

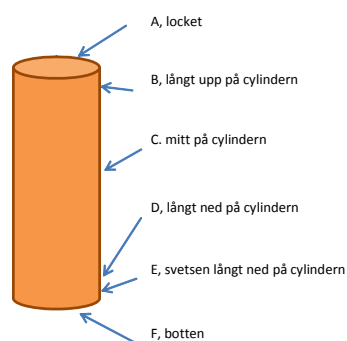
## swerea|KIMAB

### Ytprofiler på kopparkapslar från deponeringshål 5 och 6 i försöksserien Prototyp

Claes Taxén

swerea|KIMAB

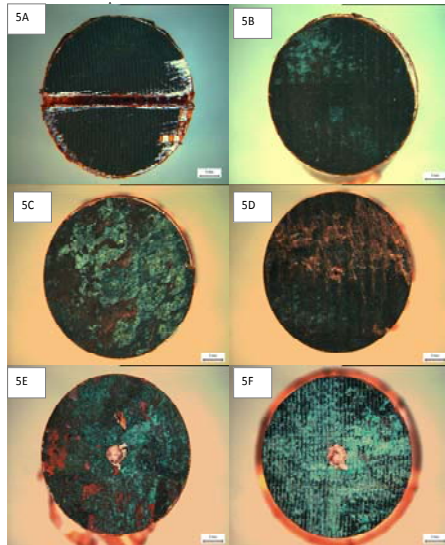
### Provtagning från kapslarna



SKB 2013-03-25

swerea|KIMAB

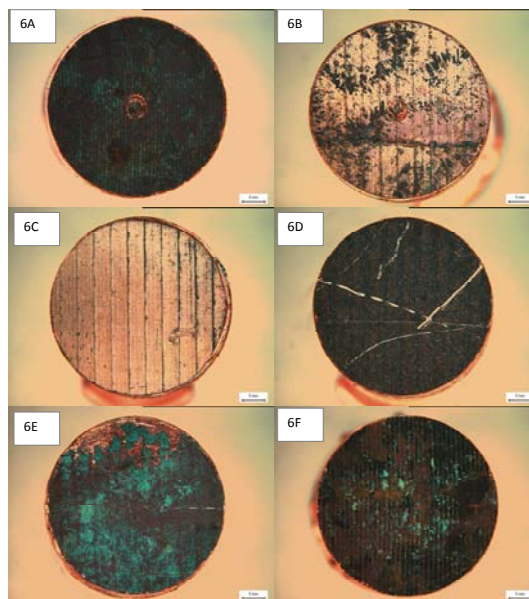
## Borrkärnorna kapsel dh5:



SKB 2013-03-25

swerea | KIMAB

## Borrkärnorna kapsel dh6:



SKB 2013-03-25

swerea | KIMAB

## SEM-bilder, maximalt gropdjup



SKB 2013-03-25

swerea | KIMAB

## Ordna maximala gropdjup i tabell

Tabell 4-1. Uppmätta djup (µm) på prov från kapseln i deponeringshål 5. Djupen är ordnade i fallande skala för varje prov. Bokstäverna A-F avser positioner på kapseln enligt figur 2-1.

5A	5B	5C	5D	5E	5F
4.2	4.2	2.9	5.1	4.5	5.4
2.9	3.5	2.7	4.5	4.0	5.3
2.7	3.1	2.7	4.4	3.4	4.9
2.5	2.7	2.1	3.5	3.4	4.3
2.4	2.5	1.9	3.1	3.4	4.2
2.4	2.5	1.9	2.9	3.3	4.0
2.1	2.4	1.8	2.9	3.1	4.0
2.0	2.2	1.7	2.7	3.0	3.8
1.8	1.8	1.6	2.6	3.0	3.1
1.6	1.8	1.6	2.6	2.9	3.1
1.5	1.8	1.5	2.5	2.8	3.1
1.5	1.8	1.5	2.5	2.8	2.9
1.5	1.7	1.5	2.3	2.5	2.9
1.5	1.6	1.5	2.2	2.4	2.8
1.5	1.6	1.5	2.0	2.2	2.7
1.4	1.5	1.4	2.0	2.2	2.7
1.1	1.5	1.3	1.9	2.1	2.5
1.1	1.5	1.3	1.4	2.1	2.3
1.1	1.4	1.3	1.2	2.0	2.3
1.1	1.3	1.1	0.5	1.9	0.9

