausten kairausvyöhyteen vaikuttava tekijä on porakoneen yhteyteen kuuluvien vesi- tai ilmahuuhtelulaitteiden tehokkuus. Porakoneen suuri iskuteho on puolestaan tärkeä kallioon tai lohkaroiden läpi porattaessa.

Laitteet kiinnitetään nykyisissä yksiköissä alustaan yleensä siten, että ne voidaan suunnata hydraulisesti. Syöttölaitteen syöttömoottorin avulla säädetään porauksen aikana sopiva syöttövoima kohdistumaan tankoihin tai putkiin. Sillä on saatava aikaan myös voimakas nostovoima, 10-35 kN (1000-3500 kp) tyypistä riippuen, jotta tangot tai putket voidaan vetää reiästä ilman muita apuvälineitä.

Kairausyksikön alustan tärkeimpiä ominaisuuksia ovat vankka ja kestävä rakenne, johon porauslaitteet saadaan tukevasti kiinnitetyiksi ja hyvä liikkuvuus sekä maastossa että maanteilla. Nykyisin käytettävät tutkimusyksikön alustat ovat joko maastokuorma-autoja, maatalous- tai metsätraktoreita tai tela-alustoja. Jossain määrin käytetään tutkimustyössä myös ns. vaunuporakoneita, joissa on

paineilmamoottoreiden avulla liikuteltava telaketjujalusta. Saneerauskohteissa kellareihin tai vastaaviin paikkoihin nostettava/siirrettävä kone on saneerauskone.

### 2.3 Tanko-, putki- ja teräkalustot

Porokonekairauksissa yleisesti käytetyt tankokalustot ovat kalliolouhintaporauxiin tarkoitettuja, muhviitoksin ja köysi- tai GD-kiertein varustettuja jatkotankoka-lustoja. Tankoläpimitat ovat 1", 1 ¼" ja 1 ½". Tankopituudet valitaan kulloinkin käytetylle syöttölaitteelle sopiviksi. Yleisesti käytetyt pituudet ovat 3 m, 2,4 m, 1,8 m, 1,2 m, 1,0 m ja 0,8 m (kuva 3).

Tangon sisällä oleva huuhtelureiän halkaisija on tärkeä tekijä maakairauksessa. Edullisinta on käyttää suurireikäisiä tankoja. Tällöin huuhteluveden painehäviö jää tangoston osalta mahdollisimman pieneksi, sillä läpäistäessä tankokairauksella paksuja maakerroksia on tarpeen käyttää erillistä vesihuuhtelua ja korkeita vesipaineita.

Edellä mainittujen jatkotankojen yhteydessä käytetyt terät ovat normaalisti kovametallipaloin varustettuja ristipää- tai nostokruunuteriä läpimitaltaan Ø 45 mm/1"-tangoille, Ø 48 mm/1 ¼"-tangoille ja Ø 64 mm/1 ½"-tangoille. Nämä teräläpimitat ovat minimimittoja kullekin tankokalustolle ja ne määräytyvät siten, että jatkotankojen liitosholkit mahtuvat kulkemaan reiässä, ja porauksessa irronnut materiaali pääsee nousemaan ylös reiästä. Terätyypiksi voidaan valita tavallisen kallioporausterän lisäksi mm. ns. retrac -terä, jonka käyttö helpottaa tankojen nostoa ja tangoston kiinnijuuttumisvaara vähenee. Terätyypeistä ristipääterällä on parempi osumatarkeus ja suora »kulkua». Putkikalustoja, joita käytetään apuna syviä tutkimusreiکیä tehtäessä, näytteenotossa ym. erikoistehtävissä, on käytössä putkipituuksiltaan, -kierteiltään ja -halkaisijoiltaan runsas valikoima.

Kussakin tapauksessa käytettävien putkien läpimitat valitaan siten, että tankokaiustolla voidaan kairata niiden läpi tai näytteenottolaitteet mahtuvat liikkumaan putkessa. Lisäksi eri läpimittaisia putkikalustoja on voitava käyttää teleskooppisesti vaikeissa maaperäolosuh-teissa, ts. kairausta jatketaan pienempiläpimittaisilla putkilla reiän alkuosalla olevan suuremman putken lävitse. Yleisimmin käytetyt putkikoot ovat Ø 63/50 mm, jonka läpi voidaan kairata 1" ja 1 ¼" jatkotankokalustolla sekä sisähalkaisijoiltaan Ø 80 mm, Ø 89 mm ja Ø 100 mm olevat putket. Normaali putkipituus on 2 m Ø 63/50 mm kalustolla ja 1 m tai 1,5 m isommilla kalustoilla. Ulkopuolisilla muhveilla tehtäviä putkiliitoksia varten on putkien päihin koneistettu ulkopuoliset kierteet. Jossain määrin on käytössä myös sisäpuolisin liitoksin varustettuja kalustoja. Yleisimmin käytetyt kierreyypit ovat lattakierre, köysikierre ja kartiolattakierre. Kartiolattakierrettä suositetaan sen vuoksi, että liitoksien aukaiseminen putkia ylös nostettaessa on helppoa. Lattakierre on muodoltaan epäedullinen putken lujutta ajatellen, sillä kovaan maahan lyötäessä putket katkeavat helposti kierteen kohdalta, jos ne joutuvat samalla taivutuksen alaiseksi.

Putkien maahanajoa varten liitetään porakoneen niskaan erityinen lyöntikappale ja huuhtelupää (vesilieka), jonka kautta johdetaan huuhteluvesi putkien sisälle ja porakoneen läpi menevä huuhtelu suljetaan. Tutkimuskairauksissa voidaan käyttää myös erikoiskalustoja, kuten ruotsalaiset O.D. (kuva 5) ja Odex (kuva 6) -kalustot.

Näiden käyttö mm. patenttirajoitusten vuoksi on jäänyt meillä tutkimustöissä suhteellisen vähäiseksi. Niiden avulla voidaan tehdä suojaputkenajo ja tankokairaus maahan samanaikaisesti. O.D. eli ns. Lindö-menetelmässä porakalusto muodostuu tavanomaisista edellä esitetyistä jatko- tanko- ja putkikalustoista, jotka pystytään erikoisniskakappaleen avulla poraamaan maahan yhdellä kertaa tai haluttaessa myös erikseen. Odex- menetelmässä, jonka kehittämistyötä on Ruotsissa tehty runsaasti, se on periaatteellinen ero em. menetelmään verrattuna, että reikä tehdään koko läpimitaltaan jatkotankokalustossa olevan epäkeskoterän tai joissakin tapauksissa pyöreän erikoisterän avulla. Suojaputki, joka on epäkesko- tai pyöreän terän läpimittaa pienempi, painetaan erikoisniskan avulla tankojen mukana maahan samanaikaisesti ilman pyöritystä. Suojaputken alapäähän ei tarvita erillistä terää. Suojaputkiaine voi olla halpaa terästä ja putki voidaan jättää haluttaessa reikään työn suorituksen jälkeen. Putkiliitokset on mahdollista tehdä tällöin hitsaamalla, mikä halventaa edelleen suojaputken osuutta kustannuksissa.

