



MONO-menetelmä käytännössä **Mutku-päivät 28.3.2012**

Terhi Svanström, FCG



Esityksen sisältö



- MONO
 - Terminologiaa
 - Yksittäisten näytteiden ja MONO:n vertailuesimerkki
- Case kohde
 - MONO-tutkimussuunnittelu käytännössä
 - Tutkimuksen tulokset

MONO-menetelmä, terminologiaa

- Moniosanäytteenotto-menetelmä, MONO-menetelmä:
Näytteenottomenetelmä, jossa otetaan yksi edustava, useasta osanäytteestä koostuva moniosa-näyte ja johon sisältyy tietty tavoitteenasetteluprosessi ja näytteenotto- ja analyysivirhettä vähentävät näytteenkäsittelymenetelmät. (*engl. Multi-Increment sampling*)
- Osanäyte: Yksittäinen näyte/lapiollinen maata. Varsinainen näyte koostuu useammasta osanäytteestä
- Moniosanäyte: Yhtä arviointialuetta/näytteenottoaluetta edustava näyte, joka koostuu vähintään 30 osanäytteestä. (*engl. Multi-Increment Sample*).
- Näytteenottoalue: Alue, jolta edustava näyte kerätään. Alueesta on käytetty myös nimitystä arviointialue. Altistumisen ja kulkeutumisen suhteen tasavertainen alue. (*engl. Decision Unit*).

Esimerkki: yksittäiset näytteet / MONO

- Alue on altistumisen ja kulkeutumisen kannalta tasavertainen.
- Kunnostustarpeen arviointi perinteisesti
- Tehdään yksittäisiä tutkimuspisteitä tasaisesti
- Viidessä tutkimuspisteessä ylittyy raja-arvo "10".
- Nuo ruudut vaatii kunnostamista, tehdään rajaavia lisätutkimuksia.

28	3	3	1	6	1
5	12	1	3	27	2
1	2	0	1	9	5
3	5	1	0	1	2
1	20	2	6	2	1
1	2	10	0	3	4
2	6	1	0	0	3
16	7	1	1	1	3

...jatkuu...

- Kympin ylittävien ruutujen ympäriltä rajataan pilaantumaa
 - Kaivetaan pois näin määritetyt pima-alueet.
 - Jäännöspitoisuusnäytteet kaivualueiden pohjista ja reunoista
- Alue on kunnostettu.

$\begin{array}{c} 1 \\ 1 \ 28 \ 1 \\ 1 \ 18 \ 5 \\ 1 \end{array}$	☐	☐	☐	☐	☐
☐	$\begin{array}{c} 0 \\ 2 \ 12 \ 1 \\ 3 \end{array}$	☐	☐	$\begin{array}{c} 2 \\ 1 \ 27 \ 2 \\ 1 \end{array}$	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	$\begin{array}{c} 1 \ 7 \\ 2 \ 13 \ 20 \ 1 \\ 5 \ 15 \ 0 \\ 1 \end{array}$	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐	☐
$\begin{array}{c} 7 \\ 1 \ 16 \ 1 \\ 2 \end{array}$	☐	☐	☐	☐	☐

...Mitä saatiin aikaan?

- Ruutuja, joissa raja-arvo "10" ylittyi oli 139 ja niistä kunnostettiin 10 → jäikö sittenkin vähän kesken?
- Kaikkiaan 1200 ruudun keskiarvo oli alun perin "4,85", kunnostuksen jälkeen se on "4,76".
- Keskiarvopitoisuus oli alun perin alle raja-arvon. → Miten tarpeellinen kunnostus oikeastaan oli? Hyvä lopputulos?