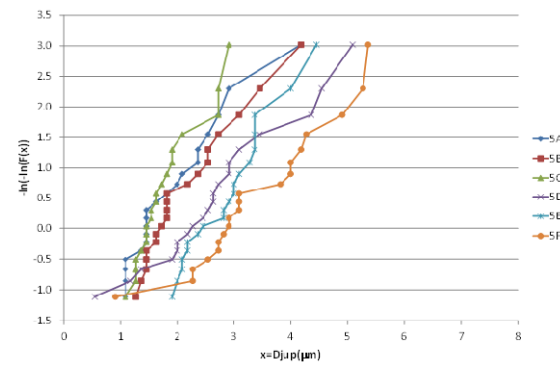
SKB 2013-03-25

swerea | KIMAB

## Extremvärdesanalys enl. Gumbel

$x_i$  = gropdjup för punkt  $i$ ,  $i$  är ordningstal av  $N$  st. obs

$$y_i = -\ln\left(-\ln\left(1 - \frac{i}{N+1}\right)\right)$$



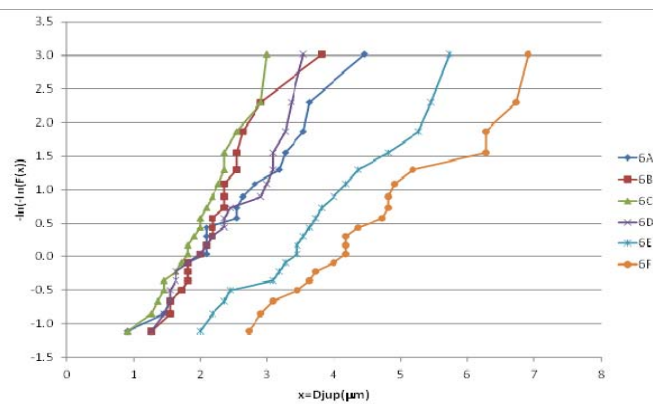
(2)

SKB 2013-03-25

swerea | KIMAB

## Bestämning av extremvärdesparametrar, $\alpha$ , $\lambda$

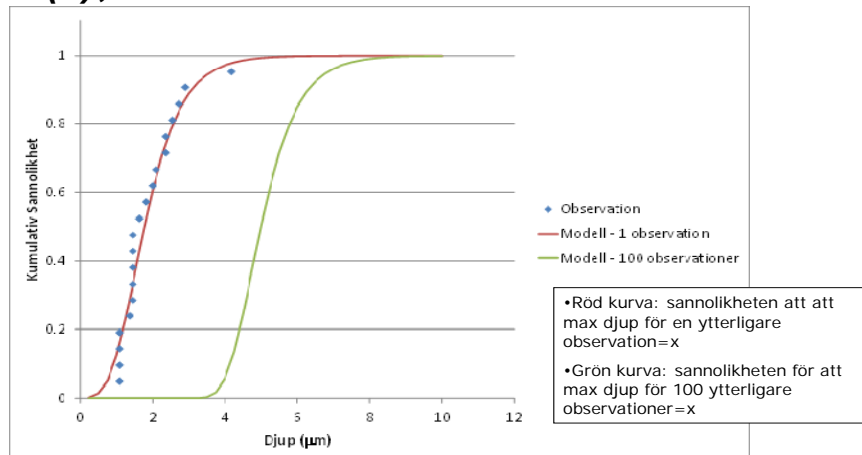
$$F(x) = \exp\left(-\exp\left(-\frac{x-\lambda}{\alpha}\right)\right) \quad \ln(-\ln(F(x))) = -\frac{x-\lambda}{\alpha}$$



SKB 2013-03-25

swerea | KIMAB

## Tolkning av fördelningsfunktionen $F(x)$ , kumulativ sannolikhet



SKB 2013-03-25

swerea | KIMAB

## Extremvärdesanalys

- Tillåter att en begränsat antal observationer extrapoleras till ett större antal observationer
- Man kan inte extrapolera i tid!
- Man försöka extrapolera till maximalt groddjup för en hel kapsel!

SKB 2013-03-25

swerea | KIMAB

## Slutsatser:

- Resultaten är relativt samstämmiga för båda de undersökta kapslarna.
- Provet från bottenplattan uppvisar de största gropdjupen. Största observerade djup: ~6 $\mu$ m
- Provet från mitt på mantelytan uppvisar de minsta gropdjupen
- Provet från locket, som inte har exponerats för kompakterad bentonit, intar ett mellanläge avseende gropdjup.
- Kapseln från deponeringshål 6 har något djupare gropar än kapseln från deponeringshål 5. Skillnaden är av storleksordningen 10%.