### 2.4 Kompessorit

Kairauslaitteistoon kuuluu oleellisena osana paineilma-kompressorit, joka toimii porakoneen voimanlähteenä ja/tai huuhteluilman lähteenä.

Paineilman kehitykseen käytetään kevyissä pneumaattisissa yksiköissä usein suoraan alustana olevan traktorin voimansiirtoon kytkettäviä ilmajäähdysteisiä kompressoreita, joiden teho on 6-10 m<sup>3</sup>/min vapaata ilmaa 7-8 bar paineella.

Keskiraskaissa ja raskaissa pneumaattisissa yksiköissä käytetään yleensä omalla voimakoneella varustettuja, öljyjäähdysteisiä ruuvikompressoreita, jotka ovat hinattavalla kumipyöräalustalla. Joissakin tapauksissa kompressorit on asennettu kairausalustana olevan metsätraktorin tai kuorma-auton päälle. Teholuokka vaihtelee 10-25 m<sup>3</sup>/min vapaata ilmaa 7-8 bar työpaineella.

Hydraulisissa porakoneissa riittää normaalisti kompressorit, jonka teho on 3-7 m<sup>3</sup>/min vapaata ilmaa 7-8 bar paineella.

### 2.5 Huuhteluvesipumput

Huuhteluvesipumppuja on sekä keskipako- että mäntä-pumppuja. Keskipakopumppu säätää vakiokierrosluvulla itse itsensä siten, että paineen kasvaessa tuotto pienenee kierrosluvun pysyessä vakiona. Niäntäpumpun tuotto taas muuttuu hyvin vähän paineen kasvaessa, kunnes saavutetaan tietty ylipaineventtiiliin asetettu raja-arvo. Riippuen suoritettavasta työstä valitaan pumpputyypit sen mukaan kumpaa ominaisuutta pidetään kulloinkin tärkeämpänä. Käytössä olevien huuhtelupumppujen tehot vaihtelevat 20-600 l/min 0.5-6,0 MPa (5-60 kpl/cm<sup>2</sup>) paineella.

### 2.6 Suojalaitteet

Työntekijöiden ja ympäristön suojaamiseksi kairaustyössä esiintyviltä haitoilta on kehitetty erilaisia laitteita ja rakenteita.

Kairausyksiköiden työturvallisuutta lisääviksi suojalaitteiksi voidaan katsoa kuuluvan traktoreiden turvaohjaa-

mot, porakoneiden ja kompressoreiden äänenvaimennuslaitteet, kuivakairauksissa syntyvän pölyn keräyslaitteet sekä porakoneen pakoilman puhdistimet. Yksiköihin sisältyy lisäksi erittäin monia varolaitteita, mm. ylipaineen rajoitusventtiilit, joiden tarkoituksena on helpottaa koneen käyttäjän työtä ja estää laitteiden rikkoutuminen virheellisen käsittelyn johdosta.

Edellä mainituista suojalaitteista turvaohjaamot asennetaan moniin yksiköihin lähes systemaattisesti jaturvaohjaamoiden rakenteesta ja niille asetetuista vaatimuksista on olemassa säädökset. Samoin koneiden hydraulikan ja pneumatiikan ym. varolaitteet kuuluvat nykyisin automaattisesti laitteistoihin. Porakonekairauksen suorituksessa pölyhaitat ovat pienet silloin, kun työ suoritetaan märkäkairauksena. Kuivakairaukseen on saatavissa syklonityyppisiä pölynerottimia (kuva 7), joilla kuivaporauksessa syntyvä kivipöly voidaan kerätä säkkeihin ja pölyhaitat täten välttää.

Öljysumuhaittojen poistamiseksi on jo tällä hetkellä saatavissa järjestelmiä, esim. syklonin käyttöön perustuvia, joilla porakoneen pakoilma saadaan käytännöllisesti katsoen öljyvapaaksi, samalla järjestelmä toimii hyvänä äänenvaimentimena pudottaen porakoneen melutasoa lähes 10 dB (A).

Porauslaitteiden meluhaitat ovat käytännössä vaikeasti hallittavissa. Äänenvaimentamattomien porakoneiden käyntimelu täydellä teholla on nykyisin eräissä tapauksissa yli 120 dB (A) koneenkäyttäjän työskentelypaikalta mitattuna. Porakoneen melun aiheuttaa pääasiassa siitä purkautuva pakoilma ja ns. tankomelu. Pakoäänien vähentämiseksi on kehitetty itse koneeseen kiinteästi liittyviä äänenvaimennussylintereitä, paisuntakammio- vaimentimia ja erilaisia suojakoppia. Lisäksi liittämällä pakoaukon jatkeeksi 10-15 metriä pitkä pakoletku voidaan äänenvaimennustehoa parantaa jossain määrin

Käytettävissä olevin keinoin ei porakoneen melutasoa täydellä teholla kairattaessa ole kuitenkaan saatu laskemaan parhaimmissakaan tapauksissa kuin hieman alle 110 dB (A):n 1 m:n päästä melulähteestä mitattuna. Etäisyyden kasvaessa melu vähenee suhteessa etäisyyden neliöön.

Paineilmakompressoreita on saatavissa tehokkaasti äänieristettyinä. Ne jakautuvat periaatteessa kahteen luokkaan alle 85 dB (A) ja alle 70 dB (A) vaimennetut kompressorit. Ympäristön meluhaittoja on mahdollista estää suoja-seinien avulla, joiden käyttö tulee kysymykseen lähinnä asutuskeskuksissa tapahtuvassa tutkimustyössä.

### **3. PORAKONEKAIRAUUS KALLIONPINNAN MÄÄRITTÄMISEKSI**

#### **3.1 Alkutoimenpiteet**

Alkutoimenpiteet ovat pääpiirteissään seuraavat:

- porakone siirretään tutkimuspisteen kohdalle syöttölaitteen alapään viereen lyödään epätasaisessa maastossa maanpinnan tasoon juuripaalu, josta kairausvyvyys mitataan mittakepillä kairauksen aikana
- kairauspuomi asetetaan kairausasentoon paineilmaletku kytketään kompressoriin ja porakoneeseen

- käynnissä olevan kompressorin toiminta tarkistetaan ohjaustaulusta sekä porakoneen voiteluöljyn määrä keskusvoitelulaitteesta
- avataan kompressorin paineilmaventtiili
- avataan porakoneen paineilmaventtiili
- vasara ajetaan sopivalle korkeudelle ja kiinnitetään niskakappale vasaraan
- vasara ajetaan puomin yläosaan
- kairatanko, jonka alapäähän on kiinnitetty sopivan kokoinen porakruunu, asetetaan syöttölaitteen alapäähän kiinnitysleukojen väliin, jotka lukitaan kairatankoa pidetään pystyasennossa ja porakoneen niskakappale ajetaan varovasti tankoon kiinnitetyn liittimen sisään
- niskakappale kierretään liittimeen kiinni porakoneen pyörästysmekanismin avulla.

