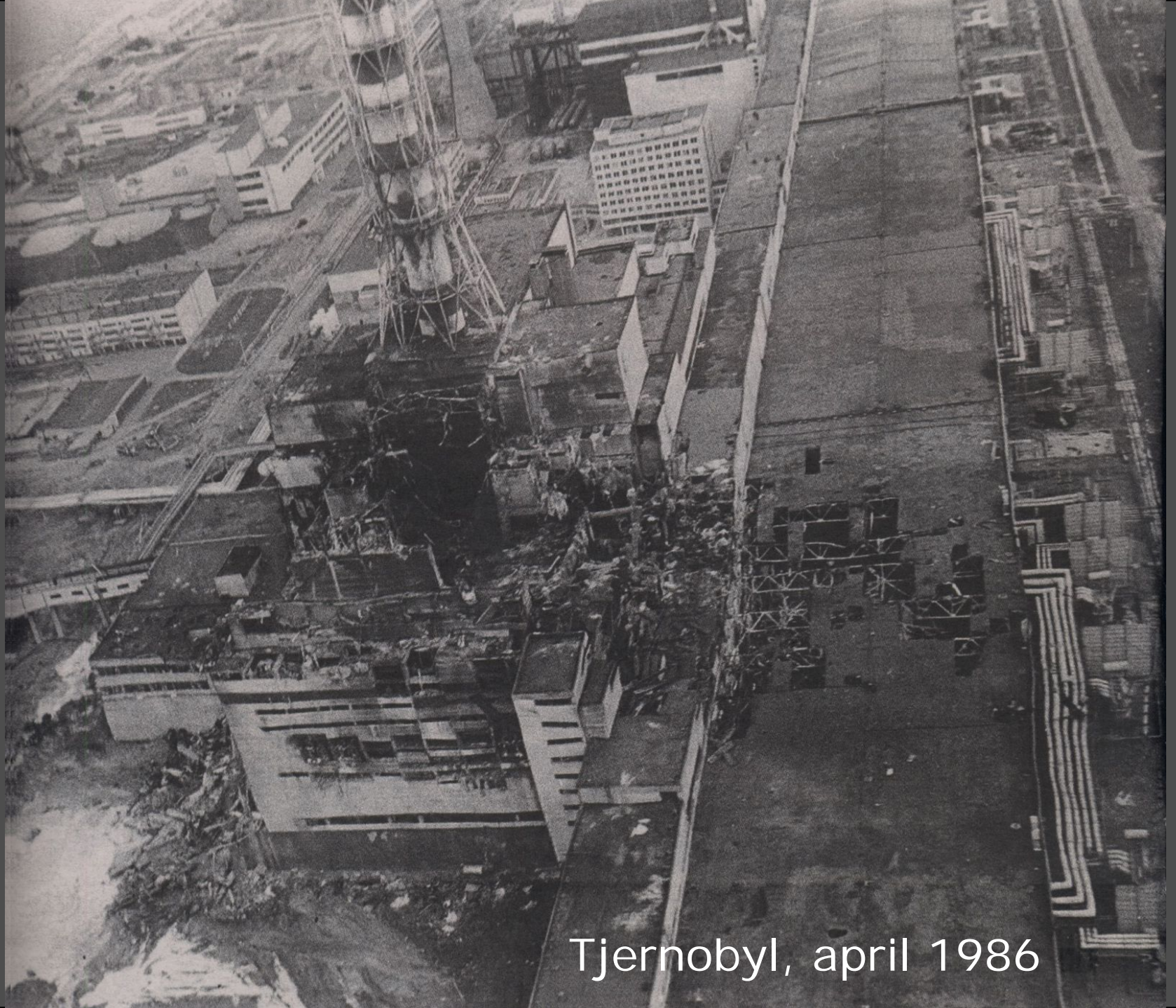


Cesium-137 i aska från förbränning av biobränslen.

