

# Huokosilmanäytteenotto-ohje tutkimuksiin

Tampereen kaupunki tilaa ympäristötekniisiä tutkimuksia useilta eri sopimuskumppaneilta. Vuoden 2018 aikana tunnistettiin tarve laatia ohje huokosilmatutkimuksien toteuttamiseen laadun varmistamiseksi ja jotta tulokset olisivat vertailtavissa keskenään. Tampereen kaupunki järjesti huokosilmatutkimuksista vertailukokeen ja sen jälkeen työpajan 31.5.2018, johon osallistui 26 henkilöä. Työpajan keskustelujen ja yhteisen kehittämisen jälkeen laadittiin ohje käytettäväksi kaikkiin Tampereen kaupungin tilaamiin huokosilmatutkimuksiin. Ohjetta on päivitetty muutaman kerran, viimeisin versio on päivätty 13.1.2022. Ohjetta on tarkoitus kehittää jatkossakin tarpeen mukaan ja sitä saa hyödyntää vapaasti kaikki tahot.

21.1.2022, Tampereella, Katariina Rauhala, Kiinteistökehityskoordinaattori

Työpajaan 31.5.2018 osallistuneet:

Tampereen kaupunki, Kiinteistötoimi, tilaaja: Katariina Rauhala.

Ramboll Finland Oy: Mikael Leino, Noora Lindroos, Jukka Huppunen, Hanna Herkkola (fasilitaattori), Venla Pesonen (fasilitaattori).

Vahanan Environment Oy: Milja Vepsäläinen, Esko Merontausta, Risto Valo.

Sitowise Oy: Tomi Pulkkinen, Tanja Satta.

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy: Samuli Teittinen.

Golder Associates Oy: Erkki Paatonen.

A-insinöörit Oy: Anne Haavisto.

SGS Inspection Services Oy: Anna-Mari Suortti, Otto Ahonen.

Eurofins: Juha Keränen.

ALS Finland Oy: Jarno Kalpala.

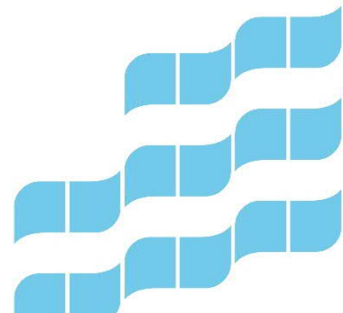
Tampereen Infra: Hannu Haverinen, Harri Ruhala.

Geopalvelu Oy: Marika Mäkinen.

Pirkanmaan ELY-keskus: Satu Honkanen, Emmi Pajunen.

Tampereen kaupunki, terveydensuojelu: Tuula Sillanpää, Puja Varzeshkhah.

Tampereen kaupunki, ympäristönsuojelu: Pasi Päivärinne.

