



LEARNING TOXICOLOGY
THROUGH OPEN EDUCATIONAL
RESOURCES

YMPÄRISTÖN LAATU MAAPERÄN VALVONTA

Camelia DRAGHICI, Ileana MANCIULEA

Transilvania University of Braşov

c.draghici@unitbv.ro, i.manciulea@unitbv.ro

Käännös: Merja Mäkelä



Erasmus+

This work is licensed under a Creative
commons attribution – non commercial 4.0
international license



1. JOHDANTO

Esitys on osa moduulia 6, aihetta 4, lisäosa 3.

Tämä osa käsittää:

- maaperänäytteiden erityiset näytteenotto- ja näytteen esikäsittelyvaatimukset
- näytteenotto- ja analysointimenetelmät maaperän sisältämien epäpuhtauksien määrittämiseksi.

Kurssin lopussa opiskelijat voivat:

- kuvaita, kuinka maaperässä olevat laatuparametrit ja epäpuhtaudet voidaan määrittää
- käyttää saatavilla olevia eurooppalaisia standardeja näytteenottoa ja analysointimenetelmiä varten maaperän laatuparametrien määrittämiseksi.

2. MAAPERÄNÄYTTEENOTTO

Maaperänäytteiden kiinnostavuus ja edustavuus

Seuraavat näytteet ovat mielenkiintoisia maaperän laadun valvonnassa: eri syvyyksistä ja sedimenteistä kertyvä maa (joskus myös pohjavesi). Tässä osassa käsitellään vähemmän: pehkuu, juuria (käytetään enimmäkseen maaperän aiheuttamien epäpuhtauksien tutkimuksiin, puhdistustutkimuksiin), jätevesilietettä ja kiinteiden jättemateriaalien maaperää.

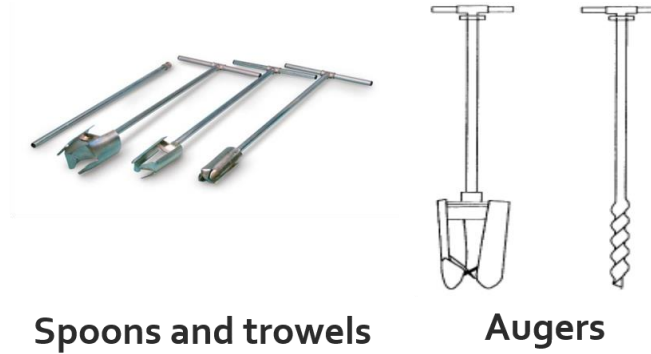
Maaperänäytteiden edustavuus on otettava huomioon. Maaperän koostumus eroaa eri syvyyksissä ja meteorologisista vaihteluista johtuen.

Maaperänäytteen määrä

Kerättävä maaperä riippuu näytteen tyypistä ja toteutettavista määrytyksistä. Tällöin tarvitaan maaperän ominaisuuksien (hiukkaskoko, koostumus, kemiallinen koostumus) täydelliseen karakterisointiin 200-400 g maaperää. Maaperän epäpuhtauksien analyysiä varten tarvitaan 5-100 g kuivaa maata. Sedimenttianalyysiä varten näytteenottomäärä korreloi veden kanssa, joka on pienempi kuin veden määrä.

Maaperän näytteenottotyökalut

Maaperänäytteenottoa varten käytetään erilaisia työkaluja, kuten esimerkiksi veitsiä, lusikoita ja istutuslapioita, kairoja (kuva 1.), putkinäytteenottimia ja ruoppaimia, joita käytetään sedimenttien näytteenottoon.



Kuva 1. Maaperänäytteenottoon käytetyt välineet.

Näitä työkaluja käytetään ensisijaisesti poistamaan roskat ja muut maahan kuulumattomat kappaleet (tarvittaessa) eri syvyyksistä. Maaperänäytteenottoon liittyy muutama varoitus:

1. **Metallisia välineitä** (veitsiä, lusikoita, istutuslapioita, kairoja) ei saa käyttää, kun metalleja analysoidaan maaperästä.
2. **Vältetään ilman ottoa** maaperänäytteessä - ilma voi vaikuttaa joidenkin yhdisteiden hapettumiseen maaperästä.

Taulukossa 1 esitetään maaperänäytteenottoa varten ISO-sarjan maaperäkohtaiset näytteenottovaatimukset.

Taulukko 1. Maaperänäytteenottoa koskevat eurooppalaiset standardit (otos).

ISO-standardi	Standardin aihe
ISO 10381-2:2002	Näytteenottotekniikat
ISO/DIS 18400-104:2016	Näytteenotto - Osa 104: Strategiat
ISO 18400-105/2017	Pakkaaminen, kuljetus, säilytys ja näytteiden säilytys
ISO 18400-204/2017	Maaperän kaasun näytteenotto

Näytteenvalmistusmenetelmät

Maaperänäytteen valmistustekniikat epäpuhtauksien analysoinnissa on jo esitelty moduulissa 6, aiheessa 3, osassa 2.1.