0	14	14	0	1	10	6	1	2	5	1	6	4	1	2	1	2	1	4	0	4	6	4	8	7	2	1	3	5	4
1	6	1	0	0	2	0	3	1	0	15	12	0	3	1	3	2	12	2	5	9	8	41	1	11	3	2	1	2	2
1	1	28	1	12	1	0	3	3	2	5	6	3	1	0	2	8	1	8	1	1	1	5	3	1	1	9	1	18	0
3	1	18	5	0	3	3	8	3	3	11	1	0	11	1	4	1	0	9	2	2	2	1	11	4	1	2	1	1	2
5	7	1	1	6	5	3	0	2	1	7	1	4	0	7	13	2	0	46	1	1	4	1	1	3	1	3	3	2	1
8	10	1	5	5	4	1	16	1	1	1	0	2	2	2	1	3	3	1	3	6	0	1	0	3	1	3	1	28	10
2	9	1	2	7	15	0	0	0	1	0	9	6	2	10	4	0	11	2	1	1	0	2	2	4	2	5	0	5	1
4	0	5	1	4	36	2	12	1	8	0	1	1	5	13	1	0	3	9	1	2	1	27	2	99	0	2	2	12	2
0	18	1	1	1	1	11	3	2	4	3	11	0	3	0	0	2	11	8	18	3	3	1	1	2	33	1	1	4	5
3	6	19	11	6	1	5	0	1	8	14	5	5	1	1	1	12	1	5	2	2	2	2	3	0	2	0	2	4	2
0	3	4	29	9	4	2	2	1	6	10	1	1	7	1	1	63	5	3	0	3	2	1	0	1	2	6	1	3	5
2	4	11	4	1	8	7	2	5	2	5	1	4	54	1	3	2	1	2	2	26	8	2	2	0	2	2	1	5	1
1	1	1	6	0	6	19	2	24	1	5	1	0	6	1	1	1	14	17	8	1	9	1	2	4	1	5	1	5	
5	1	0	23	0	13	2	1	50	2	1	0	3	1	1	2	4	0	3	1	4	6	5	7	28	46	1	2	6	11
0	3	0	0	4	2	2	6	1	4	2	0	1	2	5	2	4	1	0	2	1	1	1	0	2	0	1	37	1	
0	3	1	1	4	3	7	23	1	1	7	8	3	1	1	2	2	0	0	1	2	3	16	2	11	1	3	1	1	4
2	2	14	6	13	0	0	3	1	52	2	7	7	2	1	11	5	0	4	5	0	6	2	5	1	7	2	5	4	2
33	2	3	3	1	1	1	5	14	1	16	1	1	7	2	2	3	0	2	1	2	1	1	2	1	1	4	2	1	0
4	24	1	6	2	3	23	1	1	6	0	1	0	1	19	14	21	0	1	2	11	1	0	5	2	5	1	1	6	3
11	1	4	2	6	6	5	1	9	1	2	1	2	2	1	43	5	4	2	9	3	1	11	2	0	2	0	0	3	1
1	7	22	1	4	0	1	1	3	2	2	1	56	1	3	1	1	3	6	3	99	2	2	6	14	4	1	2	1	12
0	5	2	1	5	1	1	7	18	18	2	2	20	5	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	2	4	9	0	1	0
1	7	1	0	2	2	13	20	1	43	10	4	2	4	3	4	1	6	17	4	1	8	2	0	13	1	5	1	38	14
2	1	9	5	2	5	15	0	4	5	4	2	1	10	1	2	2	1	8	0	1	0	2	7	16	9	0	4	4	1
5	1	1	1	13	31	1	3	8	1	0	2	0	10	1	1	3	1	2	7	0	1	3	2	6	2	4	1	0	6
0	4	2	1	3	1	1	3	2	15	12	8	3	1	1	21	2	5	3	2	4	25	9	1	4	7	3	5	1	12
14	1	5	1	9	11	3	2	1	4	5	5	4	6	1	2	0	2	1	0	13	1	28	1	3	1	1	10	3	3
1	1	1	5	5	5	0	2	4	4	9	4	10	4	2	7	2	0	0	8	2	1	3	1	5	1	4	4	0	2
5	6	16	7	2	4	3	1	12	1	0	0	1	2	1	25	1	20	1	13	2	6	3	3	1	14	8	3	0	1
9	12	2	20	41	1	15	4	0	16	1	1	1	4	0	0	2	2	5	13	2	1	5	2	11	10	3	30	0	1
1	4	7	23	7	2	3	2	1	4	1	23	0	2	1	7	10	1	6	1	4	14	1	0	3	1	8	1	4	2
5	1	6	31	2	2	9	2	1	2	8	1	4	0	2	3	4	2	2	6	1	0	0	4	1	8	5	8	1	2
4	9	2	3	4	6	1	6	7	6	4	5	1	1	12	3	1	0	2	20	37	2	0	5	1	2	0	3	1	5
10	0	7	1	18	11	4	0	3	5	0	1	0	1	1	2	0	4	34	2	3	4	2	2	2	3	1	21	1	4
10	3	18	1	0	0	16	5	0	0	12	2	12	18	1	2	1	1	8	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	
0	4	0	0	6	1	43	1	9	1	1	0	0	5	2	6	2	6	0	2	4	15	5	2	3	3	4	7	5	7
1	4	7	1	2	3	2	3	1	3	1	0	9	23	6	0	9	2	1	0	3	6	1	24	0	0	2	51	1	10
13	1	16	1	0	1	3	7	2	9	4	8	1	10	1	3	0	1	2	1	1	1	1	4	12	1	2	3	1	1
4	3	2	3	15	1	1	1	5	1	8	3	5	9	0	2	0	1	9	1	4	0	3	1	1	1	9	1	0	1
0	0	2	1	0	9	11	6	9	2	6	4	3	2	3	2	1	3	1	0	1	1	5	1	1	9	1	1	1	3