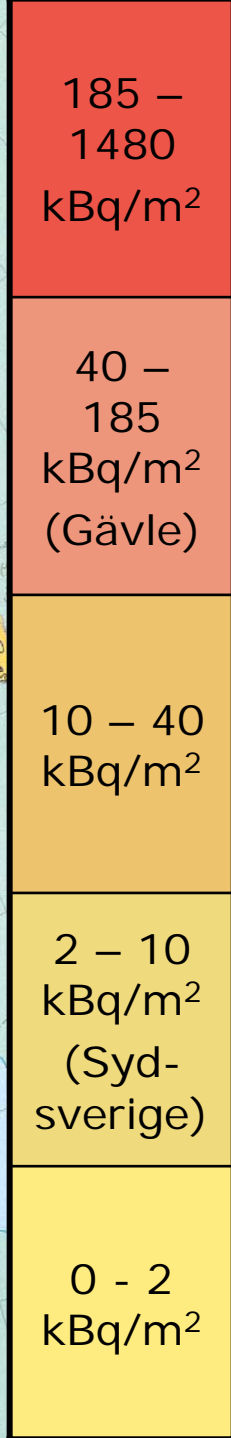
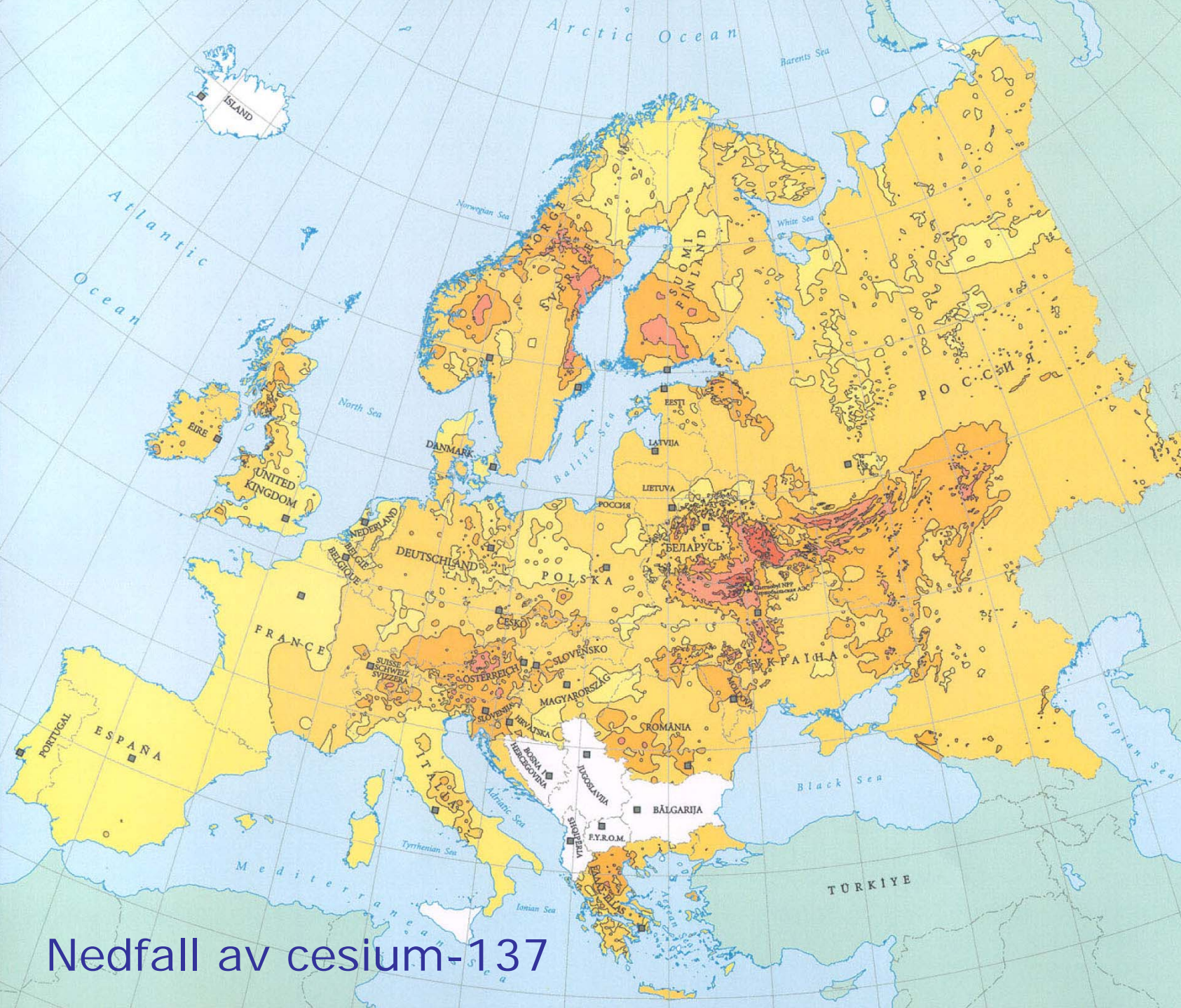
Tillämpning av
Strålsäkerhetsmyndighetens regler

