



Sannolikhetsbaserad riskmodell för beräkning av riskreduktion

- exempel från ett dioxinförorenat område

Fredric Engelke

Statens Geotekniska Institut

Avd. Markmiljö, Göteborg

031-778 65 65, fredric.engelke@swedgeo.se



Upplägg

- Några allmänna funderingar kring riskbedömningar och riskreduktion.
- Redovisa ett försök till en enkel sannolikhetsbaserad riskmodell. Användes i en huvudstudie för Tingsryds kn, Kronobergs län, hösten 2006.
- Diskussion och slutsatser.



Riskreduktion

- En minskad mängd förorening behöver inte innebära att risken minskar i motsvarande grad.
- En riskmodell kan möjliggöra en kvantitativ och objektiv redovisning av den faktiska risken och hur olika åtgärder reducerar denna.
- Ett sannolikhetsbaserat angreppssätt kan även ge möjlighet till en kvantitativ redovisning av osäkerheter.



Varför kvantifiering av risker?

Kvantifiering:

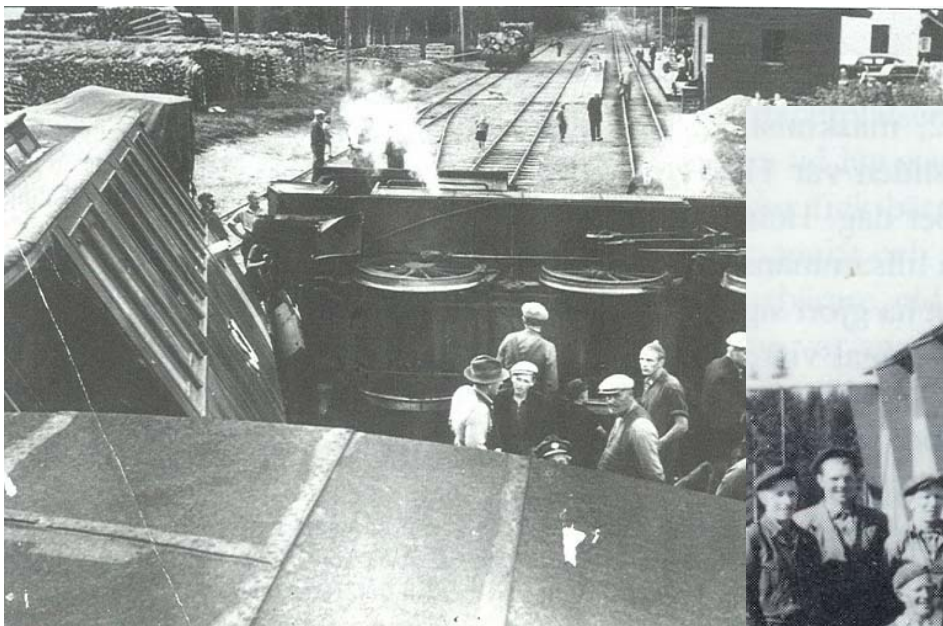
- minskar behovet av bedömningar/tyckande.
- möjliggör någon form av vetenskaplig kritik.
- ökar (förhoppningsvis) transparensen i våra ställningstaganden.
- ökar möjligheten till oberoende jämförelser.

Finns flera olika rapporter inom området, se t ex: Peter Starzec, Lars Rosén, Mark Elert, Per-Erik Back, Tomas Öberg, m fl (bland annat Hållbar Sanering).