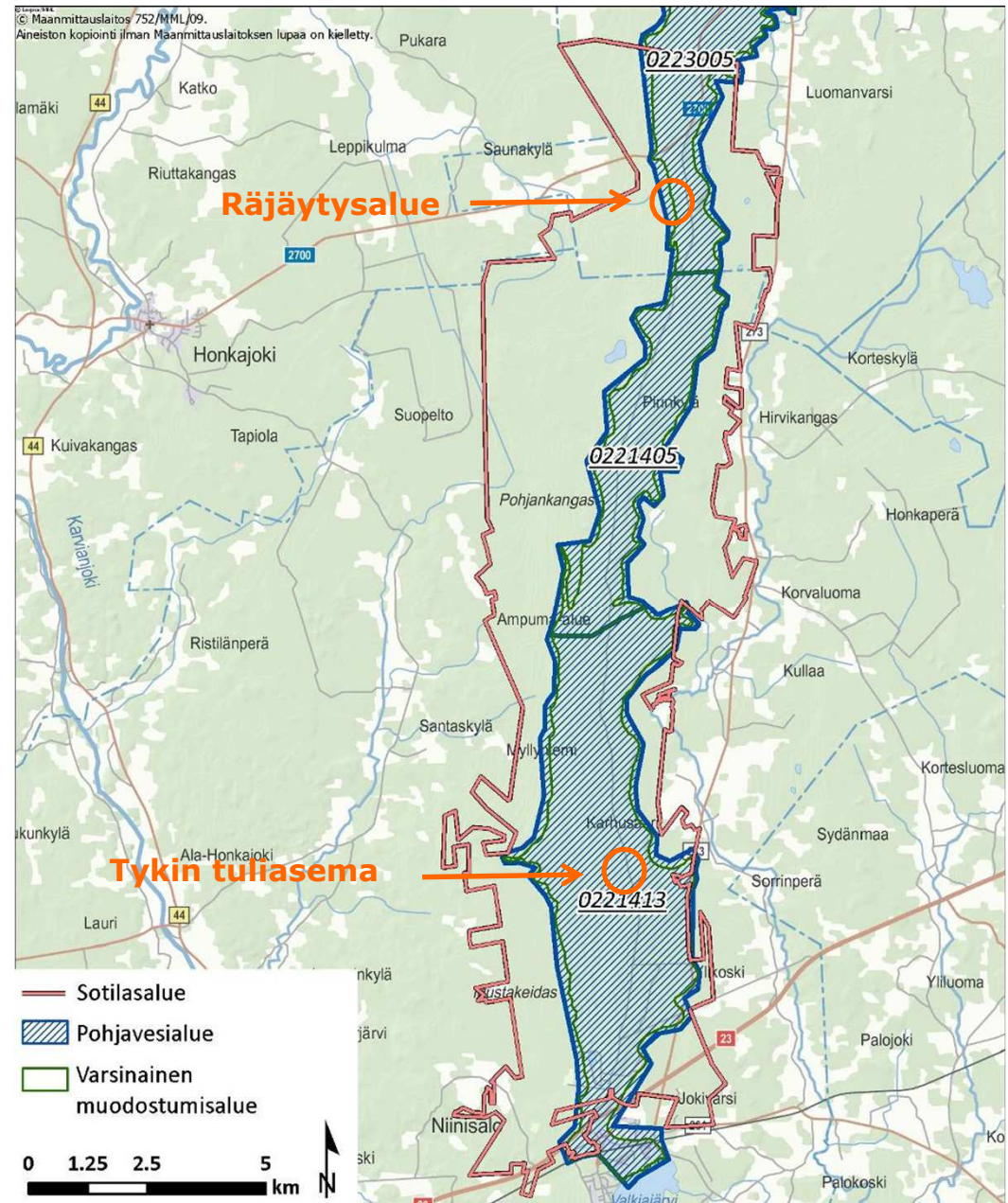
...Entä jos olis tehty MONO-tutkimus?

- Koko alue on yksi arviointi/näytteenottoalue.
- Jos alkuperäiset näytteet olisivat olleet osanäytteitä, MO-näytteen pitoisuus olisi ollut "4,5".
- Kun raja-arvo oli "10", → ei olisi ollut kunnostustarvetta!
- Entä jos vihreällä rajatut ruudut olisivat jokainen oma arviointialueensa? Esim. tontteja? → Osalla kunnostustarve, osalla ei.
- Entä jos raja-arvo olisi ollut 5? → Virhemarginaali? → Lisätutkimuksia?