Rolf Sjöblom

Tekedo AB



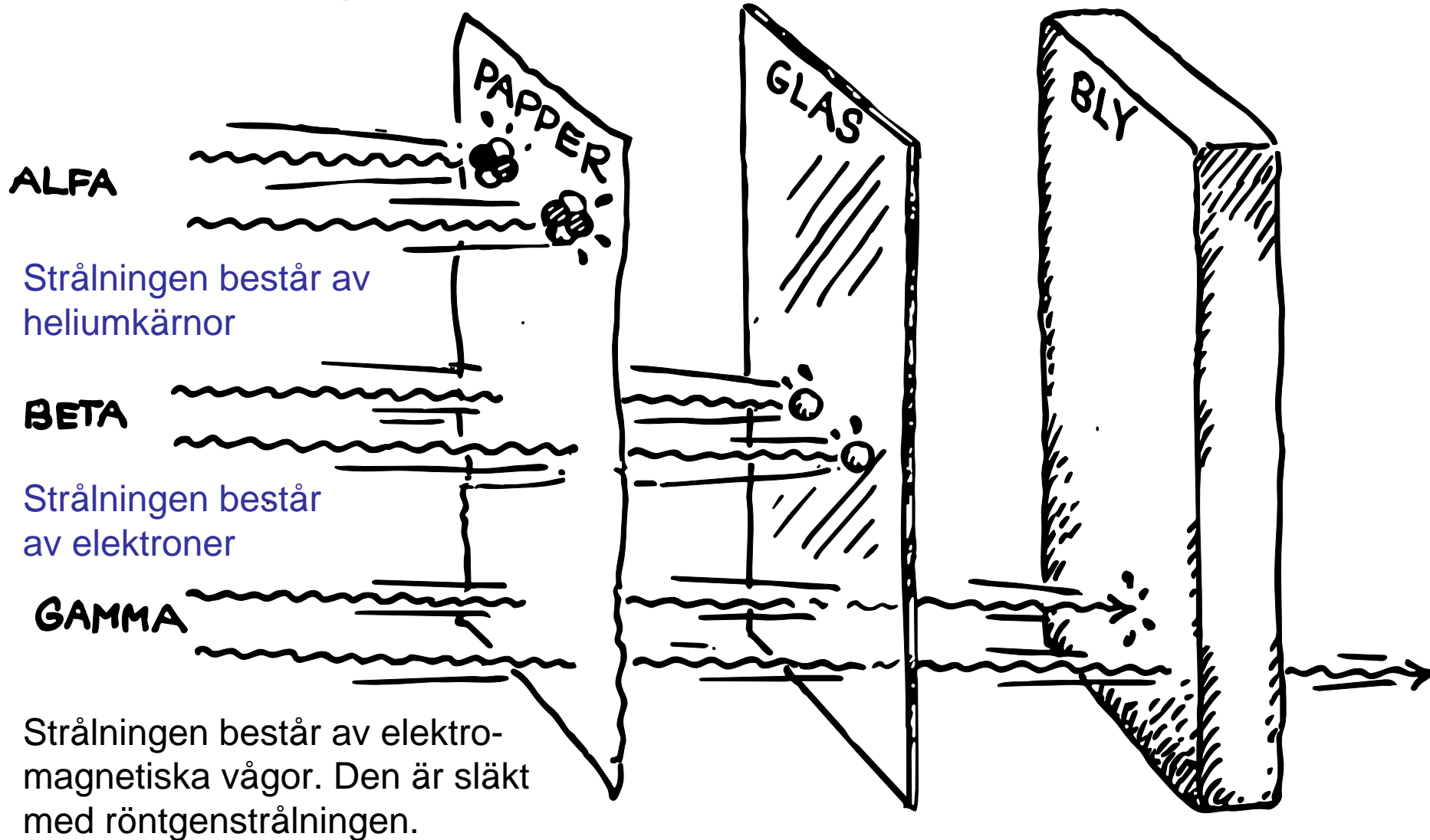
Tjernobyľ, april 1986



Nedfall av cesium-137

Vad är strålning?

Cesium-137 är en gammastrålare och kan ge både intern och extern stråldos



Enheter för strålning

Radioaktivitet

- Becquerel (Bq)
 - Anger antalet sönderfall per sekund
 - När en radioaktiv (instabil) atom omvandlas till en annan atom* skickas strålning ut
- * eller två andra atomer

Effektiv dos

- Sievert (Sv)
- Återger den biologiska effekten hos strålning
- Uttrycks som energi per massenhet (Joule per kilo)
- Besläktad med den absorberade dosen som anger totalt absorberad energi per massenhet

Hur farlig är strålningen?



- Det finns olika uppfattningar
- ❖ bland oss privatpersoner
- ❖ och bland experter
- Det finns också olika gränser för olika typer av tillämpningar
- För kärnkraft gäller max individdos 0,01 mSv/år
- Detta tillämpas i SSM:s föreskrift om askor
- För kolaska är det däremot OK med flera mSv/år
- För radon i dricksvatten i privat brunn gäller 1000 Bq/liter
- I SSM:s föreskrift om askor gäller 1 Bq/liter
- SSM:s föreskrift är en författning, och ska följas, och så görs även här

Statens strålskyddsinstitut^{*} föreskrifter och allmänna råd (SSI FS 2005:1) om hantering av aska som är kontaminerad med cesium-137

