

ATV Jord og Grundvand.
05.11.2020

Prøvetagnings- og analyseusikkerheder i forbindelse med kortlægning
af jordforureninger på større industrigrund.
Konsekvenser for klassificering

udviklingschef Peter Mortensen, Eurofins Miljø A/S

Bo Svensmark; Lektor emeritus, Kristina Dicoová, M.Sc., PLEN Københavns Universitet

Signe Vork, Eurofins Miljø A/S, Martin Jacobsen, Københavns Kommune, Nemanja Milosevic, MOE A/S,

Gandalf projektet:

- 4 årigt udviklingsprojekt støttet af Innovationsfonden
- Udvikling mhp at øge kvaliteten og anvendeligheden af jordprøver
- Prøvetagningsmetodik, analysemetoder, datastorage og dataformidling



InnovationsFonden
FORSKNING, TEKNOLOGI & VÆKST I DANMARK



Department of
Plant and
Environmental
Sciences



KØBENHAVNS KOMMUNE



Danmarks Miljøportal
Data om miljøet i Danmark



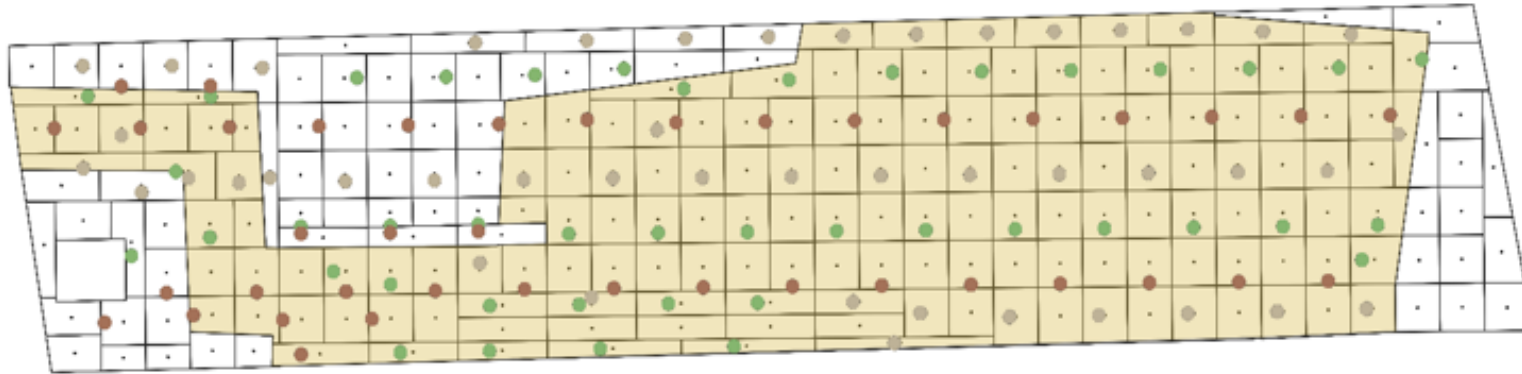


Billeder fra: Københavnerkortet



Strandlodsvej 11

- Industriområde gennem mange årtier
- Registreret som forurenet område
- Har været anvendt til mange formål:
 - Sadolin & Holmblad har brugt området gennem mere end 30 år (1950-1980)
 - Indtil 2017 desuden anvendt af forskellige mindre industrivirksomheder (maskinfabrik, limfabrik, snedkerværksted, sprøjtemaler)
 - Oplag af produktionskemikalier, batterisyre m.m.
- Områdets størrelse: 9600 m²
- Fremtidig anvendelse: Boligbyggeri ("GreenSquare Garden")



Standard samples:

- Sampling depth 3 m
- Sampling depth 1m
- Center

Extra samples:

- 1m from center
- 2m from center
- 3m center

Prøvetagningsstrategi:

1. Ordinære prøver: Antal og placering fastlagt af rådgiver
2. Supplerende prøver: Fastlagt af projektet

Datasæt

- Ca. 1500 ordinære prøver
- 248 supplerende prøver udtaget i 1 – 3 meters afstand fra ordinær prøve
- 28 sæt dublikatprøver af ordinære prøver

Analyseprogram

- Jordpakken (kulbrinter, PAH'er, metaller): alle prøver
- ChemfingSoil (FID, kildeidentifikation): 250 udvalgte prøver
- ChemfingSoil+ (MS, udvidet PAH analyse): 250 udvalgte prøver
- GC MS Scan (and 2D GC): 25 udvalgte composite samples