0	14	14	0	1	10	6	1	2	5	1	6	4	1	2	1	2	1	4	0	4	6	4	8	7	2	1	3	5	4
1	6	1	0	0	2	0	3	1	0	15	12	0	3	1	3	2	12	2	5	9	8	41	1	11	3	2	1	2	2
1	1	28	1	12	1	0	3	3	2	5	6	3	1	0	2	8	1	8	1	1	1	6	3	1	1	9	1	18	0
3	1	18	5	0	3	3	8	3	3	11	1	0	11	1	4	1	0	9	2	2	2	1	11	4	1	2	1	1	2
5	7	1	1	6	5	3	0	2	1	7	1	4	0	7	13	2	0	48	1	1	4	1	1	3	1	3	3	2	1
8	10	1	5	5	4	1	16	1	1	1	0	2	2	2	1	3	3	1	3	6	0	1	0	3	1	3	1	28	10
2	9	1	2	7	15	0	0	0	1	0	9	6	2	10	4	0	11	2	1	1	0	2	2	4	2	5	0	5	1
4	0	5	1	4	36	2	12	1	8	0	1	1	5	13	1	0	3	9	1	2	1	27	2	99	0	2	2	12	2
0	18	1	1	1	1	11	3	2	4	3	11	0	3	0	0	2	11	8	18	3	3	1	1	2	33	1	1	4	5
3	6	19	11	6	1	5	0	1	8	14	5	5	1	1	1	12	1	5	2	2	2	3	0	2	0	2	4	2	2
0	3	4	29	9	4	2	2	1	6	10	1	1	7	1	1	63	5	3	0	3	2	1	0	1	2	6	1	3	5
2	4	11	4	1	8	7	2	5	2	5	1	4	54	1	3	2	1	2	2	26	8	2	2	0	2	2	1	5	1
1	1	1	6	0	6	19	2	24	1	5	1	0	6	1	1	1	14	17	8	1	9	1	2	4	1	5	1	5	1
5	1	0	23	0	13	2	1	50	2	1	0	3	1	1	2	4	0	3	1	4	6	5	7	28	46	1	2	6	11
0	3	0	0	4	2	2	6	1	4	2	0	1	2	5	2	4	1	0	2	1	1	1	1	1	1	1	1	37	1
0	3	1	1	4	3	7	23	1	1	7	6	3	1	1	2	2	0	0	1	2	3	16	2	11	1	3	1	1	4
2	2	14	6	13	0	0	3	1	52	2	7	7	2	1	11	5	0	4	5	0	6	2	5	1	7	2	5	4	2
33	2	3	3	1	1	1	5	14	1	16	1	1	7	2	2	3	0	2	1	2	1	1	2	1	1	4	2	1	0
4	24	1	6	2	3	23	1	1	6	0	1	0	1	19	14	21	0	1	2	11	1	0	5	2	5	1	1	6	3
11	1	4	2	6	6	5	1	9	1	2	1	2	2	1	43	5	1	2	9	3	1	11	2	0	2	0	0	3	1
1	7	22	1	4	0	1	1	3	2	2	1	56	1	3	1	1	3	6	3	99	2	2	6	14	4	1	2	1	12
0	5	2	1	5	1	1	7	18	18	2	2	20	5	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	2	4	9	0	1	0
1	7	1	0	2	2	13	20	1	43	10	4	2	4	3	4	1	6	17	4	1	8	2	0	13	1	5	1	38	14
2	1	9	5	2	5	15	0	4	5	4	2	1	10	1	2	2	1	8	0	1	0	2	7	16	9	0	4	4	1
5	1	1	1	13	31	1	3	8	1	0	2	0	10	1	1	3	1	2	7	0	1	3	2	6	2	4	1	0	6
0	4	2	1	3	1	1	3	2	15	12	8	3	1	1	21	2	5	3	2	4	25	9	1	4	7	3	5	1	12
14	1	5	1	9	11	3	2	1	4	5	5	4	8	1	2	0	2	1	0	13	1	28	1	3	1	1	10	3	3
1	1	1	5	5	5	0	2	4	4	9	4	10	4	2	7	2	0	0	8	2	1	3	1	5	1	4	4	0	2
5	6	16	7	2	4	3	1	12	1	0	0	1	2	1	25	1	20	1	13	2	6	3	3	1	14	8	3	0	1
9	12	2	20	11	1	15	4	0	16	1	1	1	4	0	0	2	2	5	13	2	1	5	2	11	10	3	30	0	1
1	4	7	23	7	2	3	2	1	4	1	23	0	2	1	7	10	1	6	1	4	14	1	0	3	1	8	1	4	2
5	1	5	31	2	2	9	2	1	2	8	1	4	0	2	3	4	2	2	6	1	0	0	4	1	8	5	8	1	2
4	9	2	3	4	6	1	6	7	6	4	5	1	1	12	3	1	0	2	20	37	2	0	5	1	2	0	3	1	5
10	0	7	1	18	11	4	0	3	5	0	1	0	1	1	2	0	4	34	2	3	4	2	2	2	3	1	21	1	4
10	3	18	1	0	0	16	5	0	0	0	12	2	12	18	1	2	1	1	8	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1
0	4	0	0	6	1	43	1	9	1	1	0	0	5	2	6	2	6	0	2	4	15	5	2	3	3	4	7	5	7
1	4	7	1	2	3	2	3	1	3	1	0	9	23	6	0	9	2	1	0	3	6	1	24	0	0	2	51	1	10
13	1	16	1	0	1	3	7	2	9	4	8	1	10	1	3	0	1	2	1	1	1	1	4	12	1	2	3	1	1
4	3	2	3	15	1	1	1	5	1	8	3	5	9	0	2	0	1	9	1	4	0	3	1	1	1	9	1	0	1
0	0	2	1	0	9	11	6	9	2	6	4	3	2	3	2	1	3	1	0	1	1	5	1	1	9	1	1	1	3

Case Pohjankangas

- Ampuma- ja harjoitusalue lähes pohjois-eteläsuuntaisella harjulla
- I-luokan pohjavesialue
- Toimintoja: sinkorata, puolustusampumaharjoitus-alue, käsikranaatin heittopaikka, **räjäytysalue**, asutuskeskusrata, **tykkien tuliasemia**, maalialue (Peijarinneva), liikemaalirata, panssariajoneuvojen harjoittelualue, kuorma-ammuskenttä, herätesytytinkenttä, kouluampumarata, koeampumalaitos sekä leiri- ja varastoalueet.



Yleistä tutkimussuunnittelusta

- **Tavoitteenasettelu:**
 1. Mitä tutkimuksella halutaan selvittää?
 2. Mikä on tutkittava näytteenottoalue?
 3. Kuinka paljon varmuutta vastaukseen halutaan? Mikä on suurin hyväksyttävä virhe?→ *Edustava* näyte.
- **Näytteenottosuunnitelma** laaditaan aina kohdekohtaisesti.
 - Esim. maasto, maa-aines ja näytteenottoalueen rajat saattavat hahmottua vasta maastossa.
 - **Käytännön näytteenottokokemukset** tuovat lisää tietoa toteutuksesta.



Tavoitteenasettelu: 1. Mitä tutkitaan?

- Mihin kysymykseen tutkimustulosten pitää vastata?
 - **Tässä kohteessa:**
 - **Onko toiminnasta aiheutunut maaperään kohonneita haitta-ainepitoisuuksia?**
 - **Mikä on toiminnan vaikutusalue?**
- Muissa tapauksissa mahdollisia kysymyksiä:
 - Ylittääkö alueen X keskiarvopitoisuus tietyn rajan?
 - Mille osa-alueille kunnostustoimenpiteet kohdennetaan?
 - Onko kunnostuksen tavoitepitoisuudet saavutettu?

*A problem well stated is a
problem half solved.*

Bernard Baruch



Tavoitteen asettelu: 2. Näytteenottoalueen määrittely

- Millainen on altistumistapahtuma, miten/mistä/milloin kulkeutumista tapahtuu?
- Näytteenottoalue
 - Mikä/kuka on altistuja → millä alueella altistuja liikkuu? **Alueella harjoituksiin osallistuvat henkilöt ja muulloin alueella liikkuvat eläimet.**
 - Miltä alueelta kulkeutumista voi tapahtua? **Koko toiminnan vaikutusalueelta, pohjaveden muodostumisaluetta.**
 - **Näytteenottoalue on käytännössä koko toiminnan vaikutusalue. Näytteenottoalueita toistensa ympärille vyöhykkeittäin vaikutusalueen selvittämiseksi.**
 - Joskus voi rajaava tekijä olla myös esim. tonttiraja.