^{*} Strålsäkerhetsmyndigheten från 2008-07-01

ÅTERFÖRING

Kontaminerad aska med > 10 kBq/kg	Får ej återföras (utan måste deponeras)
Kontaminerad aska med 0,5 - 10 kBq/kg	Får återföras till skogsmark
Icke kontaminerad aska med < 0,5 kBq/kg	Inga krav ur strålskyddsynpunkt Får återföras till jordbruksmark eller lavmark i renbetesområden

Statens strålskyddsinstitut^{*} föreskrifter och allmänna råd (SSI FS 2005:1) om hantering av aska som är kontaminerad med cesium-137

^{*} Strålsäkerhetsmyndigheten från 2008-07-01

DEPONERING

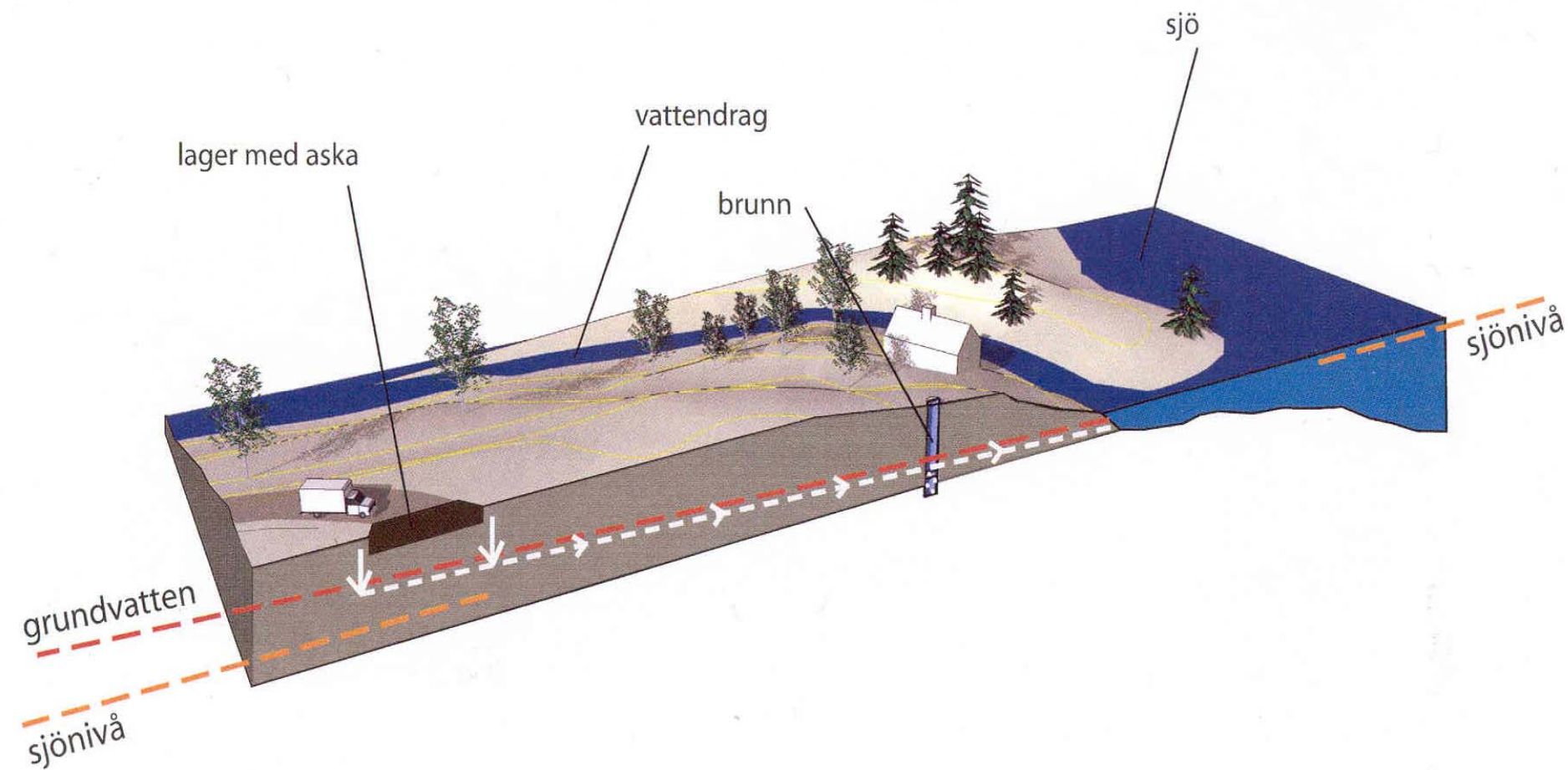
Kontaminerad aska med > 10 kBq/kg	Måste läggas upp på <ul style="list-style-type: none">- deponi för icke farligt avfall eller- deponi för farligt avfall	Tillskott till dricksvatten i brunn < 1 Bq/liter
Kontaminerad aska med 0,5 - 10 kBq/kg	Får läggas upp på <ul style="list-style-type: none">- deponi för icke farligt avfall eller- deponi för farligt avfall samt- deponi för inert avfall om detta kan motiveras	Tillskott till ytvatten-recipient < 0,1 Bq/liter
Icke kontaminerad aska m < 0,5 kBq/kg	Inga krav ur strålskyddsynpunkt	