#### **3.2 Kairaus ilmahuuhtelua käyttäen**

Kairaus aloitetaan kytkemällä paineilmahuuhtelu päälle. Kairatankoja aletaan ajaa maahan porakoneen isku- ja pyörästysmekanismin avulla. Samalla seurataan huuhteluilman tuloa kairausreiästä. Pehmeissä maakerroksissa ja vesistöissä kairattaessa on tankoja jatkettaessa ja irrotettaessa varmistauduttava siitä, että ylin maassa (vedessä) oleva tanko on luotettavasti ketjusyöttölaitteen alapään kiinnitysleukojen tai kiintoavaimen kannattamana, jotta tangosto ei putoa reikään.

Kairatankojen syöttö- ja pyörästysnopeudet säädetään olosuhteiden mukaisesti siten, että tangot pyörivät kunollaja että porakruunu ei tukkeudu. Mikäli huuhteluilman tulo kairausreiästä lakkaa, pyritään kairatankoja edestakaisin ajaen saamaan huuhtelu toimimaan uudelleen. Ellei tämä auta, nostetaan kairatangot ylös reiästä ja mahdollisesti tukkeutuneet tangot ja porakruunu avataan paineilamalla ja/tai rautalangalla.

Kairaus ulotetaan kalliopintaan saakka ja edelleen kalliioon riittävän syvälle (3 m), jotta kalliopinta saadaan varmistettua. Kalliopinta havaitaan porakruunun tunkeutumisenopeuden selvästä pienenemisestä, porausäänen muuttumisesta sekä huuhteluilman mukanaan tuomasta kivipölystä. Kallionpinnan määrittämisen helpottamiseksi voidaan porakonekairauksen yhteydessä käyttää apuna kallioidindikaattoria.

Kairauksen saavutettua tavoitesyvyyyden nostetaan kairatangot ylös syöttömoottorin avulla pitäen ilmahuuhtelu koko ajan päällä tankojen tukkeutumisen estämiseksi. Tarvittaessa ajetaan kairatankoja edestakaisin ylösnoston helpottamiseksi.

Kun kaikki tangot on nostettu ylös, lasketaan niiden lukumäärä mahdollisten syvyyslukumavirheiden eliminomiseksi.

#### **3.3 Kairaus vesihuhtelua käyttäen**

Paksuhkojen maakerrosten läpäisyssä ja suojaputkikairauksessa käytetään yleensä vesihuhtelua. Huuhteluvesi johdetaan kairatankoihin tai suojaputkiin joko porakoneen läpi tai niskakappaleen ja ylimmän jatkotangon (tai suojaputken) väliin asennetun vesiliekan kautta. Huuhteluveden määrä riippuu olosuhteista, mutta sen tulee paksuja maakerroksia läpäistäessä olla mahdollisimman suuri, mieluiten yli 100 l/min. Reiän seinämien

koossapysyvyyden parantamiseksi sekä vaippakitkan ja tarvittavan huuhteluviesimäärän pienentämiseksi voidaan huuhteluveteen sekoittaa lisäaineita (suopaa, betoniittia, polymeerejä). Soveltuvien osin käytetään myös kohdan 3.2 ohjeita.

### 3.4 Suojaputken käyttö

Kalliopinnan toteamiseksi suoritettavan porakonekairauksen yhteydessä käytetään suojaputkia paksujen maakerrosten läpäisyssä sekä vesistö-kairauksissa. Suojaputkien käyttö on tarpeen myös tehtäessä kairauksia päällystetyillä liikennealueilla, jotta huuhteluvesi ei vaurioita tien tai kadun rakennekerroksia. Käytettäessä rengasporakruunulla varustettuja erikoisteräksistä valmistettuja suojaputkia tapahtuu kairaus periaatteessa samoin kuin jatkotangoilla. Tällöin käytetään kairauksessa yleensä erillistä vesihuuhtelua, joka tapahtuu suojaputken ja niskakappaleen väliin asennetun vesiliekan kautta. Suojaputkikairaus voidaan pehmeikköalueilla ulottaa esim. pohjamoreenin yläpintaan saakka, josta kairaus ulotetaan kallioon jatkotankokalustolla suojaputkien läpi. Pehmeissä, kivettömissä maakerroksissa voidaan suojaputkea ajaa ilman tankoja huuhtelua käyttäen.

### 3.5 Kairauksen aikana tehtävät havainnot

Kairauksen aikana tulee tehdä ainakin seuraavat havainnot, jotka merkitään kairauspöytäkirjaan:

- maakerrosten rajat ja arvio maalajeista
- routakerroksen paksuus
- täytemaakerroksissa esiintyvät kappaleet (metallit, puu, betoni tms.)
- kairauksella lävistettyjen kivien ja lohcareiden sijainti sekä läpimitta
- kaluston kiinnijuttumiset reikään
- porakruunun vaihdot ja poikkeuksellinen kuluminen kallionpinnan sijainti
- tunkeuma (aika-painuma-havainnot) kalliokairauksessa (s/0,2 m)
- kallion rikkonaiset vyöhykkeet ja merkittävät raot huuhteluilman ja -veden mukanaan tuoman porasojan väri kalliokairauksessa
- huuhteluilman ja -veden ylösnousussa esiintyvät vaihtelut
- pohjaveden pinta (SGY:n kairausopas no IV)
- vasaratyyppi - syöttövoima - porakruunu.

## 4. PORAKONEKAIKAUSLAITTEISTON KÄYTTÖ MUISSA TUTKIMUSTEHTÄVISSÄ

Porakonekairauslaitteistoilla voidaan kallionpinnan varmistuskairausten lisäksi suorittaa myös muita tutkimustehtäviä tai käyttää niitä apuna muin välinein tehtävissä tutkimuksissa. Seuraavassa on lyhyesti kuvattu eräitä porakonekairauslaitteistojen käyttöalueita.

### 4.1 Näytteenotto

Porakonekairauslaitteistojen avulla voidaan ottaa näytteitä maasta ja kallioista.

Yksinkertaisin näytteenottomenetelmän ilma- tai vesihuuhtelun avulla otettava näyte. Maakerroksista huuhtelemalla saatava näyte otetaan putkikairauksen yhteydessä käyttäen pelkkää ilmahuuhtelua karkearakeisissa maalajeissa ja vesihuuhtelua hienorakeisissa maalajeissa. Näytteen keräykseen käytetään yleensä erityistä keräilylaatikkoa tai -pussia, jossa olevan suodatinkankaan tai -verkon kautta vesi ja ilma pääsevät poistumaan siten, että mahdollisimman suuri osa maa-aineksista jää keräilylaitteeseen.