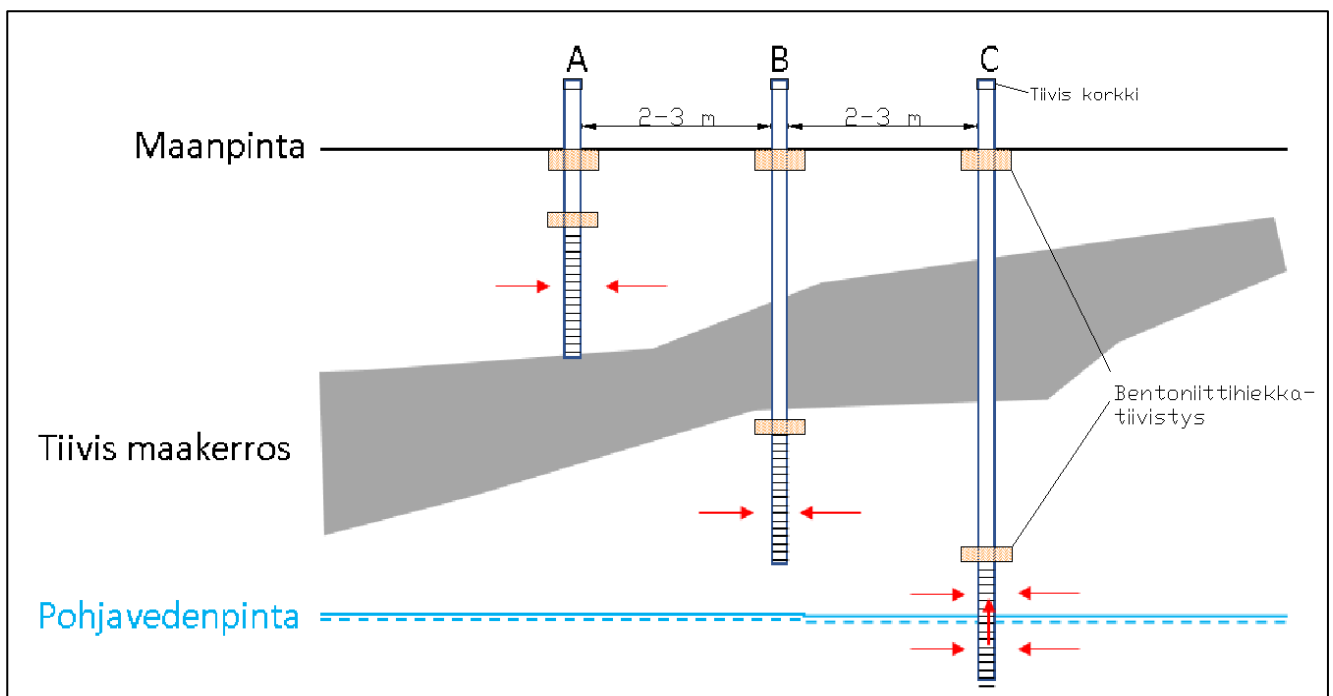


## Huokosilmanäytteenotto-ohje Tampereen kaupungin projekteihin

### Putken asennus

Huokosilmaputken asennus on tärkeässä roolissa, jotta sieltä otettavat huokosilmanäytteet olisivat edustavia. Putkimateriaalista ei saa haihtua yhdisteitä, jotka vaikuttaisivat tuloksiin. Putki tulee tiivistää huolella, että huokosilmaputkesta pumpattava ilma oikeasti tulee maaperästä, eikä ohivirtauksena maan päältä. Näytteenottoa varten ohuempi putki olisi parempi (esim. sisähalkaisija 32 mm), mutta asennus ja erityisesti putken tiivistys onnistuu paremmin paksummalla materiaalilla (esim. sisähalkaisija 53 mm).

Lähtötietona putken asennukselle tulisi olla maalajitiedot, jotta siiviläosa saataisiin asennettua halutulle maalajiosuudelle. Mahdollisesti putkia voidaan asentaa samaan pisteeseen useampia (esim. 2-3) siten, että siiviläosa tulee eri syvyyksille eri putkissa (kuva 1). Lähtökohtaisesti huokosilmaputkia ei tule asentaa pohjaveteen asti, mutta joissakin tilanteissa sekin on mahdollista. Jos huokosilmaputki asennetaan pohjaveteen asti, tulokset eivät edusta puhtaasti haitta-aineiden pitoisuuksia huokosilmassa, sillä yhdisteet voivat haihtua putken myös pohjaveden pinnalta.



**Kuva 1.** Huokosilmaputken asennusperiaatekuva.

## OHJE HUOKOSILMAPUTKEN ASENNUKSEEN:

- Putkimateriaalina tulee käyttää joko PEH- tai rautaputkea, jonka sisähalkaisija on joko 32 mm tai 53 mm.
- Putki tulee asentaa pohjaveden yläpuolelle (vähintään 2 m jos mahdollista), ellei haluta saada tietoon pohjavedestä haihtuvia haitta-ainepitoisuuksia.
- Umpiputken tulisi ulottua vähintään 2 metriä maanpinnan alapuolelle. Siiviläosa asennetaan haluttuun maalaji- tai syvyyskerrokseen.
- Putken asennuksen yhteydessä tulee ottaa maanäytteet maalaji- ja PIMA-analyysyjä varten ympäristökonsultin ollessa kairajien mukana
- Kohdekohtaisesti tulee arvioida, voiko tiivistä maalajia puhkaista putken asennuksen yhteydessä
- Putki tulee tiivistää bentoniitilla putken juuresta sekä siiviläosan yläreunasta.
- Putken siiviläosan ympärys tulee tiivistää puhtaalla tasalaatuisella kiviaineksella, kuten salaojahiekalla (raekoko noin 2...4 mm).
- Umpinaisen putken ympärys tulee tiivistää hienojakoisemmalla maa- tai kiviaineksella kuin siiviläosuus 0,5 m syvyyteen maanpinnasta, mistä ylöspäin tiivistykseen käytetään bentoniittihiekkaa.
- Putkeen tulee asentaa tiivis korkki.
- Jos asennetaan putkipari, tulee putkien välillä olla etäisyyttä 2-3 m. Jos putkia asennetaan kolme kappaletta, tulee putket asentaa siten, että ne muodostavat kolmion näytepisteen ympärille siten, että vähimmäis- ja enimmäisetäisyys ehdot täyttyvät.
- Putken asentamisen jälkeen laaditaan putkikortti, johon kirjataan maalajihavainnot, putkimateriaali, siivilätaso sekä putken sijaintii (x, y, z).