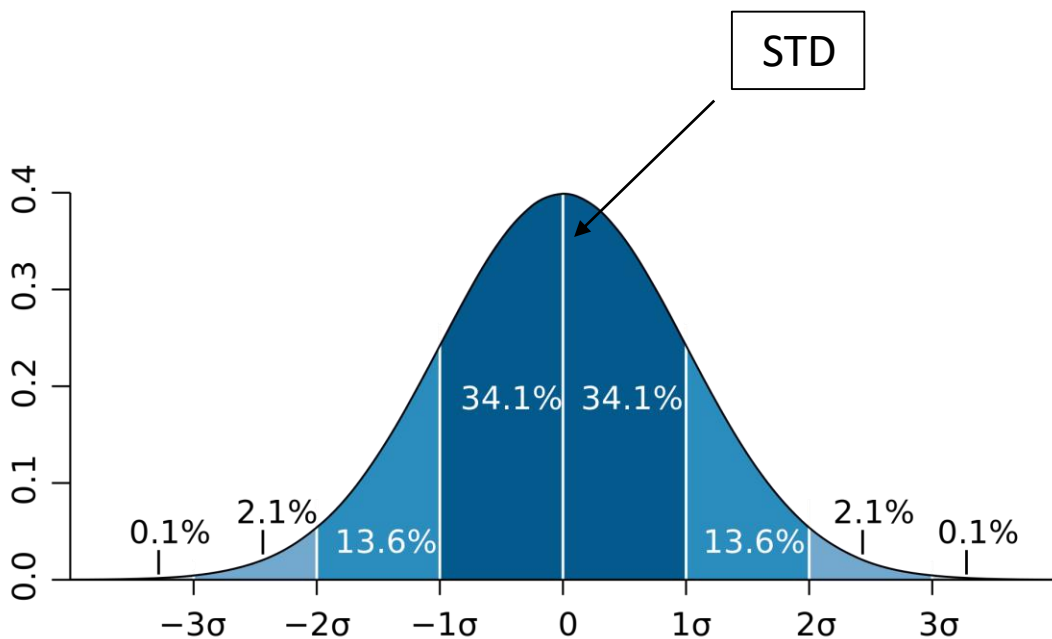
Analyseprogram

- Jordpakken (kulbrinter, PAH'er, metaller): alle prøver
- ChemfingSoil (FID, kildeidentifikation): 250 udvalgte prøver
- ChemfingSoil+ (MS, udvidet PAH analyse): 250 udvalgte prøver
- GC MS Scan (and 2D GC): 25 udvalgte composite samples



Hvor stammer usikkerhed fra i forbindelse med jordprøvetagning og analyser?

$$S_{\text{total}} = S_{\text{prøvetagning}} + S_{\text{analyse}} + S_{\text{emballage}} + S_{\text{transport}} +$$



Kun tilfældige fejl!

Analysebidraget fremgår af certifikatet

- K=2 niveau
- Ikke konstant i hele måleområdet

Antagelse: kun prøvetagning og analyse betyder noget for den samlede usikkerhed

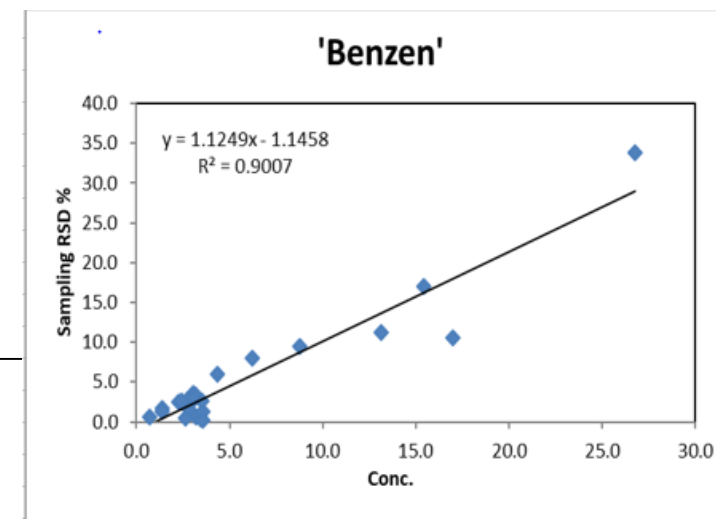
Beregning af $S_{\text{prøvetagning}}$:

$$\text{PrøvetagningRSD} = \sqrt{\text{TotalRSD}^2 - \text{AnalyseRSD}^2}$$

Total RSD bestemt ud fra dublikatsæt

Dublikatsæt udtaget ved nedboring umiddelbart ved siden af 1. prøve.