Maaperästä saatavien näytteiden luotettavuutta tarkasteltaessa on todettava, että kairauksen yhteydessä tapahtuu karkeimman aineksen murskaantumista. Toisaalta näytteen keräyksen yhteydessä kaikkein hienojakoisin materiaali saattaa poistua huuhteluvien ja -ilman mukana. Huuhtelemalla otetuista näytteistä pystytään kuitenkin likimäärin määrittelemään maalaji. Maakerroksista otettujen huuhtelunäytteiden merkitys onkin lähinnä eri maalajikerrosten rajojen määrittämisessä.

Kalliossa näytteenotto tapahtuu tankokairauksen yhteydessä keräämällä talteen porasoija. Kallioista saatavan porasojanäytteen perusteella voidaan tehdä karkea kivilajimääritys silmämääräisesti ja tutkia näyte tarvittaessa tarkemmin laboratoriossa. Kallion pinnasta voidaan erilaisilla näytteenottimilla ottaa nappinäyte tai murskaantunut näyte. Porakonekairauslaitteistolla voidaan ottaa myös häiriintymättömiä näytteitä. Tätä tarkoitusta varten on kalustoihin kehitetty sekä putkiotin- että mäntäotintyyppiä näytteenottolaitteita, jotka voidaan painaa maahan ketjusyöttölaitteen avulla. Näiden erityisesti porakonekairauksien yhteydessä käytettyjen erityisesti porakonekairauksien yhteydessä käytettyä soveltuvien osien lisäksi muiden kairauslaitteistojen näytteenottovälineitä (kuva 8). Maanäytteenottoa on tarkemmin käsitelty Kairausoppaassa III »Maanäytteiden ottaminen geoteknillisiä tutkimuksia varten».

### 4.2 Putkien asennus pohjavesi-tutkimuksia varten

Porakonekairauslaitteistot soveltuvat erittäin hyvin myös pohjaveden havaintoputkien asennukseen. Kyseessä voi tällöin olla joko suoraan havaintoputkeksi asennettava avo- tai umpikärjellä varustettu metalliputki tai työputken sisälle asennettava havaintoputki. Viime mainitussa tapauksessa itse havaintoputkien materiaali on yleensä muovia. Pohjaveden pinnan havaintoputkia ja niiden asentamista on tarkemmin käsitelty Kairausoppaassa IV »Pohjaveden pinnan mittaaminen».

Paitsi pohjaveden havaintoputkia voidaan porakonekairauslaitteistoilla asentaa maahan putkia myös pohjaveden pumppauskokeita varten. Tällöin tulevat kyseeseen joko pieniläpimittaiset (n. Ø 50 mm) putket ns. imusarjoista tapahtuvaa pumppausta varten tai isoläpimittaiset putket aina Ø 150 mm läpimittaan asti, jolloin pumppaus tapahtuu yksittäisestä putkesta.

### 4.3 Suojaputkien asennus muita kairauksia varten

Erittäin merkittävä porakonekairauslaitteistojen käyttöalue on suojaputkien asennus muita tutkimuskairauksia

varten. Tämä menettely tulee kyseeseen silloin, kun tutkittavan maakerroksen päällä on muilla maakairausvälineillä erittäin vaikeasti läpäistävä maakerros. Useimmiten tällöin on kyseessä luonnollisen maapohjan päälle tehty täytekerros. Tällöin menetellään siten, että porakonekairauslaitteistolla asennetaan vaikeasti läpäistävään kerrokseen suojaputki, jonka läpi voidaan suorittaa tutkimuksia alapuolisissa maakerroksissa muilla tutkimusmenetelmillä kuten esim. paino- tai siipikairauksena sekä erilaisina näytteenottoina (kuvat 8 ja 9). Porakonekairauslaitteistoja on käytetty myös kallionäyttekairauksen yhteydessä tutkimusreiän maaosuudelle tulevan putken asennukseen. Jos porakonekairauksella saatu kalliopintahavainto on epävarma, varminta on ajaa suojaputki kalliopintaan ja ottaa näyte.

## 5. PORAKONEKAIRAUKSET VESISTÖISSÄ

### 5.1 Kairausjärjestelyt

Vesistöissä tapahtuvat porakonekairaukset on yleensä edullisinta suorittaa talvella jään päältä. Traktoriin asennettu raskas laitteisto putkikalustoineen (esim. Ø 80-100 mm) ja kompressori painavat yhteensä n. 10 t, joten jään paksuuden tulee olla vähintään 0,5 m. Jos porauslaitteet ja kompressori voidaan pitää vähintään 60 m:n päässä toisistaan, on jään riittävä paksuus 0,3-0,4 m. Avoivesissä kairattaessa laitteisto asennetaan lauttaan tai proomuun, joka ankkuroidaan tukevasti paikalleen. Käytettävissä on myös mekaanisesti tai hydraulisesti liikuteltavin tukijaloin varustettuja erikoislauttoja. Jalokojen avulla niiden runkoa voidaan nostaa ylös vedestä poraustyön ajaksi ja lauttoja voidaan käyttää tutkimustyöhön tuulen nopeuden ollessa jopa 10-17 m/s (6-7 bf).

### 5.2 Kairauksen suoritus

Raskaalla kalustolla tutkimuksia tehtäessä käytetään yli 6 m vesisyvyyksissä yleisesti apuna suojaputkea, jotta vältettäisiin tankojen taipuminen vedessä ja siitä aiheutuvat tutkimustulosten virheellisyydet.

Kairaus aloitetaan laskemalla suojaputki pohjaan. Asennettavan tangostopituuden tulee vastata arvioitua kairausvyvyttä. Muu kairaus työ ja havaintojen teko tapahtuu periaatteessa samalla tavalla kuin kuivalla maalla. Porakonekairaukset ulotetaan yleensä 3-4 m haurautason alapuolelle. Kalliopinnan varmistamiseksi kairataan kallioon yleensä 2-3 m.

Kuten pohjatutkimuksissa yleensä merkitään myös vesistö-kairauksissa muistiin maapohjan laatua koskevat havainnot sekä tieto kallion pinnan sijainnista. Kalliota kairattaessa merkitään muistiin havainnot porakruunun painumisnopeudesta. Erityisesti väylärakointia silmällä pitäen pyritään merkitsemään muistiin tietoja, joilla on merkitystä urakoitsijan poraustyön suunnittelulle.