- **Näytteenottoalueen sisällä olevilla pitoisuusvaihteluilla ei ole asetettujen tavoitteiden perusteella merkitystä altistumisen, kulkeutumisen tai muiden tarkasteltavien tekijöiden perusteella.**
- **Tavoitteena on selvittää näytteenottoalueen keskiarvopitoisuus.**

Tavoitteenasettelu: 3. Varmuus / tarkkuus

- Perusvirhe (FE) ja ryhmittymis- ja erottumisvirhe (GSE) liittyvät sekä näytteenottoon kentällä että analysoitavan näytteen valmistamiseen laboratoriossa.
- Vähintään tarvittavan analysoitavan näytteen määrä/raekoko lasketaan kaavalla $m = 20d^3/FE^2$.
- Maastossa näytettä tulee yleensä aina reilusti enemmän kuin tarvittava minimimäärä. Maastossa on sen sijaan tärkeää pienentää GSE:tä, ottamalla riittävän monta osanäytettä (vähintään 30) tasaisesti.
- FE:n pienentäminen on erityisen tärkeä vaihe laboratoriossa. Jos 95%:n varmuudella FE enintään 15% $\rightarrow$ 2 mm:n raekoolla näytettä pitää olla 25 g. Jos näytemäärää halutaan pienentää, tästä pienempään raekokoon näyte pitää murskata/jauhata, tästä pienemmäksi ei saa enää seuloa. Homogenisointi esim. asetoniin liuottamalla on myös mahdollista. Sekoittaminen ei ole homogenisointia.
- Kentällä kerätyn näytteen maksimiraekoko oli noin 4-5 mm.
- Tässä tutkimuksessa oli mukana kaksi laboratoriota. Toinen laboratorioista teki asetonislurryn. Toisessa laboratoriossa näyte seulottiin ja murskattiin 1 mm raekokoon ja analysoitava näyte oli 2 g.
- **Laboratorion kanssa tärkeää keskustella ja sopia menetelmät etukäteen!**



Näytteenottosuunnittelu

Yleisiä huomioitavia asioita:

- Onko näytteenottoalue iso? Onko näytteenottoalueita useita? Ovatko ne kaukana toisistaan? Onko niitä vaikea löytää/hahmottaa maastossa? → Näytteenotolle varattava aika? Yksi vai kaksi näytteenottajaa?
- Näytteenottoruudukon / näytteenottolinjan merkitseminen maastoon?
- Näytteenottosyvyys? Pintanäyte 0-5 cm, vai 0-10 cm syvyydeltä? Halutaanko selvittää myös syvyysulottuvuutta? → Näytteenotolle varattava aika?
- Näytteenottoväline? → Millä saadaan paras otos haluttavasta populaatiosta joka osanäytteeseen? Millä saadaan riittävän paljon näytettä? Mikä on nopeinta? Mikä on näytteenottajalle ergonomista?
- Samanaikaisesti rinnakkaisnäytteen otto?
- Tehtävät analyysit? Haihtuvia hiilivetyjä → metanolikestävöinti?

Case-kohteessa lisäksi:

- Alueelle pääsy?
- Talvi (lunta ja pimeää).
 - Löytyykö alueet?
 - Miten ne pystyy rajaamaan?
 - Onko lunta liikaa?
 - Riittääkö päivänvalo?



Case: tutkimuskohteet

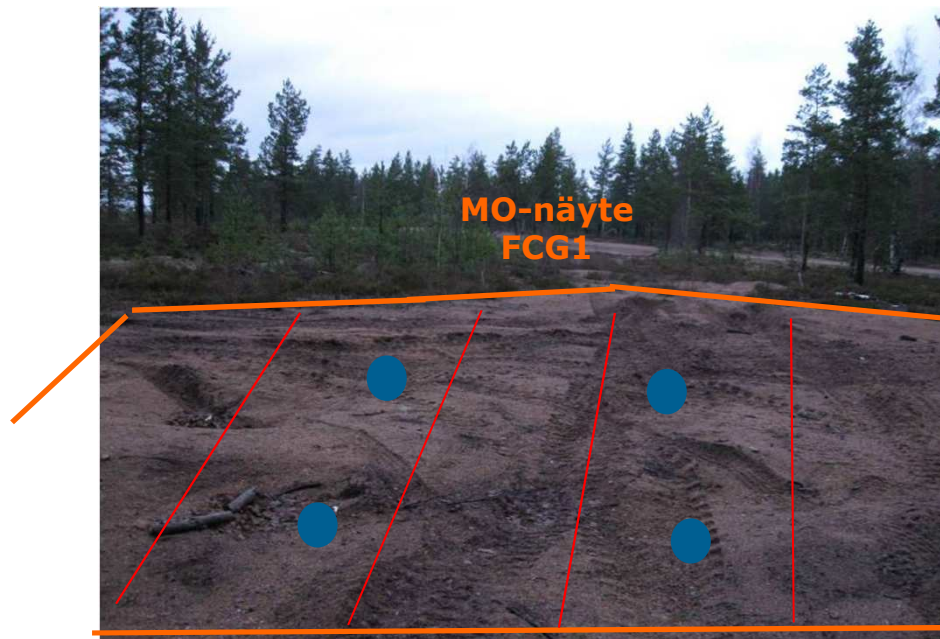
- Tykin tuliasema
 - Ampuma- ja harjoitusalueella on useita, laajoja, tyypillisesti tykin tuliasemina käytettyjä alueita.
 - Samalla alueella on myös panssarivaunujen ammuntojen harjoittelua.
 - Tykkiammunnoista maaperään voi päätyä ruudin ainesosia.
 - Tutkittavaksi valittiin yksi usein käytetty tuliasemana.
 - Näytteenottoalue on maastosta erottuva kenttä-alue.
- Räjäytysalue
 - Räjäytysalue on maastossa selvästi erottuva halkaisijaltaan noin 15 m alue, jossa maanpinta on voimakkaasti muokkautunut.
 - Alueen ympärillä on noin 5 m leveä sammaleinen vyöhyke.
 - Alueella käytetään räjäytysharjoituksissa TNT:tä.