SKB 2013-03-25

swerea|KIMAB

## Demonstration av (o)rimligheten i en extrapolation till en hel kapsel

- Proven antas vara representativa för en större helhet!
- En observation avser en längd av 29  $\mu$ m
- Hur stor **yta** motsvarar en observation?
- Hur stor yta har kapseln?
  - En 5 meter lång kapsel med 1 meters diameter betraktas.
  - Lock och botten: 0,79 m<sup>2</sup> vardera
  - Mantelyta: 15,7 m<sup>2</sup>
- Vi har visat extrapolation från en observation till den djupaste av 100 observationer
- Vilken faktor måste man använda för att representera en hel kapsel?

SKB 2013-03-25

swerea|KIMAB

## Extrapolationsfaktorer:

Tabell A-1. Förhållanden mellan ytan för hela objektet och ytan per observation för några olika ansatta gropvidder. Längden per observation: 29 µm.

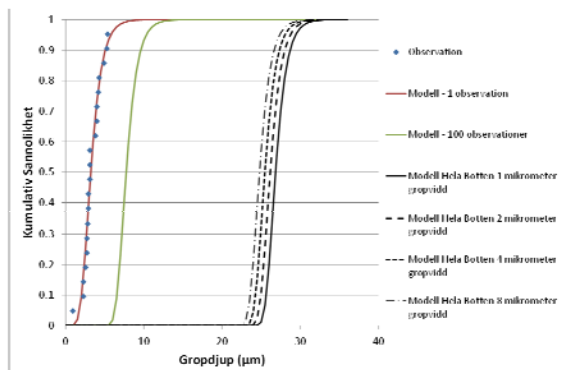
	Gropvidd (µm)			
	1	2	4	8
Cirkelytor	2.71E+10	1.35E+10	6.77E+09	3.39E+09
Mantelyta	5.42E+11	2.71E+11	1.35E+11	6.77E+10

SKB 2013-03-25

swerea | KIMAB

## Kapselns bottenyta (dh5)

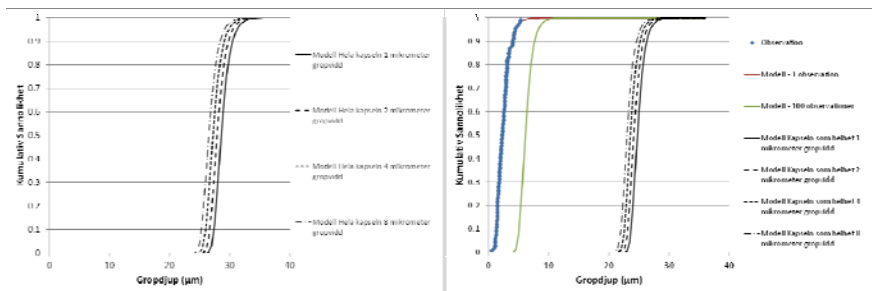
Alla andra kurvor än modellens kurva för en observation kan beskrivas som en translation i x-led (gropdjup) med värdet  $0,98 \cdot \ln(N)$ , där  $N$  är antalet observationer. Läget för den gröna kurvan är alltså lika med läget för den rödbruna förskjutet  $0,98 \cdot \ln(100) \sim 4,5$  µm. Den svarta heldragna kurvan är förskuten  $0,98 \cdot \ln(2,7 \cdot 10^{10}) \sim 23,5$  µm från den rödbruna.



SKB 2013-03-25

swerea | KIMAB

## Hela kapsel dh5



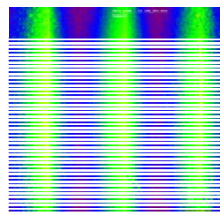
•Alternativ 1:  
 sammanställning från olika  
 delar av kapseln

•Alternativ 2: alla mätningar  
 antas vara representativa  
 för helheten

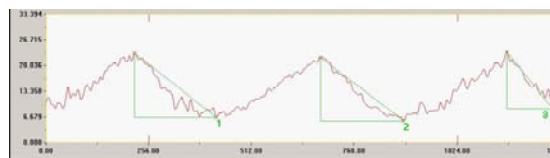
SKB 2013-03-25

swerea | KIMAB

## Alternativ teknik – Konfokal mikroskopi?



- Avsevärt större ytor  
 täcks per observation
- Rengjorda ytor och  
 synliga gropar (vindlingar)



Figur A9. Ytprofil från konfokalmikroskopi av prov från ringen på kapseln i deponeringshål 5. Förstoring 10x. Måttkala i mikrometer (Taxén et al, 2013).

SKB 2013-03-25

swerea | KIMAB



## Sammanfattning

- Data presenterade här är inte avsedda att extrapoleras i tid
- Relativt samstämmiga resultat från kapslar i dh5 och dh6 kan utgöra baslinjen, efter tillverkning, deponering, exponering och upptag
- Att jämföra, senare analyser av kapslar som exponerats längre tid, med
- Jämförelsen ger tidsutvecklingen