## 6. Havaintotulosten kirjaaminen ja tulosten esitys

### 6.1 Yleistä

Porakonekairauksen pääasiallisena tarkoituksena on selvittää kallionpinnan sijainti tutkimuskohteessa. Kairauksen yhteydessä saatavan muun informaation avulla voidaan arvioida geologisia olosuhteita maassa ja kalliolla. Johtopäätökset perustuvat mitä suurimmassa määrin kairauksen aikana tehtyjen havaintojen määrään, luotettavuuteen ja tarkkuuteen. Porakonekairaus on tehokkaiden laitteiden ansiosta nopea tutkimusmenetelmä, mutta samasta syystä tarkkojen havaintojen tekeminen on kairauksen aikana vaikeata. Porakonekairauksien tulokset ovatkin tämän vuoksi suoraan riippuvaiset kairajan ammattitaidosta ja kiinnostuksesta työhön. Saatujen tulosten merkitystä ei saa yliarvioida. Tuloksia on verrattava alueella mahdollisesti tehtyjen muiden tutkimusten tuloksiin. Porakonekairauksien tulokset vaatii kokemusta omaavan tulkitsijan.

Kairauksen aikana havainnot on tehtävä jatkuvasti sitä mukaa kuin kairaus etenee, jotta havaitut muutokset voitaisiin kirjata oikealle syvyydelle. Mitä syvemmäksi reikä tulee sitä huonommaksi tulee »tunnistuskyky» maanpinnalla. Herkkyyden huonontuminen johtuu mm. tehohäviöistä liitoksissa, tankojen lisääntyvästä painosta, porakruunun kulumisesta, vaippakitkan lisääntymisestä ja huuhtelupaineen kasvamisesta.

### 6.2 Havainnot ja niiden kirjaaminen

Jokseenkin aina voidaan yksikäsitteisesti selvittää kallionpinnan sijainti. Poikkeuksen muodostaa esim. kaillionpinnan päällä oleva lohkarainen kerros tai jos rapautuneen ja/tai ruhjoutuneen kalliopinnan päällä esiintyy hyvin tiivis moreenikerros. Havaintotulosten varmistamiseksi suojaputkien käyttö on suositeltavaa tällaisissa tapauksissa. Kallionpinnan oikean sijainnin selvittämiseksi on kairaus ulotettava vähintään 3 m:n syvyyteen kallioon, ellei kallionpinnan sijaintia voida toisin varmistaa. Mikäli kallionpinnan tarkkaa sijaintia ei voida yksikäsitteisesti määrittää, on havaintopöytäkirjaan tehtävä merkintä »kallionpinta epävarma» ja ilmoitettava vaihtelurajat kallionainnan asemalle; esim. min 7,8 m, max 8,9 m.

Kairauksen aikana voi kairaaja tehdä havaintoja maaperän koostumuksesta kairausvastuksen ja ylös tulevan mahdollisen soijan perusteella. Havaintotulokset ovat yleensä subjektiivisia. Ottamalla maanäytteitä voidaan saada melko luotettava kuva maan kerrosrakenteesta.

Lisäksi on suositeltavaa tehdä karkearakeisissa ja moreenikerrostumissa tunkeuma- eli aikapainumahavaintoja tankokairauksessa. Luotettavien tunkeumatulosten saaminen maakairausosuudella on kuitenkin vaikeata johtuen mm. kairaustekniikasta ja tankokitkasta. Hajonta havainnoissa samanlaisessa kerrostumassa saattaa olla erittäin suuri.

Jotta kallio-kairauksella saataisiin tietoja kalliomassan kivilaaduista ja kivilajirajoista, on käytettävä tehokasta huuhtelua soijan saamiseksi talteen analysointia varten. Talteenotossa tulee merkitä muistiin näytteenotto-syvyys.

Kallio-kairauksessa on lisäksi aina pyrittävä rekisteröimään tunkeuma mahdollisimman tarkasti. Rekisteröinti on tehtävä mikäli mahdollista jatkuvana, sillä tiedot äkillisistä

muutoksista tunkeumassa ovat tärkeitä tulosten tulkin-  
nassa.

Tunkeuma mitataan siten, että sekuntikellolla havaitaan  
aika, jona porakruunu etenee 0,2 m maassa tai kalliolla.  
Kairaajan tulee samanaikaisesti tehdä havaintoja mm.  
äkillisistä tunkeumavaihteluista, porakruunun tilapäisestä  
tukkeutumisesta, kiinnijuuttumisesta, veden tulosta reikään  
sekä huuhteluilman ja -veden häviös-tä. (Vrt. kohta 3.5)

Kairauspöytäkirjamalli on esitetty liitteessä no 1. Vain  
yhden tutkimuspisteen tulokset saa merkitä samalle lomak-  
keelle. Tarpeen vaatiessa on käytettävä useita lomakkeita  
samalle pisteelle, esim. pitkällä kalliokairausosuuksilla.

Jokaisesta työvuorosta laaditaan lisäksi vuoroilmoitus.  
Lomakemalli on esitetty liitteessä no 2.

Tuloksia esitettäessä käytetään Suomen Geoteknillisen  
yhdistyksen suosittelemia piirustusmerkintöjä, jotka on  
esitetty mm. »Pohjarakennuspiirustusohjeissa P R P-84 ».

### 6.3 Tulosten tulkinta kalliokairauksessa

Tarkkaa analyysia kalliomassan rakenteesta ei voida tehdä  
yksinomaan porakonekairaus tulosten perusteella. Kairaus-  
tulosten perusteella saadaan kuitenkin tietoja kalliion  
rakenteellisesta kiinteydestä. Ottamalla lisäksi huomioon  
soijanäytteistä saadut tiedot sekä kairaajan tekemät  
henkilökohtaiset havainnot kairauksen aikana voidaan  
tällöin tehdä kokemuseräisiä päätelmiä kalliion raken-  
teesta. Kallioreiässä mahdollisesti tehtävä reikäkiikarointi  
ja vesimenekkimittaus (vesipainekoe) täydentävät saatua  
kuvaa.

Varsinainen kalliionlaadun ja rakenteen selvittämiseen  
tarkoitettu tutkimusmenetelmä on esim. kalliönäytekai-  
raus.

## 7. Porakonekairaus-laitteistojen huolto ja siirrot

### 7.1 Laitteistojen huolto

Porakonekairauslaitteistojen huolto tulisi pyrkiä järjes-  
tämään ns. ennakolta ehkäisevänä huoltona, jolloin  
komponentit korjataan tai vaihdetaan tietyn ennako-  
suunnitelman, esim. käyttötunti- tai kairausmetrimäärien  
perusteella, ennenkuin ne rikkoutuvat käytön aikana.