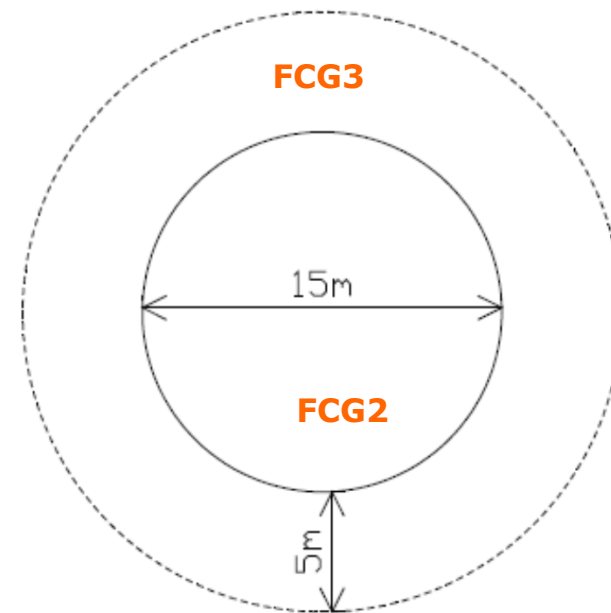
Case: Näytteenottosuunitelma

TYKIN TULIASEMA

RÄJÄYTYSALUE



**"Perinteiset" näytteet
P1-P4**



Analyysit

- Metallit: Al, Sb, As, Hg, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Mn, Mo, Ni, Zn, V
- P, N
- pH
- Räjähdyksaineet ja ruudin ainesosat:
 - 2,4,6-trinitrotolueeni (TNT)
 - heksogeeni (RDX)
 - oktogeeni (HMX)
 - 2,4-dinitrotolueeni (2,4-DNT)
 - 2,6-dinitrotolueeni (2,6-DNT)
 - 2-amino-4,6-dinitrotolueeni (2-AT)
 - 4-amino-2,6-dinitrotolueeni (4-AT)
 - 1,3-dinitrobentseeni (DNB)
 - trinitrobentseeni (TNB)
 - nitroglyseriini (NG)
 - etyyliisentriliitti (EC)
 - difenyyliamiini (DFA)
- Lisäksi tykin tuliasemalta öljyhiilivetyjen C5-C10 pitoisuudet



Tykin tuliasema...