Raskasmetallien analyysissä yleisimmin käytetyt esikäsittelymenetelmät ovat mineralisaatio ja kemiallinen liuotus (paisutus). Taulukossa 2. esitetään useita ISO-sarjan eurooppalaisia standardeja näytteenvalmistuksesta liukenemisen ja hajotuksen avulla, pääasiassa happamissa väliaineissa.

Taulukko 2. Eurooppalaiset standardit maaperänäytteiden esikäsittelystä raskasmetallien analysoimiseksi (otos).

ISO-standardi	Standardin aihe
ISO 11466/1999	Aqua regiaan liukenevien mikroelementtien uuttaminen
ISO 19730/2008	Hivenaineiden uuttaminen maaperästä ammoniumnitraattiliuoksella
ISO 16729:2013	Elementtien typpihappoliukoisten fraktioiden digestointi (mikroaalto)
ISO 14869-1/2017	Liuotus HF:llä ja HClO ₄ :llä (Al, Ba, Cd, Ca, Cr, Co, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Sr, V, Zn)

Osittain haihtuvien (SVOC) ja haihtumattomien (NVOC) orgaanisten yhdisteiden analyysissä esikäsittelymenetelmät perustuvat uuttotekniikoihin:

1. Soxhlet (automaattinen) uutto
2. liuottimien uutto
3. mikroaaltouuniavusteinen uutto.

Taulukossa 3. esitetään ISO-sarjan useat eurooppalaiset standardit puolihaihtuvien (SVOC) ja haihtumattomien (NVOC) orgaanisten yhdisteiden analyysinäytteiden esikäsittelystä.

Taulukko 3. Eurooppalaiset standardit maaperänäytteiden esikäsittelystä orgaanisten yhdisteiden analyysille (otos).

ISO-standardi	Standardin aihe
ISO 14507:2003	Näytteiden esikäsittely orgaanisten epäpuhtauksien määrittämiseksi

ISO 11464/2006	Maaperänäytteiden esikäsittely fysikaalis-kemialliseen analyysiin
----------------	---

3. MAAPERÄSAASTEIDEN MÄÄRITYS

Maaperän laatuparametrien esittelyä varten parametrit ryhmiteltiin kahteen luokkaan, epäorgaaniseen alkuperään tai orgaaniseen.

Maaperän laadun epäorgaaniset indikaattorit ovat kiinnostavia:

- epäorgaaniset anionit (sulfaatti, syanidit, sulfidi, perklooraatti)
- epäorgaaniset kationit (Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Ni, Zn)
- muut vesiohenteeseen tai typpihappoon liukoiset hivenaineet
- ravintoaineryhmän yhdisteet: fosfori, typpi-N, ammonium-N ja kokonaisliukoinen typpi.

Maaperässä esiintyvät orgaaniset epäpuhtaudet, jotka ovat kiinnostuneita maaperän seurannasta, ovat:

- haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC), kuten eetterit, halogenoidut hiilivedyt, aromaattiset hiilivedyt, fenolit ja kloorifenolit
- torjunta-aineet
- lineaarinen alkyylibentseenisulfonaatti (LAS)
- polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH:t)
- polyklooratut bifenyylit (PCB)
- dioksiinit ja furaanit.

Edellä mainittujen epäorgaanisten yhdisteiden määrittämiseen käytettävissä ISO-sarjan eurooppalaiset standardimenetelmät on esitetty taulukossa 4. Nämä standardit perustuvat gravimetrisiin, titrimetrisiin, spektrometrisiin, sähkökemiallisiin ja kromatografisiin menetelmiin.

Taulukko 4. Epäorgaanisten yhdisteiden analyysin eurooppalaiset standardimenetelmät maaperästä (otos).

Maaperän laatuindikaattori	Standardi	Analyttinen menetelmä
fosfori	ISO 11263/1994	spektrometria
karbonaatti	ISO 10693/1995	titrimetria

vesiliukoinen ja happoliukoinen sulfaatti	ISO 11048/1995	gravimetria
kokonaistyyppi	ISO 11261/1995	titrimetria
sähkönjohtavuus	ISO 11265+A1/1998	sähkökemiall. menet.
kuiva-aine ja vesipitoisuus	ISO 11465/1998	gravimetria
Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Ni, Zn (uutto aqua regia)	ISO 11047/1999	atomiabsorptio-spektrometria
kokonaisriikki	ISO 15178/2000	kuivapoltto
typpi-N, ammonium-N, kokonaisliukoinen typpi	ISO 14255/2005	segmentoitu virtausanalyysi
hivenaineet	ISO 22036/2008	induktiivisesti kytketty plasma- atomiemissio-spektrometria
kokonaissyanidi	ISO 11262/2011	titrimetria
hivenaineet aqua regia ja typpihappopaisukkeet	ISO/TS 17073.2013	atomiabsorptio-spektrometria
pH	ISO 10390/2015	sähkökemiall. men.
perkloraatti	ISO/DIS 20295/2016	ionikromatografia

Aiemmin esitettyjen orgaanisten yhdisteiden määrittämiseksi maaperän laadun parametreina ISO-sarjan eurooppalaiset menetelmät on esitetty taulukossa 5. Niiden määrittäminen perustuu erityisesti spektrometriin menetelmiin, kaasukromatografiaan ja nestekromatografiaan.