Laitteistojen huoltoon liittyy päivittäisiä tarkistuksia  
työmaalla (kuten öljymäärien, letkuliitoksien, letkujen  
kunnon, pulttien ja syöttöketjun kireyden ym. tarkistuk-  
sia), jotka kairaajan tulee tehdä ennakolta laadittujen  
huolto-ohjeiden mukaan. Näiden huoltojen laiminlyö-  
minen voi aiheuttaa huomattavan tapaturmariskin esim.  
silloin, kun huonokuntoinen paineilmaletku katkeaa työn  
aikana. Suuremmat huollot ja korjaukset, erityisesti  
hydrauliikan ja voimalaitteiden osalta on syytä tehdä  
asianmukaisissa korjaamotiloissa sopivasti ohjelmoituna  
kairaustyön kanssa. Nämä korjaustyöt on tar-  
koituksenmukaista antaa alan liikkeiden tai kunkin  
komponentin huoltoon sekä korjauksiin erikoiskoulu-  
tuksen saaneiden ammattimiesten suoritettavaksi. Kai-  
rauslaitteiden käytöstä vastaavan työnjohdon on tällöin  
tehtävä huolto- ja korjaustöiden tilaus riittävän ajoissa.  
Korjaamon on nimittäin voitava huolehtia ja tarkistaa, että  
tarpeelliset varaosat sekä välineet työhön ovat käytet-

tävissä, jolloin työkoneen seisokki jää mahdollisimman  
lyhyeksi. Samassa yhteydessä ei saa unohtaa myöskään  
kompessorien, vesipumppujen ja apulaitteiden huoltoa,  
joista koko laitteiston toiminta on myös riippuvainen.  
Tehtäessä tutkimustyötä syrjäisillä paikoilla on monasti  
edullisinta pitää yksikön mukana valikoima tärkeimpiä  
kulutusosia kuten mm. tiettyjä pultteja, muttereita,  
tiivisteitä, syöttöketju jne. Lisäksi on suositeltavaa  
viimeksi mainitussa tapauksessa, että yksikön mukana  
seuraa varaporakone ja -vesipumppu. Porakone-  
kairauksissa tarvittavat tanko- ja putkikalustot vaativat  
myös huomiota osakseen, jotta niiden kestoikä olisi  
mahdollisimman korkea. Näiden hoito maastossa kuuluu  
kairaajalle ja hänen apumiehilleen. Kairaukseen  
käytettävien tankojen kiertetä voidellaan välittömästi  
ennen käyttöä puhtaalla korkealaatuisella rasvalla tai  
molybdeenisulfidi -tahnalla. Jos tanko- tai putkikaluston  
kierteisiin joutuu runsaasti maa-ainesta voiteluaineen  
mukana, aiheutetaan kiertelulle enemmän vauriota kuin  
kokonaan ilman voiteluainetta kairattaessa. Reiästä ylös  
nostettaessa tulee tangot, putket ja kruunut puhdistaa esim.  
vesisuihkulla ja tarkistaa, ettei huuhtelureikä ole  
tukkeutunut ennen säilytykseen panoa. Säilytys tulisi  
tapahtua sopivissa kalustolaatikoissa.

Käyttäjien on huolehdittava kruunujen kovametallipalojen  
oikea-aikaisesta teroittamisesta valmistajien antamien  
ohjeiden mukaisesti niiden tarpeettoman nopean  
kulumisen ja ennenaikaisen rikkoutumisen estämiseksi.

### 7.2 Laitteistojen siirrot

Tutkimusyksiköillä joudutaan liikkumaan sekä yleisillä  
teillä että maastossa. Yksiköiden ollessa mitoiltaan ja  
painoiltaan suhteellisen suuria, vaatii niiden liikuttelu  
käyttäjiltään erityistä huolellisuutta, jotta tapaturmilta  
välttyään. Lisäksi tulee kulkureittejä valitessa huomioida,  
että esim. puustolle ja viljelyksille ei aiheuteta tarpeetonta  
vahinkoa. Periaatteena voidaan pitää, että toimeksiantaja  
on vastuussa vahingoista, joita ei ole kohtuudella voitu  
välttää. Huolimattomuudesta aiheutuneet vahingot sen  
sijaan korvaa työn suorittaja.

Ajettaessa yleisillä teillä on huomioitava kaikki tieli-  
kenneasetuksen määräykset kuormauksen, jarrujen ja  
valolaitteiden kunnon, ajonopeuksien ym. suhteen. Ellei  
laitetta ole rekisteröity, on se tällöin joko hinattava tai  
kuljetettava esim. kuorma-autolla työmaalta toiselle.

Maastossa liikuttaessa on edullisinta tutkia etukäteen reitti  
kullekin kairauspaikalle ja suorittaa tarpeelliset ajotien  
raivaukset, ennen kuin yksikkö siirretään työpaikalle.  
Erityisesti hinattavan paineilmakompressorin siirto  
vaikeassa maastossa vaatii arvelukykyä ja laitteiden  
tuntemusta. Huonoissa olosuhteissa saattaa olla joskus  
edullista jättää kompressori kauemmaksi ja vetää siitä  
paineilmalinja porakoneelle. Hankalassa maastossa ja  
ahtaissa paikoissa liikuttaessa tulee paikalla olla apumies,  
joka avustaa kuljettajaa koneen ohjailussa käsimerkein  
ulkoa päin. Lyhyiden siirtojen aikana tulee porauslaitteet  
kääntää kuljetusasentoon, jotta ne eivät joudu tällöin  
tarpeettomille rasituksille alttiiksi.



## 8. Työturvallisuusohjeita

Turvallisen työskentelyn ensimmäisenä edellytyksenä on, että työpiste ja sen lähiympäristö ovat hyvässä järjestyksessä.

Työturvallisuus edellyttää myös, että noudatetaan yleisiä turvallisuusohjeita, mitkä koskevat esim. polttoaineiden kuljetusta ja käsittelyä, räjähdysaineiden varastointia ja käsittelyä sekä kairauskaluston toimittajan antamia ohjeita. Vesistöissä tapahtuvissa kairauksissa on yleisten lakien ja asetusten lisäksi noudatettava TVH:n työturvallisuusohjetta »Vesistöjen mittaus-, tutkimus ja rakennustöistä, joissa hukkumisvaara on olemassa». Näiden lisäksi on hyvä ottaa huomioon seuraavaa:

1. Traktori on vaarallinen työväline jyrkillä rinteillä, epätasaisessa maastossa tai upottavalla maaperällä. Ajajan lisäksi ei traktorin kyydissä tällöin saa olla muita henkilöitä.
2. Kairauskalustoa jäällä siirrettäessä tarkkaile avantoja, railoja ja virtaavia paikkoja. Noudata annettuja ohjeita jään kantokyvystä.
3. Nosta kairauskalustoon liittyvät eri osat oikein. Älä nosta yksin liian painavia esineitä.
4. Käytä työkaluneita ja hyväkuntoisia apuvälineitä kairausputkien ja tankojen käsittelyssä. Työskentely kuluneilla kiinto- ja putkiavaimilla on epävarmaa.
5. Tarkista että alusta, jonka päällä työskentelet on puhdas rasvasta, öljystä, soijasta ja jäästä. Poista rasva ja öljy rasvan poistoaineella. Jään poistoon voit käyttää maantiesuolaa.
6. Kun käynnistät kammella moottoria, tartu käynnistyskampeen oikein, peukalo samalla puolella kuin muut sormet.
7. Pidä kypärä työskennellessä päässäsi. Käytä jalkineina teräsvahvistettuja kaivossaappaita tai vastaavia.
8. Käytä silmäsuojaimia sellaisissa työvaiheissa, joissa on pienintäkin vaaraa silmillesi, kuten soijan puhalluksessa.
9. Käytä aina kairauksen aikana kuulosuojaimia. Muista, että vaarallinen raja on 85 dB. Kairauksen aikana melutaso on yleensä yli 95 dB.
10. Pidä asiaankuulumattomat henkilöt poissa työkohteesta.
11. Pidä ensiapupakkaus kunnossa. Hoida myös pienetkin naarmut. Toimita tieto loukkaantumisista työnjohdolle.
12. Pidä palontorjuntavälineet moitteettomassa kunnossa ja aina käyttövalmiina.
13. Käsittele nestemäisiä polttoaineita varoen. Useimmat niistä räjähtävät herkästi kaasuuntuessaan.
14. Jos poistat jonkin suojalaitteen esim. korjauksen takia, pane ne myös takaisin heti korjauksen jälkeen omalle paikalleen.
15. Varo öljyn ja polttoaineiden päästämistä maastoon. Jäteöljy on aina kerättävä talteen.
16. Muista, että räjähdysaineita saa käyttää vain asianomaisen lupakirjan omaava henkilö.
17. Käytä asiallista työpukua; esim. liian isot ja repaleiset työvaatteet ovat vaaralliset.
18. Ota annetut ohjeet tavaksesi ja opeta uusi apumies myös tähän.

19. Muista, että epäjärjestys työpaikalla vähentää työtehoa ja -turvallisuutta.

20. Havaitessasi epäkohtia tee aloitteita.

## 9. Kehitysnäkymät

Pöly, öljysumu- ja meluhaittoineen sekä myös suuren kokonsa ja painonsa vuoksi pöräkkökonekairauslaitteistot aiheuttavat muuhun geotekniseen tutkimukseen käytettävään välineistöön verrattuna oleellisesti poikkeavia vaara- ja/tai häiriötilanteita käyttäjäkunnalleen ja ympäristölleen. Nämä tekijät on viime vuosina tiedostettu ja niinpä tällä hetkellä käynnissä oleva kehitystyö tähtääkin kalustojen kehittämiseen tässä suhteessa.

Kuten edellä kohdassa 2.6 on esitetty, on nimenomaisesti melun vähentämiseksi jo kehitetty porakoneiden ja kompressorien osalta eräitä ratkaisuja. Porakoneen melutasoa ei ole kuitenkaan täydellä teholla kairattaessa saatu laskemaan tällä hetkellä käytettävissä olevin keinoin parhaimmissakaan tapauksissa kuin hieman alle 110 dB (A):n 1 m:n päässä melulähteestä mitattuna. Tankomelun osalta, joka kallioon kairattaessa on samaa suuruusluokkaa eli n. 105-110 dB (A), ei ole vielä keksitty päteviä pienentämiskeinoja. Tutkimuskairausten tankomelu tosin yleensä jää melko vähäiseksi, koska kairaus tapahtuu pääosin maakerroksissa ja tällöin koneella vain harvoin isketään täydellä teholla. Parhaiten äänenvaimennettujen kalustojen melutaso on kairattaessa suurimman osan aikaa välillä 90-95 dB (A), mitä on vielä pidettävä suhteellisen suurena meluna.

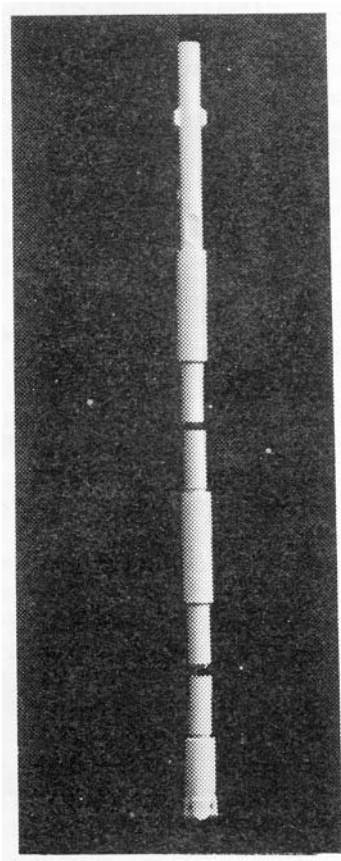
Öljysumu- ja pölyhaittojen vähentämiseksi tällä hetkellä käytössä olevia ratkaisumalleja on esitetty myös kohdassa 2.6. Niiden kuten meluhaittojenkin poistamiseksi pyritään kehittämään uusia laitteita ja välineitä nykyisten laitteistotyyppien puitteissa.



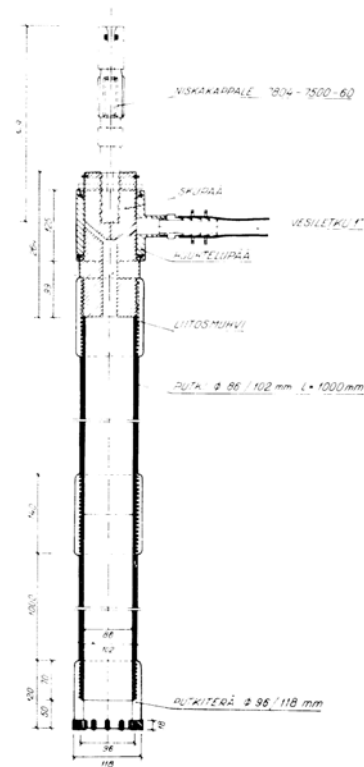
Kuva 1. Porakonekairausta hydraulisella monitoimikairalla.



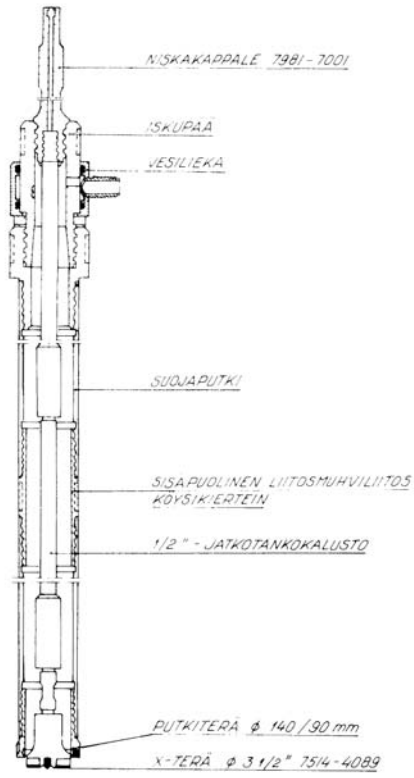
Kuva 2. Tutkimuskairausta raskaalla porakonekairausyksiköllä.