## Näytteenotto

### Passiivi vai aktiivimenetelmä?

Näytteenotto on mahdollista tehdä sekä passiivisesti että aktiivisesti. Passiivisella tavalla saadaan pidemmän ajan keskiarvo ja mahdolliset näytteenottajan/näytteenottokaluston aiheuttamat virheet pienenevät. Passiivinäytteenotolla saadaan hyvä yleiskuva haitta-aineiden alueellisesta jakaumasta. Passiivimenetelmällä saadut pitoisuudet ovat kuitenkin luonteeltaan kvalitatiivisempia kuin aktiivimenetelmällä saadut pitoisuudet, koska kerättyä ilmanäytemäärää ei tiedetä tarkasti. Passiivikeräyksen aikana keräimeen jääneiden yhdisteiden pitoisuuksista saatava keskiarvopitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) lasketaan laboratoriossa diffuusiokerroinien avulla. Kaikille yhdisteille diffuusiokerroin ei välttämättä ole yhtä tarkka kuin toisille yhdisteille ja jollekin yhdisteelle ei välttämättä edes ole määritelty diffuusiokerrointa. Toisaalta myös sääolosuhteet (lämpötila, ilmanpaine yms.) vaikuttavat yhdisteiden diffundoitumiseen maaperästä. Diffuusiokerroin on ainekohtainen vakio, joka ei ota huomioon näytteenotto-olosuhteita.

Näyteputket ja tutkittavat yhdisteet voivat rajoittaa passiivinäytteenottoa, koska kaikki näyteputket eivät sovellu siihen. Passiivinäytteet saa otettua esimerkiksi Tenax TA- tai Carbopak B – näyteputkiin. Passiivinäytteitä ei voi myöskään ottaa tiloista, joissa on kova ilmavirtaus, koska diffuusiokerroin ei em. tapauksissa ole enää todenmukainen.

Aktiivimenetelmällä saadaan tietoon tarkka ilmamäärä, joka näyteputken läpi on kulkenut. Näin ollen näyteputken adsorbenttiin pidättyneen haitta-aineen pitoisuus kuutiometriä kohti saadaan laskettua luotettavasti ( $\text{ng}/\text{putki} \rightarrow \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) olettaen, että havaintoputkeen ei pääse ilmaa muualta kuin putken siiviläosasta näytteenotossa. Toisaalta tulos edustaa vain tietyn lyhyen ajanhetken pitoisuustasoa.

Jos aikataulu on kiireellinen, soveltuu aktiivimenetelmä passiivista menetelmää paremmin. Rinnakkaisnäytteillä molempien näytteenottomenetelmien epävarmuuksia saadaan pienennettyä.

## OHJE NÄYTTEENOTTOMENETELMÄN VALINTAAN:

- Ensimmäisellä tarkkailukierroksella näytteet otetaan aktiivisesti.
- Pidempiaikaisissa tarkkailuissa voidaan ensimmäisen tarkkailukierroksen jälkeen ottaa näytteet jommallakummalla tavalla tai molemmilla tavoilla samalla tarkkailukierroksella.
- Jos huokosilmanäytteet otetaan passiivisesti ja aktiivisesti samalla tarkkailukierroksella, tulee passiivinäytteet ottaa ensin ja passiivikeräimiä poistaessa voidaan ottaa aktiivinäytteet samalla kerralla.

### Käytännön toteutus aktiivimenetelmällä

Aluksi on tärkeää mitata pohjaveden pinnantas, että pumput ja näyteputket eivät tuhoutuisi kastumisen vuoksi. Näytteenotossa on tärkeää, että pumpattaessa ei synny ohivirtauksia. Näyteilman täytyisi tulla huokosilmaputkesta eikä ohivirtauksena ulkoilmasta. Putkea on hyvä huuhdella, jotta näyteilma vastaisi parhaimmalla tavalla maaperästä tulevaa huokosilmaa.

Näyteputken tulee olla tutkittavalle yhdisteelle soveltuva ja pumppaustehon sellainen, että se sopii käytettävälle näyteputkelle. Mitä suurempi pumppausteho, sitä suurempi riski ohivirtauksille. Toisaalta, jos pumppausteho on hyvin pieni, kestää näytteenotto hyvin kauan, eikä se enää ole kustannustehokasta. Esimerkiksi yleisesti käytetty Tenax TA-adorbenttimateriaali on niin tiivistä, että siitä ei ilma edes tule läpi kovin suurella pumppausteholla. Kuvassa 2 on esitetty eräs kaupallinen versio ilmatiiviistä näytteenottokorkista sekä putken huuhteluun ja näytteenottoon soveltuvasta pumpusta.