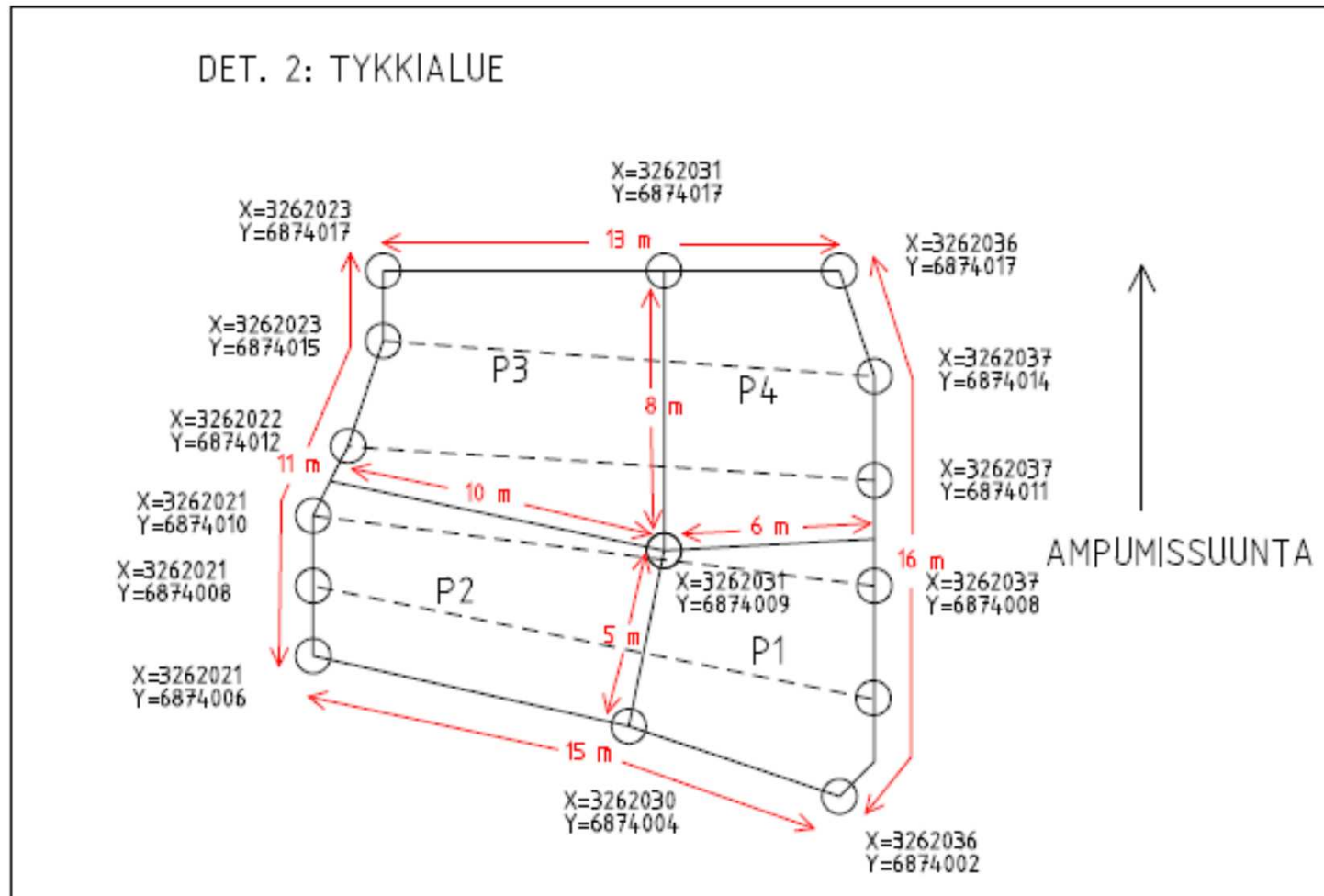
...suunnitteluvaiheessa



...näytteenottovaiheessa



Toteutunut näytteenotto, tykin tuliasema



Tulokset, tykin tuliasema

	Perinteiset näytteet, mg/kg				MO-näyte, mg/kg
	P1	P2	P3	P4	FCG1
C10-C21	60	<50	50	60	<50
C21-C40	70	<50	60	60	<50
N	0,86	0,88	0,7	0,97	0,67
P	190	190	180	180	180
TNT	8	0,1	0,4	0,4	0,2
2,4-DNT	0,2	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
2-AT	14	2	4	4	2
4-AT	6	1	2	6	2

- Vna-metallipitoisuudet alittivat kynnsarvot sekä perinteisissä, että MO-näytteissä.
- Alumiini ja mangaani luontaisella tasolla, molybdeenin alle määrittämissä.
- Suurin osa analysoiduista räjähdysaineista ja ruudin ainesosista alitti määrittämissä.

Räjätysalue...