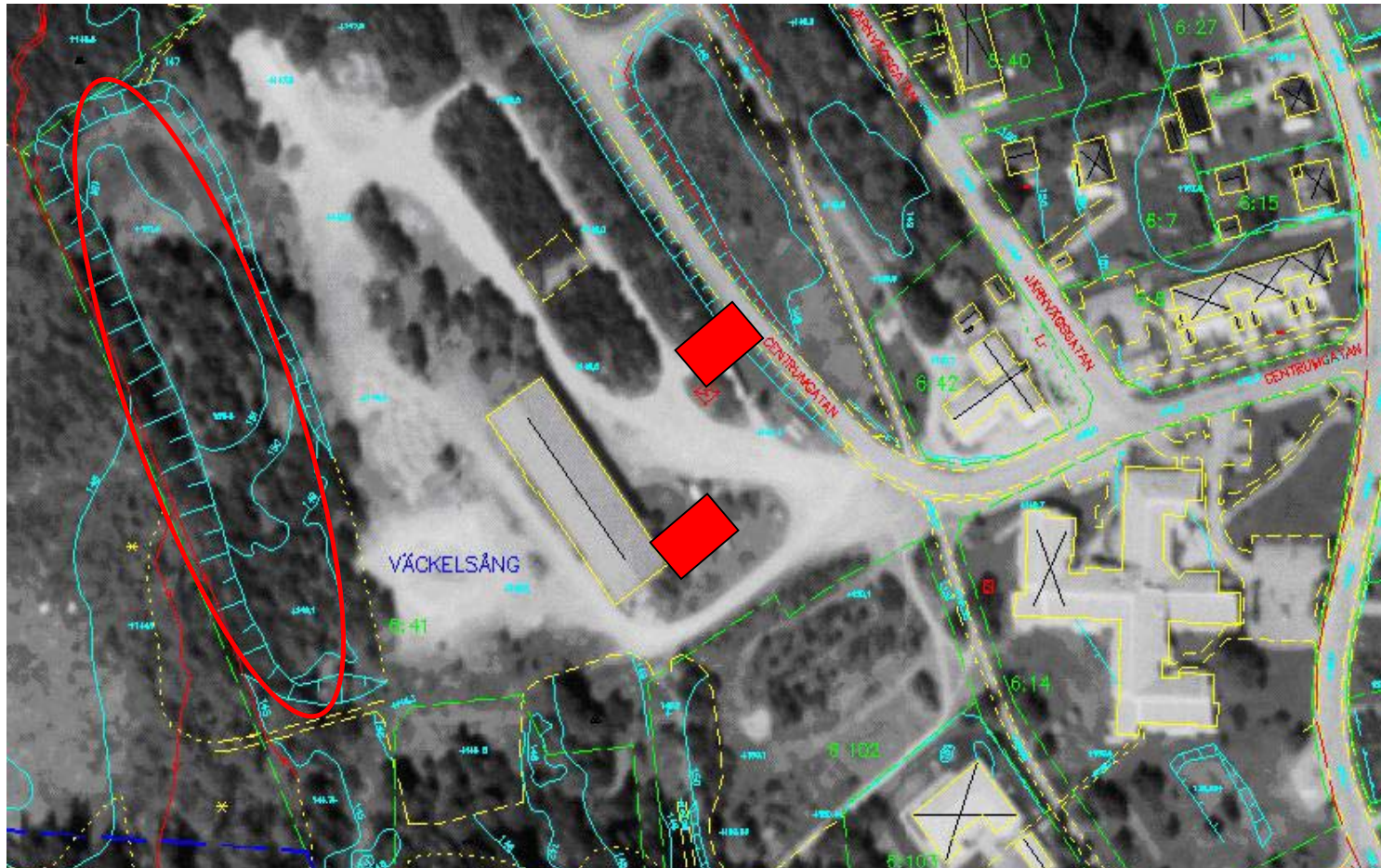
Väckelsångs fd sågverk, Tingsryds kn

- ett försök till en sannolikhetsbaserad riskmodell



Startade runt sekelskiftet,
verksamhet till mitten av
1980-talet

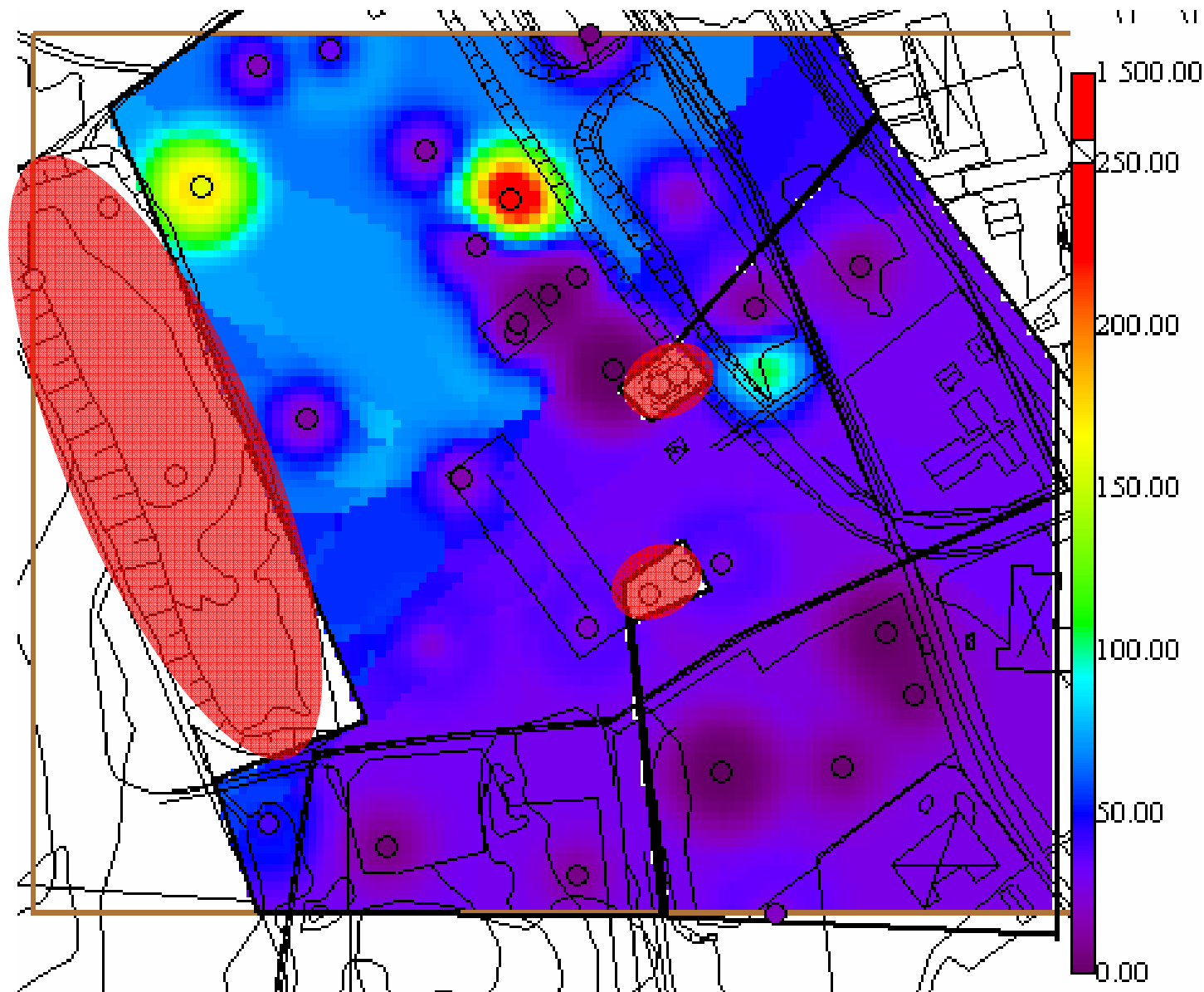
Verksamhet – doppingning klorfenol