Statens strålskyddsinstitut^{*} föreskrifter och allmänna råd (SSI FS 2005:1) om hantering av aska som är kontaminerad med cesium-137
^{*} Strålsäkerhetsmyndigheten från 2008-07-01

GEOTEKNISKA KONSTRUKTIONER

Kontaminerad aska med > 10 kBq/kg	Får ej användas (utan måste deponeras)
Kontaminerad aska med $0,5 - 10$ kBq/kg	Dosrat $< 0,0005$ mSv/h 1 meter från belagd yta Tillskott till dricksvatten i brunn < 1 Bq/liter Tillskott till ytvattenrecipient $< 0,1$ Bq/liter
Icke kontaminerad aska med $< 0,5$ kBq/kg	Inga krav ur strålskyddsynpunkt

Spridningsväg från en väg byggd med aska till en brunn för dricksvatten och till en liten sjö med fisk



Tillgänglighet samt modellering av spridning

United States
Environmental Protection
Agency

Office of Air and Radiation

EPA 402-R-99-004A
August 1999



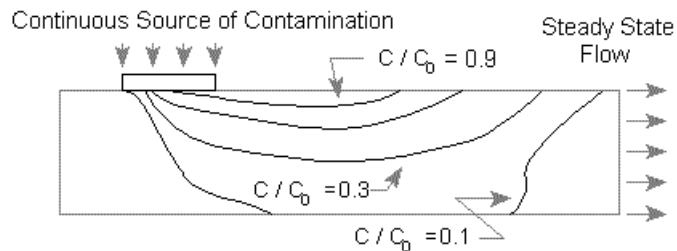
UNDERSTANDING VARIATION IN PARTITION COEFFICIENT, K_d , VALUES



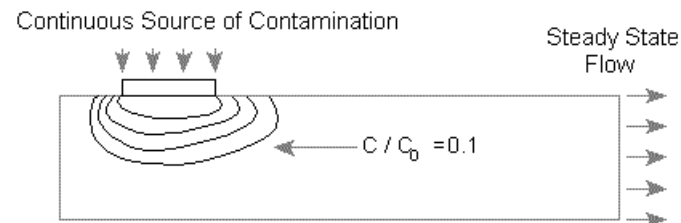
Volume I:

The K_d Model, Methods of Measurement, and Application of Chemical Reaction Codes

Case I: $K_d = 1$ ml/g



Case II: $K_d = 10$ ml/g



MILJÖRIKTIG ANVÄNDNING AV ASKOR

979

Miljöriktlinjer för askanvändning i anläggnings- byggande

David Bendz, Ola Wik, Mark Elert, Karsten Håkansson

Exempel på resultat från modellering (parametrar i övrigt som i miljöriktlinjerapporten)

Aktivitetsinnehåll i askan	10 kBq/kg
Kd	30 liter per kilo
Avstånd mellan väg och brunn	20 meter
Högsta tillskott från vägen till aktiviteten i brunnen	0,07 Bq/liter
Gräns enligt SSM:s föreskrift	1 Bq/liter

Acceptansprovning



Naturvårdsverkets föreskrifter (NFS 2004:10) om deponering, kriterier och förfaranden för mottagning av avfall vid anläggningar för deponering av avfall

