

# Begravede tønder med kemikalieaffald Tikkende bomber?



*John Flyvbjerg, Region Hovedstaden  
ATV møde om lossepladser 24.09 2020*

EN DEL AF

**GREATER  
COPENHAGEN**

## Tak til mange forskellige bidragsydere...

- *Force Technology*  
Lisbeth R. Hilbert og Torben Jensen
- *Orbicon*  
Kim Haagensen mfl.
- *Rambøll:*  
Jørgen Ringgaard mfl.
- *Nationalmuseet*  
Henning Matthiessen
- *DR P1 – "Efterforskerne"*
- *Region Hovedstaden*  
Nina Tuxen, Rikke M.V. Howitz, Hanne Jørgensen, Mette Dahl, Dorte Jacobsen m.fl.



## Problemstilling:

- Standard undersøgelser giver et øjebliksbillede af forurenings-situationen – som så er udgangspunktet for risikovurderinger
- Hvordan skal vi risikovurdere ift. en forurening, som endnu ikke er opstået (kemikalieaffald indkapslet i beholdere)?

## Disposition:

- Hvad fortæller øjenvidnerne?
- Hvad ved vi om korrosion af metaller i jord- og grundvandsmiljøer?
- Kan vi ikke bare finde tønderne – og grave dem op?
- Overvejelser vedr. risikovurdering og overvågning af ”tikkende bomber”

## Øjenvidnerne: Sådan foregik dumpningen af kemikalieaffald fra Lars Foss kemi omkring Fredensborg i begyndelsen af 1970'erne

Kilde: Efterforskerne på DR P1 d. 23.10 2017 "Gravkøer leder efter gifttønder"

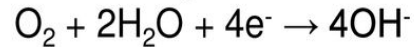


## Hvad er korrosion?

**Anodisk reaktion**, jern nedbrydes og elektroner frigives



**Katodisk reaktion**, elektroner forbruges:

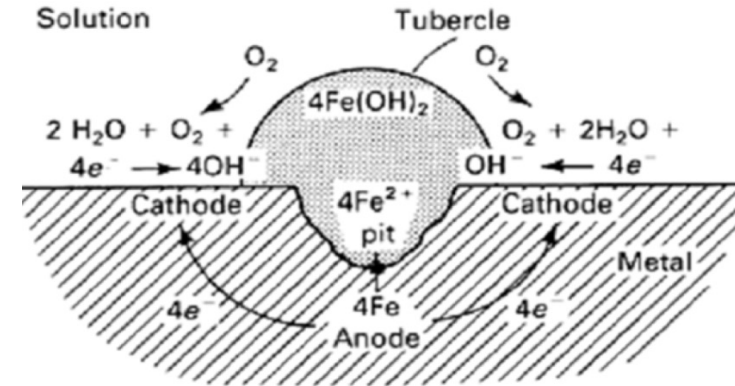


**Sumproces** (rust):



*Påvirkes af en lang række miljøparametre:*

- Redoxforhold
- Fugtighed
- pH og syredannende processer
- Ionstyrke/saltindhold
- Mikrobiel aktivitet
- Udfældninger
- Det indkapslede kemikalieaffald



## **Systematiske studier af korrosion af metaller i jord- og grundvandsmiljøer:**

- Stålkonstruktioner i jord
- Arkæologiske studier
- Deponering af radioaktivt affald i undergrunden

## Våbenofring fra år 450-475 – udgravet fra mose i 1990-1991



Kilde: Nationalmuseet.

Henning Matthiesen, Eva Salomonsen, Birgit Sørensen (2004): The use of radiography and GIS to assess the deterioration of archaeological iron objects from a water logged environment. *Journal of Archaeological Science* 31 (2004) pp 1451-1461

Region Hovedstaden

## Rester af tysk krigsfly, som styrtede ned nordjysk mose i 1944. Opgravet i 2017



Foto: TV2 Nord



## Stålplade med overfladisk rustdannelse og grubetæring



Foto: Force Technology

<b>Materiale</b>	<b>Jordens redox-miljø</b>	<b>Korrosions hastighed (<math>\mu\text{m}/\text{år}</math>)</b>	<b>Tid til gennemtæring af 1 mm plade (år)</b>
<b>Stål</b>	Iltet/oxideret	20 <sup>1</sup> 40 – 80 <sup>2</sup> > 80 <sup>3</sup>	50 13 – 25 < 13
	Iltfrit/reduceret	< 1 <sup>1</sup> 2 <sup>2</sup> 10 <sup>3</sup>	>1000 500 100
<b>Aluminium</b>	Iltet/oxideret	33 -150 <sup>3</sup>	7 – 30
	Iltfrit/reduceret	Samme hastighed som i iltet miljø – eller større	7 – 30
<b>Zink</b>	Iltet/oxideret	5 – 20 <sup>2</sup>	50 – 200
	Iltfrit/reduceret	Samme hastighed som i iltet miljø – eller større	50 - 200