2007-03-19 Renare Mark, Örebro

Resultat - dioxin

- Högsta halterna påträffas i barkupplaget och platserna för de tidigaste doppkaren (ej med i kriging-analysen).





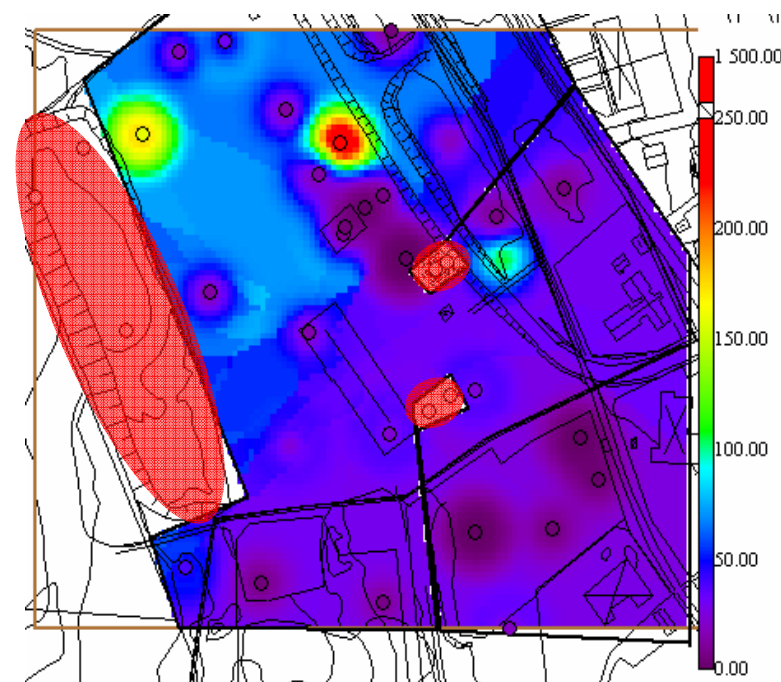
Riskbedömningen

Den traditionella riskbedömningen visade att:

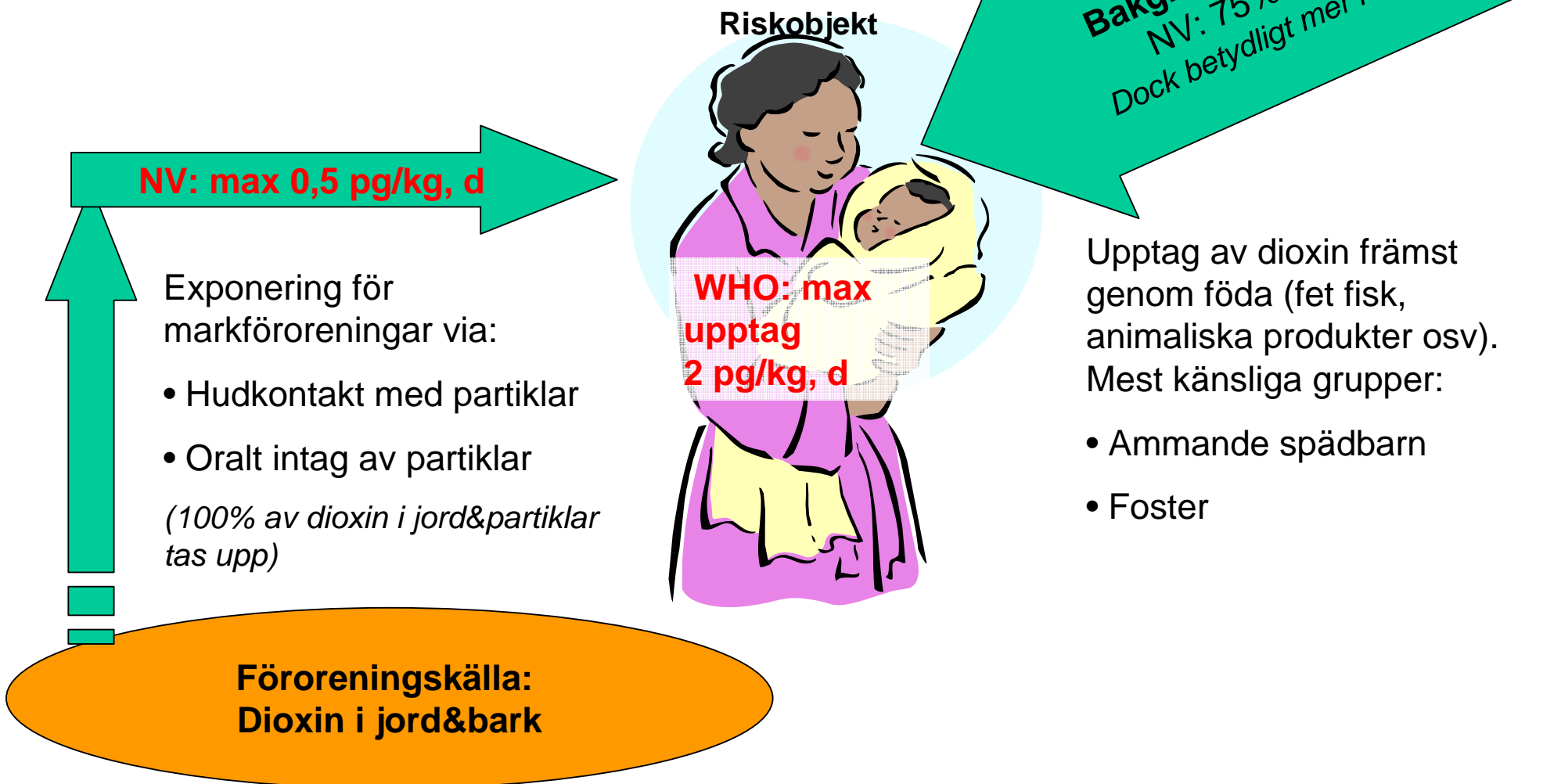
- **Dioxin** inom sågverksområdet är styrande för riskerna. Miljöriskerna har liten betydelse i Väckelsång, det viktiga är **hälsoriskerna**
- **Långvarig** exponering har betydelse, inte kortvarig exponering.
- De exponeringsvägar som har störst betydelse är **hudkontakt** och **oralt intag** av jord och partiklar.
- *PSR för yttlig jord beräknades till 60 ng/kg TS.*