**Kuva 2.** Esimerkki huokosilmanäytteenotossa käytettävästä pumpusta ja korkista.

Mitä enemmän näytettä pumpataan, sitä pienempiin määritysrajoihin päästään. Toisaalta mitä pienempi on määritysraja, sitä alhaisempi on myös laboratorion mittausalueen yläpää. Näytteenotossa käytettävästä

letkusta ei saisi irrota haihtuvia yhdisteitä tai ne tulee vähintään tunnistaa. Näytteenoton aikana on hyvä täyttää näytteenottopöytäkirja, johon kirjoitetaan ylös näytteenottotiedot.

## OHJE NÄYTTEENOTTOON AKTIIVIMENETELMÄLLÄ:

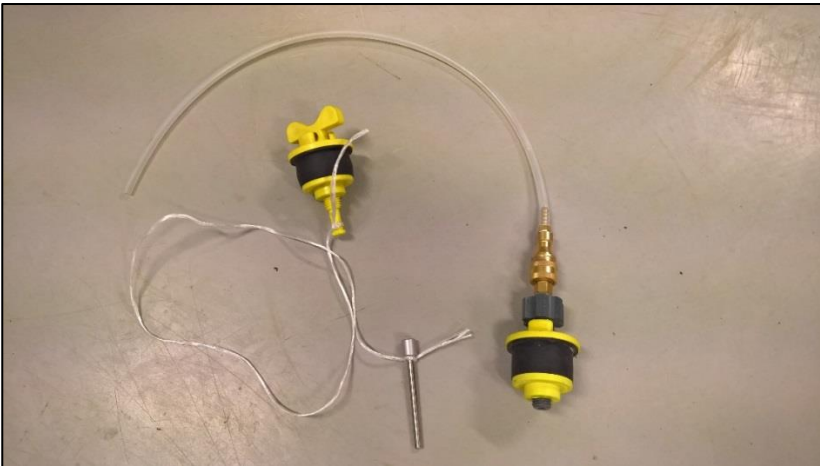
- Ensin tulee mitata pohjaveden pinnantas.
- Näytteenotto suoritetaan ilmatiiviin korkin avulla. Korkissa tulee olla tiivis läpivienti näyteletkulle, jonka tulee ulottua näytteenotossa noin siivilän yläreunan kohdalle.
- Näyteletkun tulee olla sellainen, että siitä ei haihtu yhdisteitä tai jos haihtuu, tulee em. yhdisteet tunnistaa. Tutkimuksia haittaavia yhdisteitä niistä ei saa kuitenkaan haihtua. Näyteletkuina käy esim. PVC (ei vinyylikloridille), PE, silikonit.
- Ennen huuhtelua tehdään mittausta PID-mittarilla, ja mittaustuloksen avulla voidaan tarvittaessa säätää pumpattavaa näytemäärää.
- Ennen aktiivista näytteenottoa huokosilmapiutki tulee huuhdella 2 kertaa putken tilavuuden verran. Huuhtelutehon tulee olla max. 5 L/min, tiiviissä maalajissa hieman pienempi (max 2-3 L/min).
- Adsorbentti tulee sopia tutkittavalle haitta-aineelle. Ensimmäisenä pumpataan näyte siihen adsorbenttiin, joka vaatii suurimman ilmanäytemäärän.
- Näytteenotto tulee aina suorittaa laboratorion ohjeistuksen mukaan, jos havaitaan ristiriitoja tämän ohjeistuksen kanssa.
- Näytettä pumpattaessa tulee pumppaustehon olla välillä 0,1 – 0,5 L/min. Lähtökohtaisesti pumppaustehona käytetään 0,25 L/min aktiivihiihiputkille ja 0,10 L/min Tenax- ja Carbopak-putkille.
- Aktiivimenetelmällä Tenax- tai Carbopak-putkeen pumpataan 1 L näytettä, ellei PID-mittaus tai aiemmat laboratoriotulokset ole antanut aiheutta pienentää näytemäärää. Aktiivihiihiputkeen pumpattava näytemäärä riippuu tutkittavasta yhdisteestä, halutuista määrittämis- ja mittausalueista jne., yleensä näytemäärän ollessa 10 L tuntumassa.