1: Laveste korrosionshastigheder  
2: Middel korrosionshastigheder  
3: Grubetæringshastighed – kan være 5 – 10 gange middel korrosionshastigheden

## Kan man finde tønderne – og grave dem op?

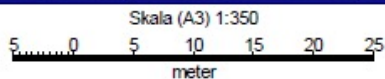
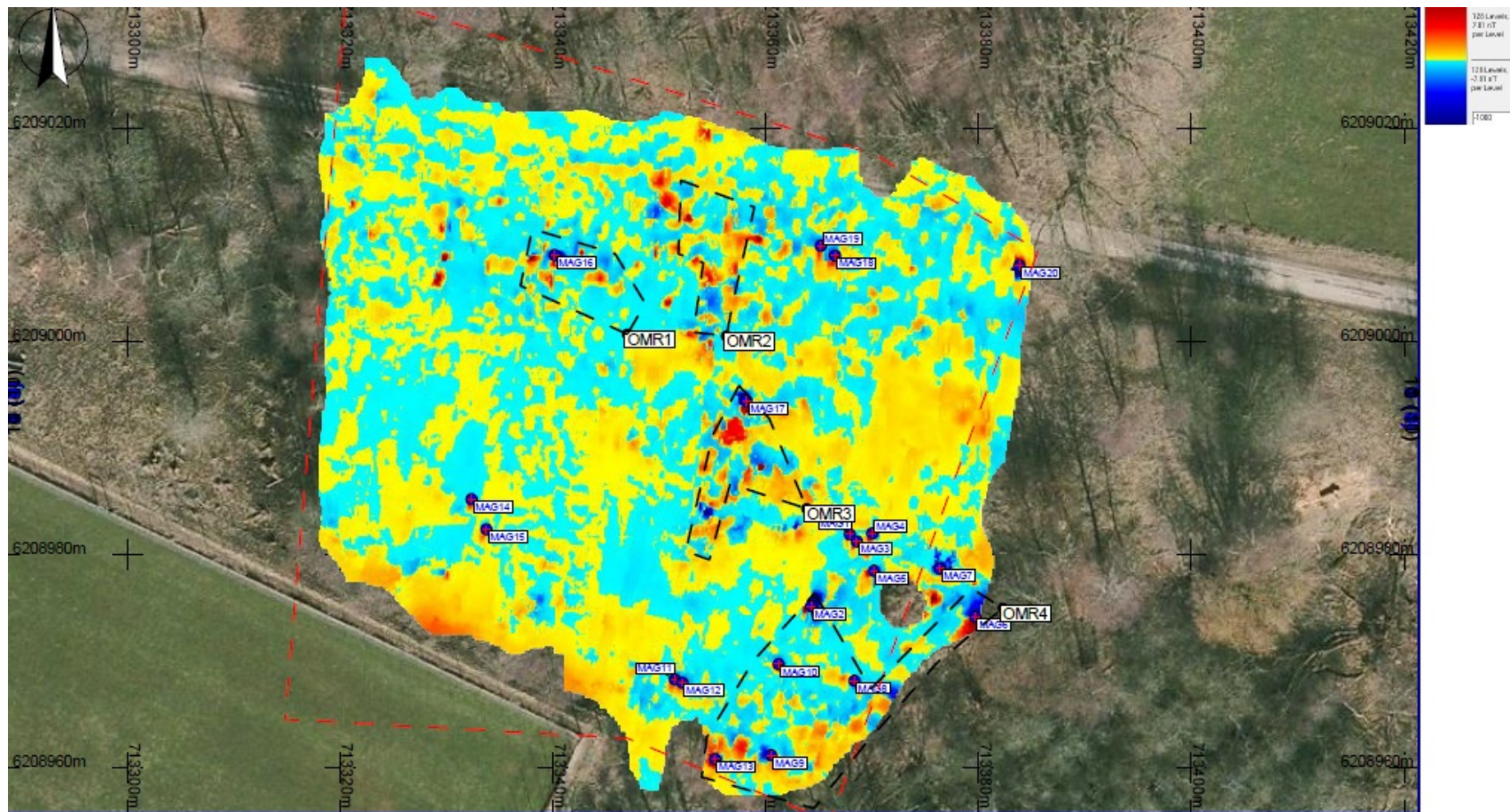
### Case – Kastanievej 42, Fredensborg:

- Gode, pålidelige vidneudsagn om dumpning
- Ingen forurening af betydning i jord og grundvand
  
- Geofysisk undersøgelse
  - Georadar (GRP)
  - Magnetometer (MAG)
  - Metaldetektor (EMD)



Foto: Rambøll

# Geofysiske undersøgelser – Kastanievej, Fredensborg



Geodæsi  
Koordinatsystem: UTM32/ETRS89

Sensor Detaljer  
Positioneringssystemer:  
Trimble SP5855 GNSS med RTK korrektion fra GPSNET  
OXTS Inertial+ Inerti Navigations System

Måleudstyr:  
GPR: 3D Radar GeoScope MkIV med DXG1820 antenne  
MAG: Sensys MXPDA 5 kanals gradiometer array  
EMD: Sensys EMD-2 3 kanals metaldetektor

Rev.	Dato	Tegnet	Kontrol	Godkendt
1	2017-10-17	JRI	RGW	JRI

Projekt nr. 1100005494-007 Skala 1:350 (Papir størrelse A3)

Region Hovedstaden. Kastanievej 42  
MAG med områder

Geofysisk scanning  
efter begravede affaldstønder

**RAMBOLL**

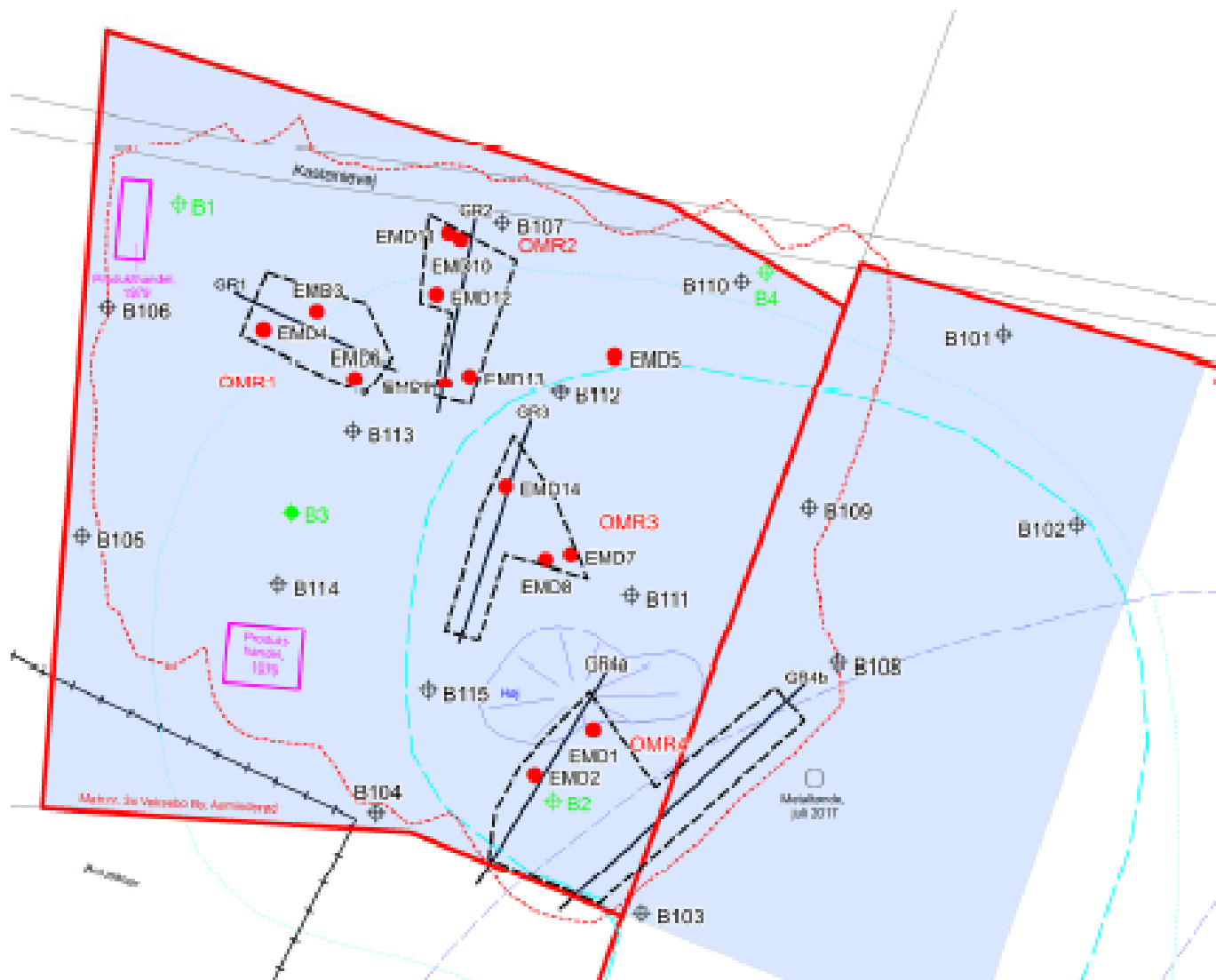
Ramboll Danmark  
Hønnemanns Allé 53  
DK-2300 København S  
Tlf. +45 5161 1000  
Web. www.ramboll.dk