Testmetod: EN 12457/1-4

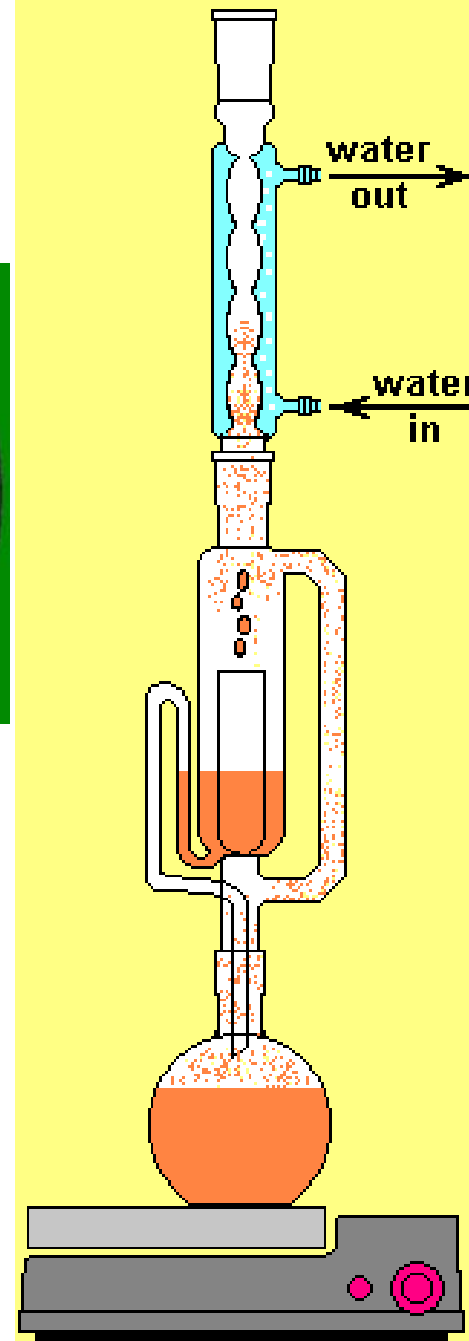
- 24 timmar i avjonat vatten
- Enligt standarden får testet bara tillämpas på inert material
- Används troligen mest på askor
- Askor härdar över lång tid
- Resultat för färsk aska:
 - De flesta ämnen uppvisar en eller flera storleksordningar för höga värden
 - Men värdena för Cr, As, Sb, Mo, V e t c kan vara för låga

Naturlig analogi

lakning med destillerat vatten i flera miljarder år



SOXHLET-
LAKNING
Uppfunnen
1879 av
Franz von
Soxhlet.
Provet lakas
satsvis med
nydestillerat
lösnings-
medel



Halter i jordskorpan respektive i havet, ppm

Ämne	Halt i jordskorpan	Halt i havet
Antimon	0,2	0,000 24
Arsenik	1,8	0,003 7
Kadmium	0,15	0,000 11
Krom	102	0,0000 3
Koppar	60	0,000 25
Kvicksilver	0,085	0,000 03
Nickel	84	0,000 56
Bly	14	0,000 03
Zink	70	0,004 9
Klor	145	19 400

"Geologiskt Kd" jämfört med Kd från korttidsdata (liter/kg)

(Data från en underlagsrapport till remissutgåvan av Naturvårdsverkets handbok)

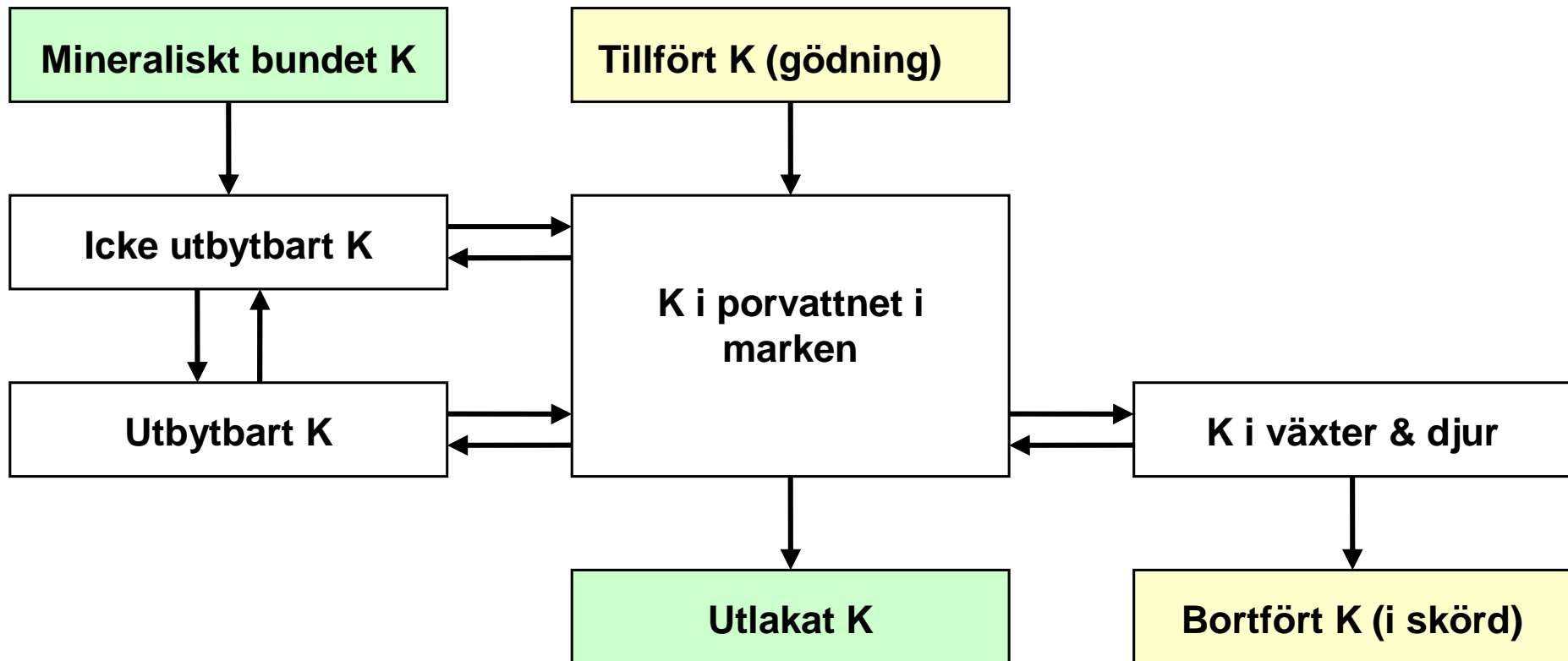
Ämne	Korttids-Kd	"Geologiskt Kd"
Antimon	10 (annan källa)	800
Arsenik	50	500
Kadmium	20	1 400
Krom	100	35 000
Koppar	14	25 000
Kvicksilver	100	3 000
Nickel	50	150 000
Bly	50	500 000
Zink	30	15 000
Klor	0	0,007 5