Frågan: - Hur farligt är det?

- Jag tycker det är svårt att besvara frågan på ett objektivt sätt, även om PSR har beräknats. Bedömningar kring volymer, antal gånger över PSR osv.
- Det är svårt att jämföra möjliga åtgärdsalternativ baserat på bedömningar.
- Många närboende och intressenter engagerade i Väckelsång. SGI:s oberoende viktig.
- Därav ett försök till en riskmodell som objektivt beskriver ”farligheten”, osäkerheter och även vilka åtgärder som kan vara lämpliga.



Konceptuell riskmodell för Väckelsång

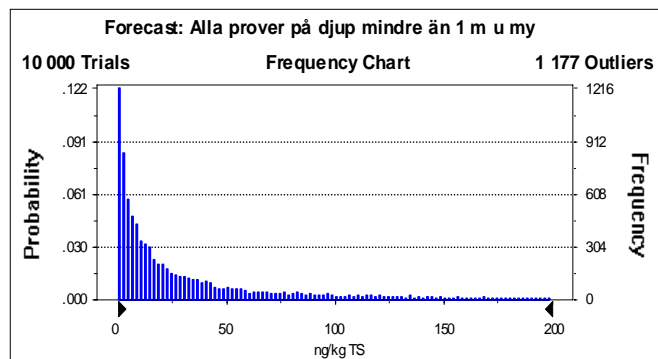


Sannolikhetsbaserade exponeringsdata

Exponeringsväg	NV 4639 samt 2005 <i>Integrerad långtidsexp.</i> (mg/kg, d)	Väckelsång <i>Sannolikhetsbaserad integrerad långtidsexp.</i> (mg/kg, d)
Hudkontakt med partiklar	3	
Oralt intag (samt inandning) av partiklar	1,5	

Halten dioxin i området

- Svårt! Försök till att beskriva dioxinförekomsten med statistiska fördelningar
- ”Best fit” för alla analyser (oavsett population...) mellan 0 och 1 m u my (58 dioxinanalyser) är en lognormalfördelning (hyfsad passning).
- Dioxinförekomsten *bedöms* vara ”approximativt lognormalfördelade”



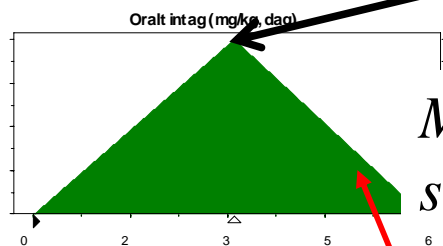
(Medianhalten är 20 ng/kg TS, medelhalten 133 ng/kg TS och 90% percentilen 244 ng/kg TS)



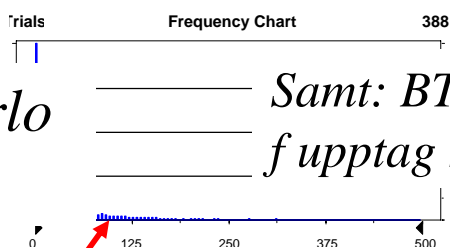
Tabellvärde, inga
plats specifika mätningar av
exponeringen. Osäkerheten
stor och hanteras genom att
ansätta ett spann.