Taulukko 5. Orgaanisten yhdisteiden EU-standardimenetelmät maaperästä (otos).

Maaperän laatuindikaattori	Standardi	Analyttinen menetelmä
orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC)	ISO 14235/2000	spectrophotometria
organoklooriset torjunta-aineet ja polykloorattuja bifenyylejä (PCB)	ISO 10382/2002	kaasuromatografia (GC)

rikkakasvien torjunta-aineet	ISO 11264/2005	korkean suorituskyvyn nestekromatografia (HPLC)
tietyt kloorifenolit	ISO 14154/2005	kaasukromatografia (GC)
polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH)	ISO 18287:2006	kaasukromatografia-massaspektrometria (GC-MS)
organotiniyhdisteet	ISO/DIS 23161/2009	kaasukromatografia (GC)
lineaarinen alkyylibentseenisulfonaatti (LAS)	ISO/TS 13896:2012	korkean suorituskyvyn nestekromatografia (HPLC)
polyklooratut bifenyylit (PCB)	ISO 13876:2013	kaasukromatografia-massaspektrometria (GC-MS)
dioksiineja ja furaaneja sekä dioksiinin kaltaiset polyklooratut bifenyylit	ISO 13914:2013	kaasukromatografia-massaspektrometria (GC-MS)
polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH)	ISO 13859:2014	kaasukromatografia (GC) ja korkean suorituskyvyn nestekromatografia (HPLC)
tietyt fenolit ja kloorifenolit	ISO/TS 17182/2014	kaasukromatografia-massaspektrometria (GC-MS)
haihtuvat aromaattiset hiilivedyt ja halogenoidut hiilivedyt, naftaleeni	ISO 15009:2016	kaasukromatografia (GC)
haihtuvat aromaattiset hiilivedyt ja halogenoidut hiilivedyt, eetterit	ISO 22155/2016	kaasukromatografia (GC)

Kaikki nämä standardimenetelmät tarkastellaan säännöllisesti ja varustaen analyttikot viimeisimmillä versioilla.

Edellä mainittujen maaperäindikaattoreiden lisäksi muut saasteet saattavat olla kiinnostavia maaperän laadussa, erityisesti tutkimukseen perustuvassa seurannassa. Ne voivat olla myös epäorgaanisista tai orgaanisista lähteistä, liuotetuista tai liukenemattomista aineista maaperän liuoksessa, pienillä tai jopa suurilla molekyylipainoilla, kuten humus- ja fluvohappojen komponentit.

Samoin kuin laboratoriossa suoritettujen ilman ja veden analyysit tiettyjen maaperän laatuparametreihin sovellettavien määräysten mukaisesti, standardinmukaisten analyysimenetelmien lisäksi voidaan käyttää myös muita epästandardeja analyysimenetelmiä mille tahansa kiinnostavalle epäpuhtaudelle, ja ne hyväksytään laboratoriokäytännöissä. Molemmissa analyysimenetelmissä (standardi ja ei-standardi) sovelletaan ISO/IEC 17025:2005 -standardin ja ISO/IEC 17025:2017 -standardin mukaista menetelmien validointia ja laboratorioakkreditointia.

LÄHTEET

1. Chunlong C.Z., Fundamentals of Environmental Sampling and Analysis, John Wiley & Sons, Hoboken NJ, USA, 2007.
2. Colbeck, I., Draghici, C., Perniu, D., (Eds), Environmental Pollution and Monitoring, in EnvEdu series, ISSN 1584-0506, ISBN 973-27-1169-8, Romanian Academy Press, Bucharest, 2003.
3. Patnaik P., Handbook of Environmental Analysis, 2nd Edition, CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton FL, USA, 2010.
4. www.en-standard.eu/search/?q=soil%20quality
5. <https://www.eurachem.org/index.php/news/newsarts/230-nws-iso17025-2017>
6. <https://www.youtube.com/watch?v=dH1Kf7qtrBw>



**VNiVERSIDAD
DSALAMANCA**

CAMPUS OF INTERNATIONAL EXCELLENCE



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



South-Eastern Finland
University of Applied Sciences

U. PORTO



**Universitatea
TRANSILVANIA
din Braşov**



**UNIVERZITA
KARLOVA**



ИКИТ

<https://toxoeer.com>

Project coordinator: Ana I. Morales
Headquarters office in Salamanca.
Dept. Building, Campus Miguel de Unamuno, 37007.
Contact Phone: +34 663 056 665