Kalium

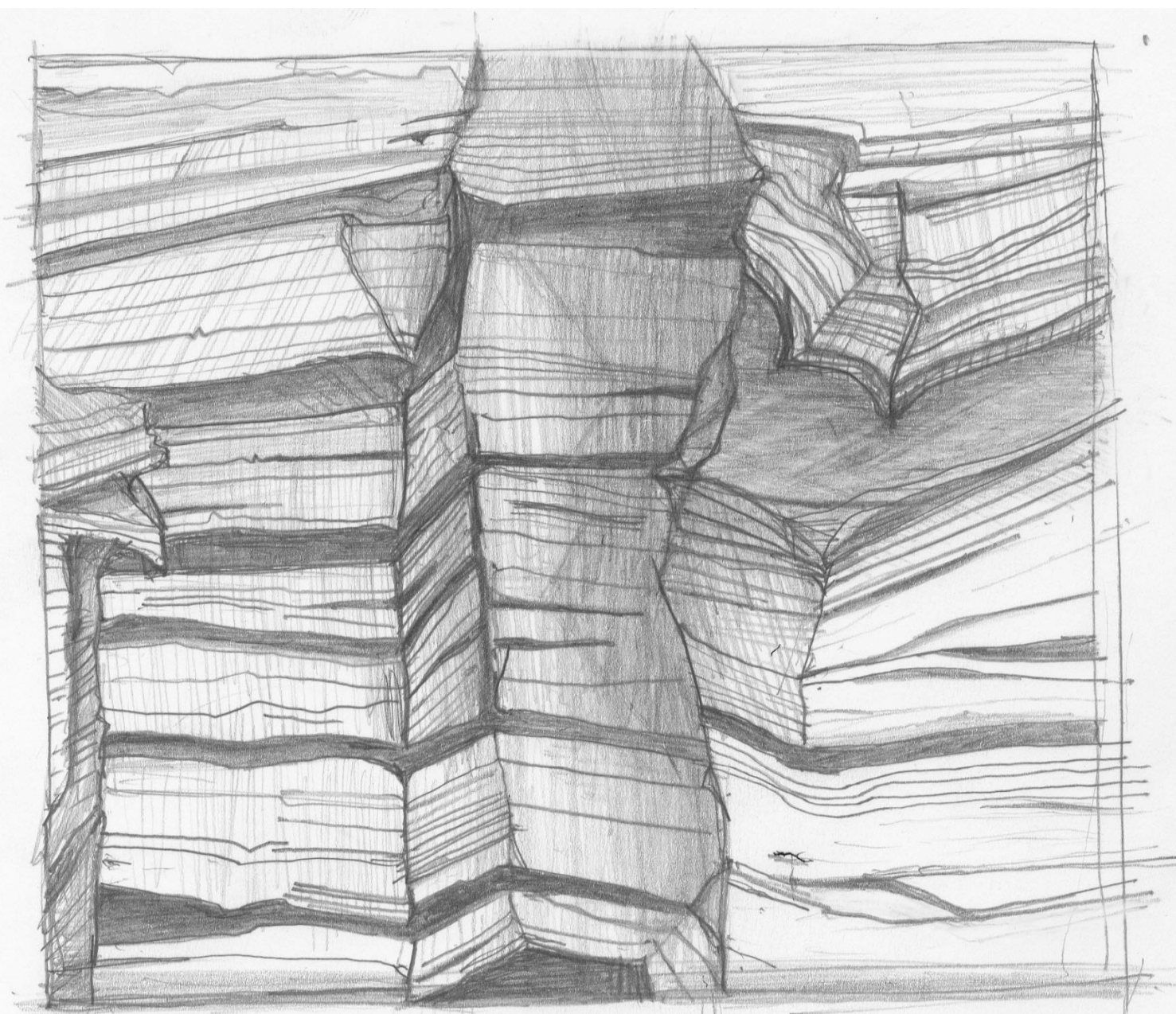
- Behövs för jordbruket
 - Finns i jorden till ca 2 %
 - Behov för gröda ca 0,006 %
 - Krävs ändå konstgödning, annars träda
- Liknar cesium och har studerats i samband med nedfall från Tjernobyli