Beräkning av hälsorisk

**Mest troliga
värden (median)**



*Monte Carlo
simulering*



*Samt: BTF = 1,
f upptag hud = 0,2*

**Daglig exponering
av jord och
partiklar (mg/kg
kroppsvikt, d).**

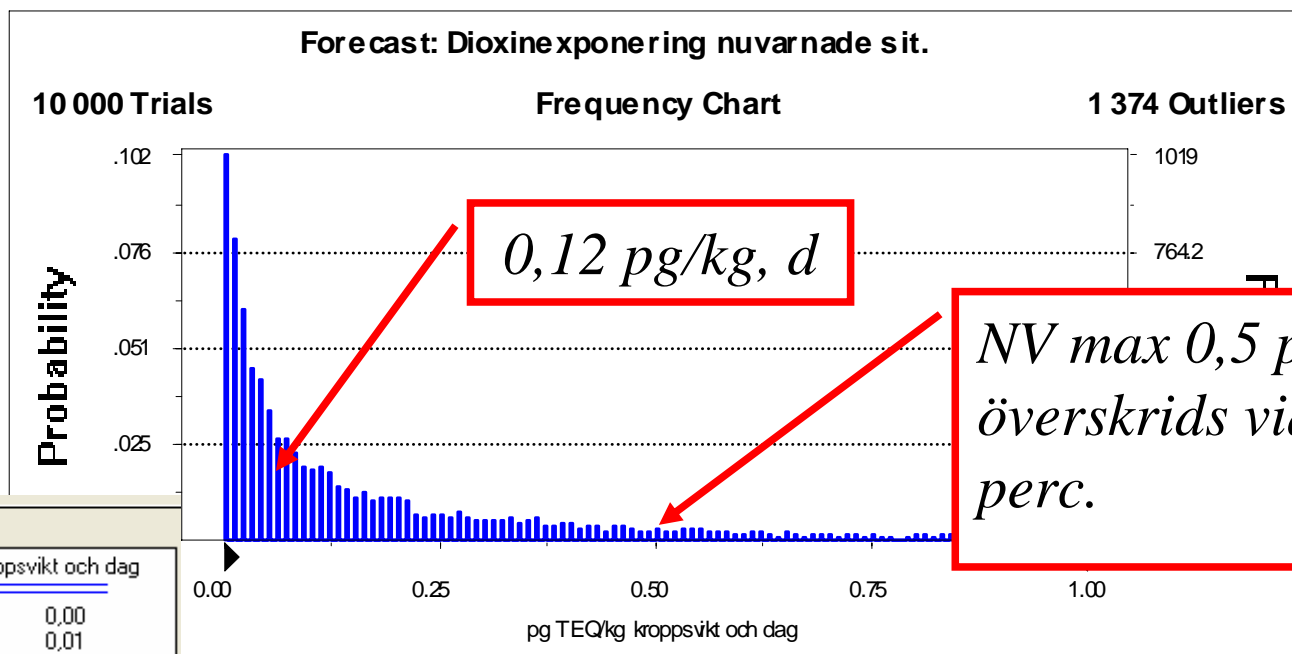
**Koncentration av dioxin
(fördelning baserad på
analysresultat)**

**Daglig exponering
för dioxin.**

**Resultat jämförs
med NV:s max 0,5
pg/kg kroppsvikt
och dag.**

***Hänsyn till risken för en hög
exponering/halt har tagits***

Resultat - Dioxinexponering

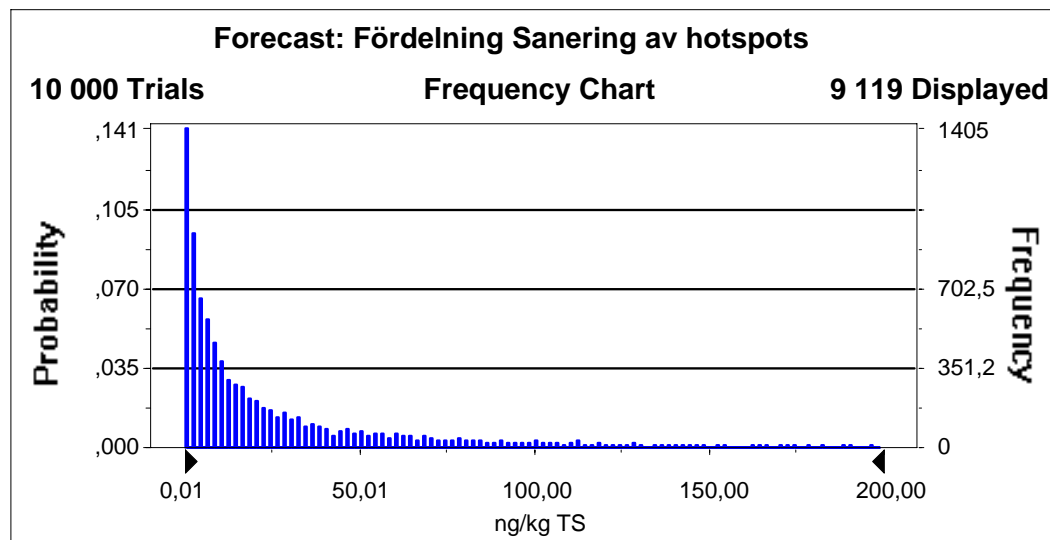
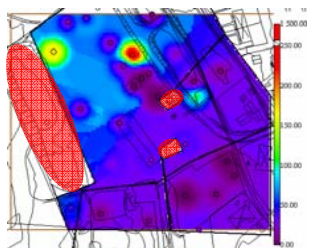