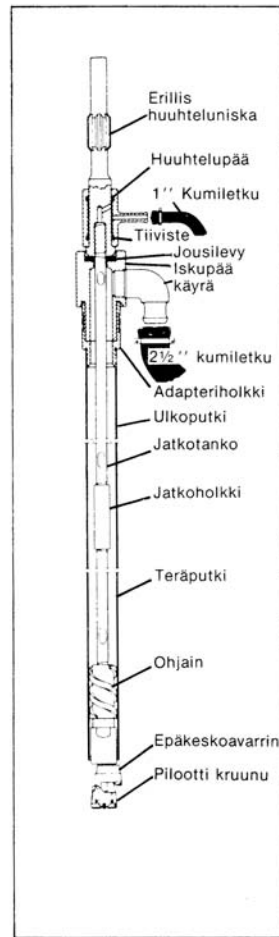
Kuva 3. 1 ¼"-jatkotankokalusto terineen.



Kuva 4. Putkikalusto Ø 102/89".

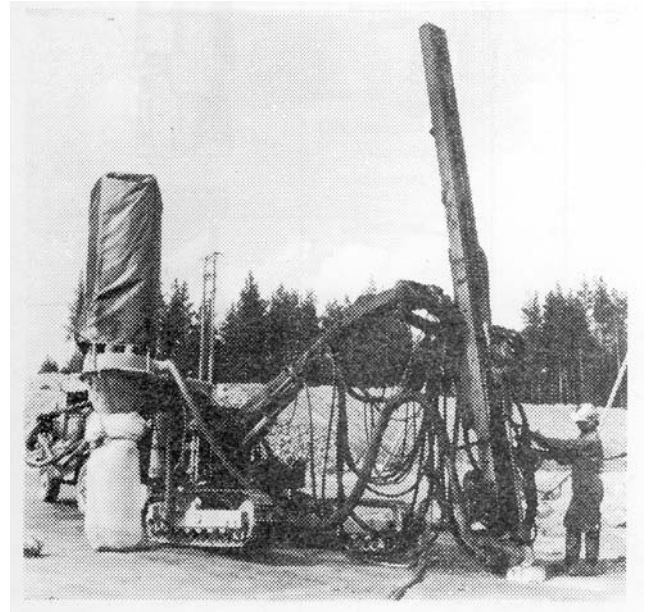


Kuva 5. O.D. Kalusto Ø 5”.

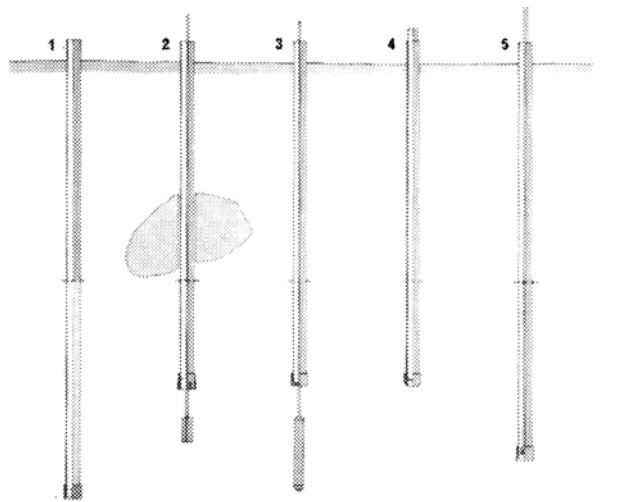


KUVA 6  
ODEX-kalusto Ø 1”.

Kuva 6. ODEX –kalusto Ø ”.



Kuva 7. Vaunuporakone varustettuna pölynerotus-laitteistolla.

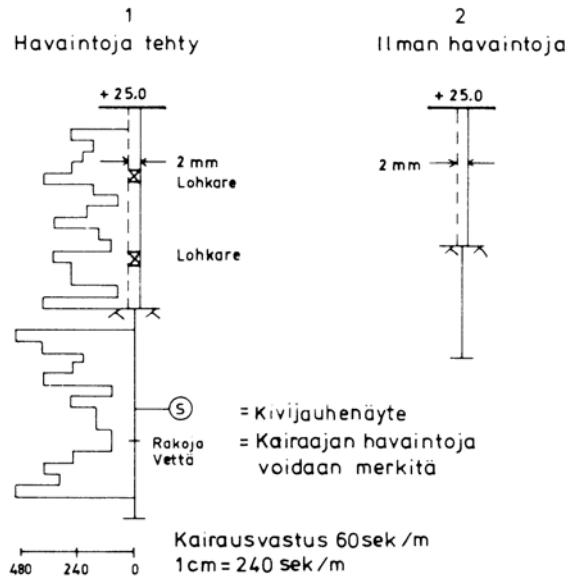


- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1 Pohjavesitutkimusputki<br/>maaputki Ø 50 tai<br/>Ø 75 mm siivilä<br/>maakenkä (tai umpikärki)</p> <p>2 Siipikairaus (esim.<br/>penkereen läpi)<br/>maaputki Ø 75 mm<br/>kruunu tai maakenkä<br/>siipikairakalusto</p> <p>3 Näytteenotto hieno-<br/>rakeisista maalajeista<br/>(esim. penkereen läpi)<br/>maaputki Ø 75 mm<br/>kruunu tai maakenkä<br/>mäntäkaira tms.<br/>Näytteenotto kitkamaasta</p> | <p>4 Näytteenotto (jatkuva<br/>näyte)<br/>maaputki Ø 50 tai<br/>Ø 75 mm sisäputki<br/>näytteenottokenkä</p> <p>5 Näytteenotto<br/>huuhtelemalla<br/>maaputki Ø 50 tai<br/>Ø 75 mm<br/>kruunu tai maakenkä<br/>tangot Ø 1 ¼" tai<br/>Ø 1 ½"<br/>kruunu Ø 41 tai Ø 64 mm</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

KARTTAMERKINNÄT

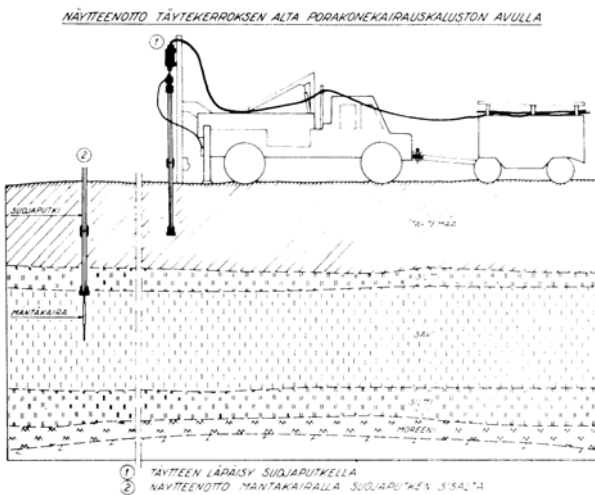


LEIKKAUSMERKINNÄT



Kuva 8. Porakonekairauskaluston käyttomenetelmiä.

Kuva 10.



Kuva 9.