”Total RSD” for hver enkeltparameter bestemt ved hældningskoefficient af linear regression af STD plottet mod middelværdi af datasæt.



Hvor store er de beregnede prøvetagningsusikkerheder så?

Benz(a)pyren

Total	Analyse	Prøvetag.
RSD%	RSD%	RSD%
69	17	67



Benzen

Total	Analyse	Prøvetag.
RSD%	RSD%	RSD%
110	11	109

m+p Xylen

Total	Analyse	Prøvetag.
RSD%	RSD%	RSD%
114	11	113

Kobber

Total	Analyse	Prøvetag.
RSD%	RSD%	RSD%
105	15	104

Bly

Total	Analyse	Prøvetag.
RSD%	RSD%	RSD%
71	15	69

Zink

Total	Analyse	Prøvetag.
RSD%	RSD%	RSD%
52	15	50

Gennemsnit for alle parametre: RSDtotal = 69%

Hvor stor må usikkerheden på prøvetagningen være for en given samlet usikkerhed?

Total RD %	Analytical RSD %	Sampling RSD %	Sampling/Total
200	17	199	1.00
150	17	149	0.99
100	17	99	0.99
80	17	78	0.98
70	17	68	0.97
60	17	58	0.96
50	17	47	0.94
40	17	36	0.91
30	17	25	0.82
20	17	11	0.53

Eksempel:

Et ønske om en samlet usikkerhed på f.eks. 40% vil kræve en maksimal prøvetagningsusikkerhed på 36%

Konklusion:

1. Prøvetagningsusikkerheden er bestemmende for den samlede usikkerhed
2. Den analytiske usikkerhed er begrænset (eksemplerne er desuden worst case)
3. Øvrige bidrag til tilfældige fejl er sandsynligvis marginale i forhold til bidrag fra prøvetagningen

Reduktion af usikkerheden ved denne typeundersøgelser skal ske ved reduktion af prøvetagningsusikkerhed!

Muligheder f.eks.:

- mere fintmasket prøvenet,
- composit sampling (ikke-flygtige komponenter),
- opfølgende prøvetagning i delområder, hvor misklassifikation kan have væsentlige konsekvenser

Klassificering af jordprøverne fra grunden

”Håndtering af forurenede jord på Sjælland”, juli 2004

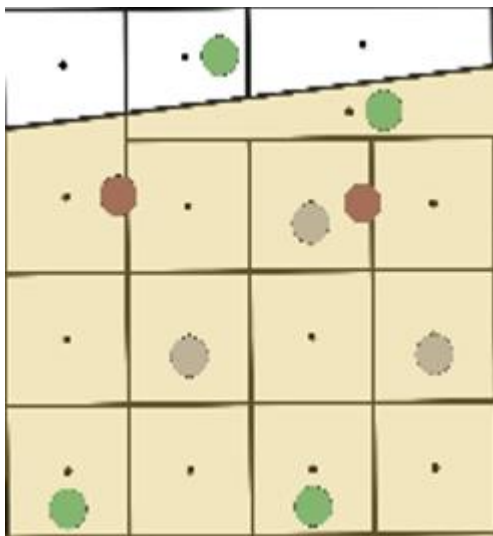
- Klasse 0: Uforurenede
- Klasse 1: Let forurenede
- Klasse 2: Lettere forurenede jord
- Klasse 3: Forurenede jord til rensning eller deponering
- Klasse 4: Kraftigere forurenede jord til rensning eller efterfølgende deponering

Højeste klasse for enkeltkomponenter er anvendt til klassificering af prøven.