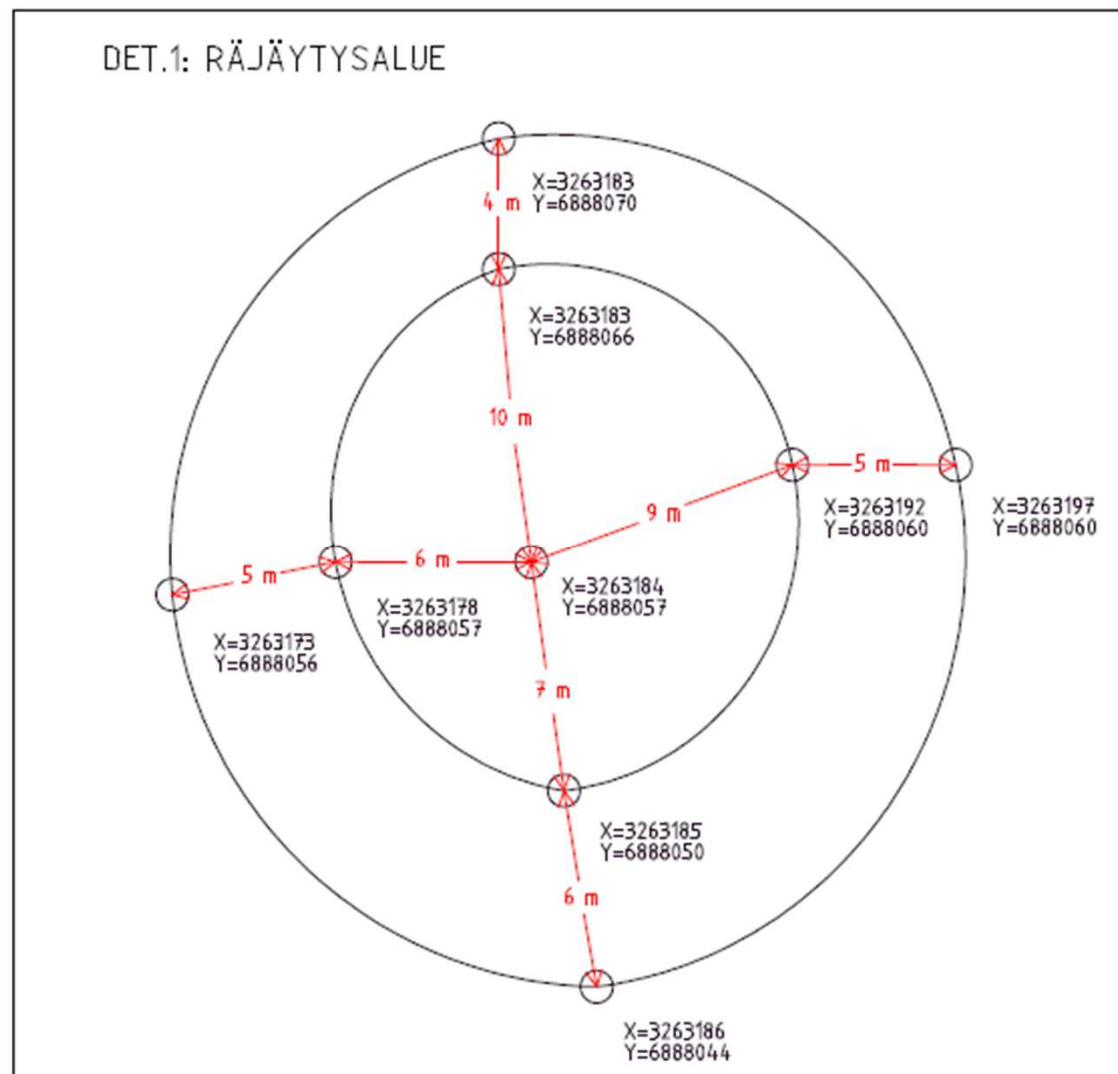
...suunnitteluvaiheessa



...näytteenottovaiheessa



Toteutunut näytteenotto, räjäytysalue



Tulokset, räjäytysalue

	FCG2, mg/kg	FCG3, mg/kg
N	0,48	0,4
P	210	230
TNT	110	30
2,4-DNT	1	0,6
2,6-DNT	0,2	0,1
2-AT	40	30
4-AT	50	40

- Vna-metallipitoisuudet alittivat kynnysarvot.
- Alumiini ja mangaani luontaisella tasolla, molybdeenin alle määrittämissä rajat
- Suurin osa analysoiduista räjähdysaineista ja ruudin ainesosista alitti määrittämissä rajat

Tulosten tulkintaa

- Tykin tuliasema
 - Havaittavissa pieniä määriä räjähdysaineita. Ruudin ainesosista todettiin vain DNT:tä (voi olla myös TNT:n hajoamistuote).
 - Yhdessä yksittäisessä näytteessä pitoisuudet selvästi korkeampia kuin kolmessa muussa. MO-näytteen perusteella ko. kohonnut pitoisuus ei edusta merkittävää aluetta/massamäärää.
- Räjätysalue
 - TNT-pitoisuudet alueen keskellä korkeita, ulommalla vyöhykkeellä selvästi pienempiä.



Tulosten tulkintaa: viitervoja

- Suomessa ei ole määritetty räjähdysaine- ja ruutipitoisuuksille pilaantuneisuuden vertailuarvoja.
- Norjassa FFI (Forsvarets Forskningsinstitut, Norwegian Defence Research Establishment) määritetyt hyväksyttävät pitoisuustasot (mg/kg) räjähdysaineille eri maankäyttömuodoissa (luokat 1-5).

Räjäh-dysaine	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3	Luokka 4	Luokka 5
TNT	<1,0	1,0-3,4	3,4-100	100-200	200-2500
RDX	<0,8	0,8-3,9	3,6-100	100-200	200-3000
HMX	<70	70-135	135-500	500-1000	1000-3000
TNB	<30	30-80	80-200	200-400	400-1000
Tetryl	<9,0	9,0-28	28-200	200-500	500-3000
DNB	<0,02	0,02-0,6	0,6-47	47-76	76-1000
2,4-DNT	<0,8	0,8-2	2,0-200	200-400	400-1000
2,6-DNT	<0,4	0,4-0,9	0,9-100	100-170	170-1000
ADNT	<0,02	0,02-0,8	0,8-100	100-200	200-3000

Taulukossa esitetyt luokat 1-5 edustavat seuraavia maankäyttömuotoja:

Luokka 1: rajoittamaton käyttö

Luokka 2: asuinalueet, leikkipuistot, uimarannat

Luokka 3: kaupunkialueet ilman asutusta; kadut, torit, kulkureitit

Luokka 4: teollisuusalueet, rautatiet ja pääväylät

Luokka 5: jätteenkäsittelyalueet

Käytännön huomioita

- Näytteenotto ja sen valmistelu vie paljon aikaa.
- Mukaan tarvitsee aika paljon tavaraa...
- Lumi ei estä näytteenottoa, mutta hidastaa sitä huomattavasti ja vaikeuttaa kohteen paikantamista ja arviointialueen rajojen hahmottamista.
- Näytteenottoruudukon tai –vyöhykkeiden nurkat on näppärää mitata käsi-GPS:llä.
- Jos / kun ensimmäisissä MONO-tutkimuksissa halutaan tehdä vertailun vuoksi myös perinteisiä yksittäisiä näytepisteitä, pitää varata aikaa ja kuljetustilaa tuplasti...
- **Vaatii hyvin paljon yhteydenpitoa analysoivan laboratorion kanssa.**



MONO: muita käytännön sovelluskohteita

- Parhaiten sovellettavissa maanäytteenotossa kun tiedetään, että alueella on haitta-aineita maan pintakerroksessa, esim:
 - Ampumaradat
 - Kauppapuutarhat
 - Saha-alueet
 - Teollisuuslaitosten ilmalaskeuma-alueet
- Menetelmää voidaan soveltaa myös vesinäytteenotossa!
- Sedimenttinäytteenotto.
- Menetelmää voidaan soveltaa myös kerroksittain tapauksissa, joissa haitta-aineita ulottuu syvälle; 50 osanäytteistä kootut näytteet kuitenkin edellyttää 50 tutkimuspistettä.
- Yksittäiset näytepisteet edelleen tarpeellisia monissa kohteissa!

MONO: esimerkkejä muista mahdollisista arviointialueista



**Kunnostusmonttu,
jäännöspitoisuusnäytteenotto**



Ampumarata

MONO: esimerkkejä muista mahdollisista arviointialueista



Saha-alue

Kiitos!