Tegningsnr.  
9

Signatur

- MAG1-MAG20. Punktanomaler fra MAG
- Matrikel 3x
- OMR1-OMR4 Områder med mulige tønder
- Røde farver: høj amplitude. Blå farver: lav/negativ amplitude

# Plan for boringer og graverender – Kastanievej, Fredensborg



# Søgegravninger, Kastanievej, Fredensborg



# Søgegravninger, Kastanievej, Fredensborg



## Overvejelser-1:

### Vurdering af risiko:

- Det forekommer *ikke sandsynligt*, at *alle* tønder dumpet frem til starten af 1970'erne ligger intakte i jorden i dag – fordi:
  - Nogle tønder har formodentlig været utætte, allerede da de blev dumpet
  - Der er gået hul på andre tønder i forbindelse med dumpningen og pga. efterfølgende vand- og jordtryk.
  - Nogle tønder kan have ligget i et iltet miljø i en periode umiddelbart efter dumpningen
- Det må derfor forventes at en vis udsivning allerede har fundet sted.
- En mulig forklaring på, at der ikke påvises kraftig forurening kan være, at udsivende forureningsstoffer er omsat ved naturlig nedbrydning i grundvandet.
- Fremtidig udsivning fra intakte tønder i iltfri miljøer vil måske foregå langsomt, da gennemtæringen af tønderne sker langsomt. Det er derfor sandsynligt, at fremtidig spredning af udsivende stoffer vil blive begrænset af naturlige nedbrydningsprocesser i mosen/lossepladsen.



## Overvejelser-2:

### Overvågning:

- Monitoringsprogrammer, som skal kunne fange den eventuelle "tikkende bombe" kan blive meget omfattende og langvarige. Kræver meget nøje overvejelser vedr. målsætning, forventet udbytte, stop-kriterier mv.
- *"Er det således først erkendt, at der med stor sandsynlighed findes sådanne tikkende bomber i lossepladsen, og har man valgt at igangsætte en monitoring, er det meget svært at finde tekniske argumenter for at stoppe monitoringen uden at have egentlige alarmer"*

citat fra AVJ's Håndbog i grundvandsmonitoring ved ukontrollerede fyld og lossepladser (1999), udarbejdet af Rambøll og DTU

### ...så det korte af det lange:

- Ingen lette løsninger – og i praksis et prioriteringsspørgsmål

## Sammenfatning:

### Korrosion af metalbeholdere i jord- og grundvandsmiljøer:

- **iltede forhold:** Hurtig gennemtæring (fra få år til max. 50 år)
- **iltfrie forhold:** Gennemtæring kan tage flere hundrede år. Hurtigere gennemtæring kan dog også forekomme i anaerobe miljøer.

### Kan vi finde tønderne?:

- Det er *ikke* lykkedes Region H at finde nedgravede tønder ved hjælp af geofysiske metoder på tre forskellige lokaliteter, hvor der er foregået dumpning i start 1970'erne
- Ingen af stederne er der fundet kraftig forurening i grundvandet

### Overvågning:

- ....er selvfølgelig en mulighed – men det kan blive en langvarig affære, så tænk over stopkriterierne

### Overvejelser:

- Måske udgør ”tikkende bomber” i virkeligheden ofte en ret begrænset risiko...