### Käytännön toteutus passiivimenetelmällä

Adsorbentti tulee olla tutkittavalle yhdisteelle soveltuva, kuten aktiivimenetelmässäkin. Näyteputken ripustamisessa tulee huomioida se, että ei käytetä materiaaleja, joista voi haihtua yhdisteitä, jotka vaikuttavat tuloksiin. Pohjaveden pinnantas tulee mitata, jotta näyteputki ei kastuisi. Pohjaveden pinnanvaihtelu on myös syytä huomioida, jos passiivikeräin on huokosilmapiutkessa useampia päiviä.

## OHJE NÄYTTEENOTTOON PASSIIVIMENETELMÄLLÄ:

- Aluksi tehdään kenttämittaus PID-mittarilla, jotta saadaan viitteitä mahdollisista pitoisuustasoista.
- Passiivinäytteitä otettaessa tulee näyteputki ripustaa noin siivilän yläreunan korkeudelle, ellei pohja- tai orsiveden pinnanvaihtelu aiheuta syytä asettaa näyteputkea korkeammalle. Pohjaveden pinnankorkeus tulee tarkistaa ennen keräimien asentamista.
- Ilman lähtötietoja oletuksena passiivikeräimiä pidetään huokosilmapiutkissa noin viikon ajan. Jos pitoisuudet ylittävät laboratorion mittausalueen tai jos jo PID-mittaus on antanut viitteitä korkeista pitoisuuksista, tulee näytteenottoaika lyhentää.
- Näyteputkia ripustaessa huokosilmapiutkeen, tulee materiaalien olla sellaisia, että ne eivät aiheuta emissiota huokosilmaan.
- Huokosilmapiutken korkki laitetaan tiiviisti paikoilleen keräimen asennuksen jälkeen.
- Passiivikeräimien asennusajankohta ja lopetusajankohta tulee kirjata ylös minuutin tarkkuudella.



**Kuva 3.** Esimerkki passiivimenetelmässä käytettävästä korkista (kuvassa vasemmalla).

### Näytteenottopöytäkirja

Huokosilmanäytteenoton aikana on hyvä täyttää kenttälomaketta, johon kirjataan ylös tärkeimpiä näytteenottoon liittyviä tietoja. Lomakkeen avulla näytteenottotavasta jää dokumentti, minkä avulla näytteenoton voi toistaa toinen henkilö samalla tavalla.

#### **OHJE NÄYTTEENOTTOPÖYTÄKIRJAN TÄYTTÄMISEEN:**

- Näytteenottopöytäkirjaan tulee kirjata aktiivinäytteenotossa PID-mittauksen tulos, vesipinnan korkeus (jos putkessa on vettä), huuhtelumäärä ja -teho, näytemäärä ja pumppausteho, näyteletkumateriaali, adsorbentti ja näytteenottosyvyyys.
- Passiivinäytteenotossa näytteenottopöytäkirjaan tulee kirjata PID-mittauksen tulos, vesipinnan korkeus (jos putkessa on vettä), aloitus- ja lopetus aika minuutin tarkkuudella, adsorbentti sekä näytteenottosyvyyys.
- Tärkeää on lisäksi kirjoittaa ylös sääolosuhteet näytteenoton ajalta, varsinkin ilmanpaine, lämpötila ja kosteus
- Näytteenottopöytäkirjat tulee olla sellaisessa sähköisessä muodossa, että ne ovat soveltuvia Tampereen kaupungin tietokantaan

### Tulosten tulkinta

Huokosilmatulosten tulkintaan ei tällä hetkellä ole käytössä yleispäteviä raja-arvoja. Huokosilmatulosten tulkinnaissa tärkeää on ymmärtää, että huokosilmassa olevat pitoisuustasot eivät vastaa rakennuksen sisäilmasta havaittavia pitoisuustasoja. Onkin tärkeää, että jokaisessa kohteessa tehtäisiin kohdekohtainen riskitarkastelu, jonka avulla selvitetään huokosilmasta havaittavien pitoisuuksien aiheuttamat riskit.

#### **OHJE TULOSEN TULKINTAAN:**

- Huokosilmanäytteiden tulosten tulkinnaissa ei tule käyttää TCA-arvoja, koska TCA-arvot ovat sisäilmaa varten. Huokosilmassa havaitut pitoisuudet eivät vastaa sisäilmassa havaittavia pitoisuuksia. Myöskään HTP-arvot eivät ole käyttökelpoisia.
- Tuloksien avulla tulee tehdä kohdekohtainen riskinarvio, jonka perusteella voidaan arvioida, aiheuttavatko pitoisuudet riskin terveydelle.
- Tuloksia tulee olla vähintään yhden vuoden ajalta, mieluiten neljältä eri vuodelta, jotta pitoisuuksien perusteella voidaan tehdä luotettava riskinarvio.