Klassificering af jordprøverne fra grunden: Alle afstande og dybder

Klassificering	Frekvens
0	18%
1	11%
2	20%
3	12%
4	39%

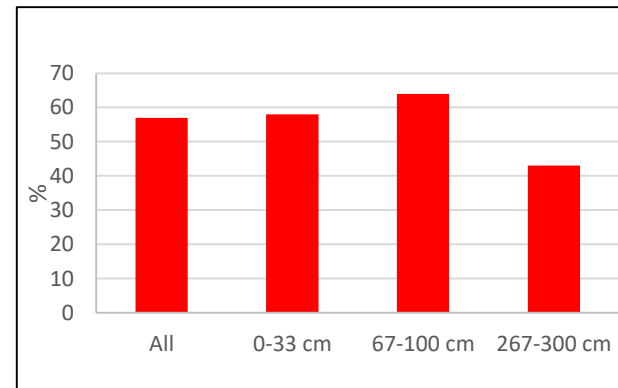
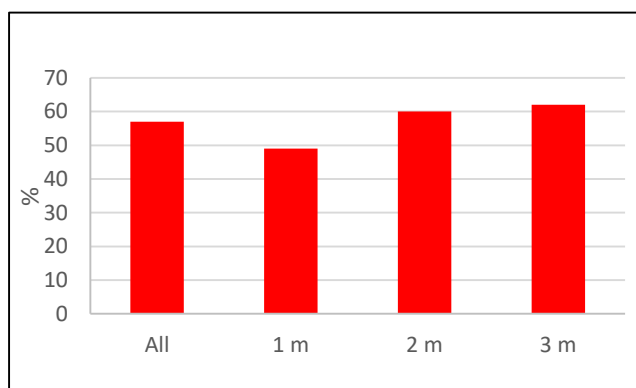
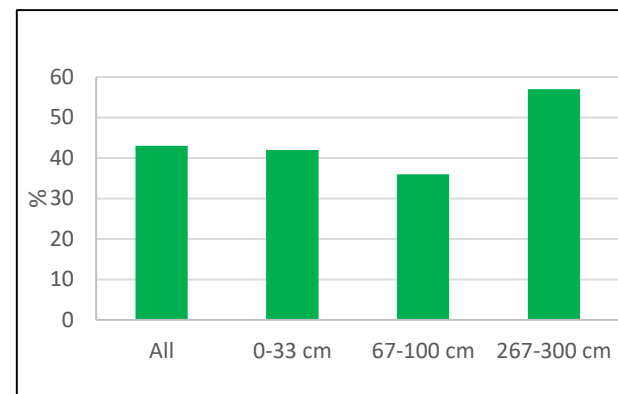
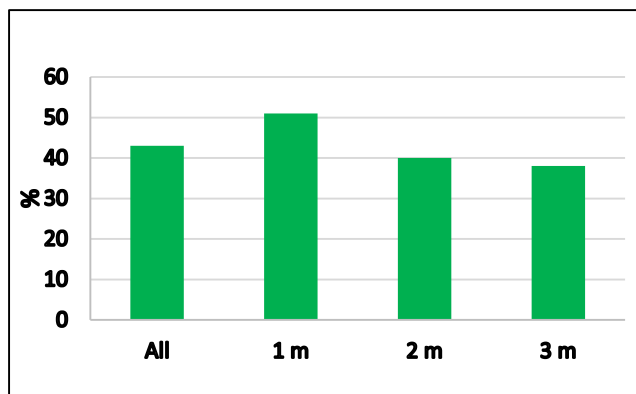
Klassificering af jordprøverne fra grunden: Alle afstande og dybder



Difference	Antal	Frekvens %
-4	2	1
-3	3	1
-2	18	7
-1	38	15
0	106	43
1	57	23
2	14	6
3	10	4
4	0	0
SUM	248	

Difference	Antal	Frekvens %
0	106	43
1	95	38
2	32	13
3	13	5
4	2	1
SUM	248	

Hvad betyder afstand og dybde for klassificeringssikkerheden?



Konklusion:

1. Der er en betydelig variation i klassifikationen af jordprøver udtaget indenfor det samme felt på ca. 7 x 7 m.
2. 43% viser overensstemmelse mellem to prøver fra samme felt.
3. Afvigelser på 2 eller flere trin forekommer i 20% af tilfældene.
4. Selv tæt liggende prøvetagningsteder (1 meter) udviser klassificeringsforskelle, som kan være afgørende for den videre behandling af jorden.

Udover den sundhedsmæssige risiko ved "under-klassificering", kan klassificeringsfejl medfører en betydelig økonomisk merudgift til jordhåndtering, transport og evt. opfyldning ved "over-klassificering".

Acknowledgements:

Innovationsfonden

Rådgivere og bygherrer bag GreenSquare Garden projektet.

Projektgruppen bag Gandalf projektet