Percentiles	
Percentile	pg TEQ/kg kroppsvikt och dag
0%	0,00
10%	0,01
20%	0,02
30%	0,04
40%	0,07
50%	0,12
60%	0,19
70%	0,32
80%	0,59
90%	1,40
100%	323,26

*NV max 0,5 pg/kg, d
överskrids vid 76%
perc.*

Nästa steg: "Syntetisk sanering"

- Ta bort enskilda dioxinanalyser t ex från doppkaren.
- Anpassa resterande analyser till en ny fördelning och beräkna ny exponering. Testa för olika "åtgärder".



Efter "sanering": Medianhalten är 16 ng/kg TS, medelhalten 95 ng/kg TS, 90% perc. 174 ng/kg TS

Innan "sanering": median 20, medel 133 och 90% perc. 244 ng/kg TS.



Resultat och jämförelse mellan några möjliga åtgärder

Exponering av dioxin vid olika åtgärder. <i>Maximal tillåten exponering från förorenade områden är 0,5 pg/kg, dag (NV1996 samt NV2005).</i>	Alternativ 0: Nollalternativet, inga åtgärder	Alternativ 1: Sanering av hotspots	Alternativ 2: Täckning/ omhändertagande av barkupplaget	Alternativ 3: Sanering av alla massor med förhöjda halter. "Total sanering"
<u>Mest trolig exponering</u> för dioxin (pg/kg, dag)	0,12	0,10	0,07	0,04
<u>Den högsta percentil</u> vid vilken en negativ hälsoeffekt inte kan uteslutas	76%	80%	84%	99,7%
Storleksordning – kostnader (kr)	ca 200 000 kr	ca 0,5 Mkr	Omhändertagande mellan 5 och 20 Mkr, Enkel täckning ca 0,5 Mkr	Mellan 5 och 25 Mkr.



Några slutsatser för Väckelsång

- Den mest troliga hälsoriskerna är lägre än maximalt accepterad exponering för nuvarande situation.
- Med våra antaganden kan risken för en negativ hälsopåverkan dock inte uteslutas med större säkerhet än 76%.
- En sanering av endast hotspots har en ganska liten betydelse för riskreduktionen. Det kan däremot finnas flera andra skäl att sanera!
- En sanering av barkupplaget kommer att öka säkerheten från ca 75% till ca 85%.



Vår föreslagna åtgärd för Väckelsång

- Most bang for the bucks: Kombinerad åtgärd alt 1+2 (enkel täckning av barkupplag + sanering av doppkaren).
- Riskreduceringen har förmodligen en liten betydelse vid val av åtgärd, den ökade säkerheten bör ha större vikt.
- Fördjupad riskvärderingsprocess inierad.

Percentil	Av SGI föreslagen åtgärd Daglig exponering pg/kg dioxin (långtidsexponering). <i>NV accepterar maximalt 0,5 pg/kg.</i>
50%	0.05 <i>Jfr 0,12</i>
90%	0,26
97.5% <i>Jfr 76%</i>	0.50



Några slutsatser kring modellen

- Hur analysresultaten hanteras statistiskt får väldigt stor betydelse och är inte helt enkelt.
- Använt analyser från olika populationer (hot spot, barkupplag, bakgrund) till en och samma statistiska fördelning... Testa att dela upp i olika delområden och vikta med respektive area.
- Mer utförlig känslighetsanalys bör utföras.
- Tillvägagångssättet är transparent och relativt objektivt.
- Finns en stor förbättringspotential...

Tack för uppmärksamheten!