↔ Finns långtidsdata

Relationer och dynamik mellan de olika förekomstformerna för kalium i jord.



Glimmer tar
upp kalium
mellan
skikten



1 μ m

Tillgänglighet som funktion av tid, cesium-137

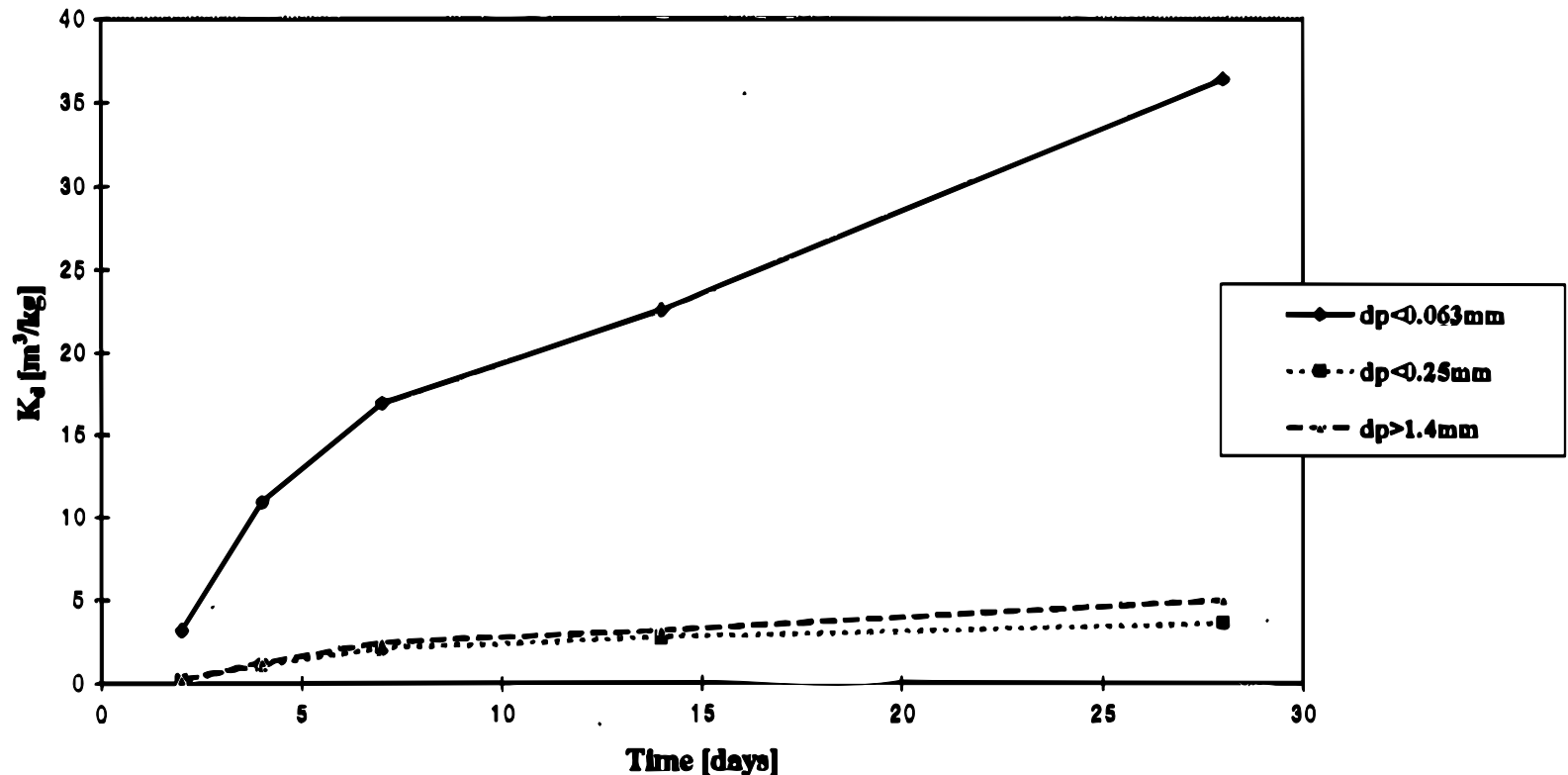
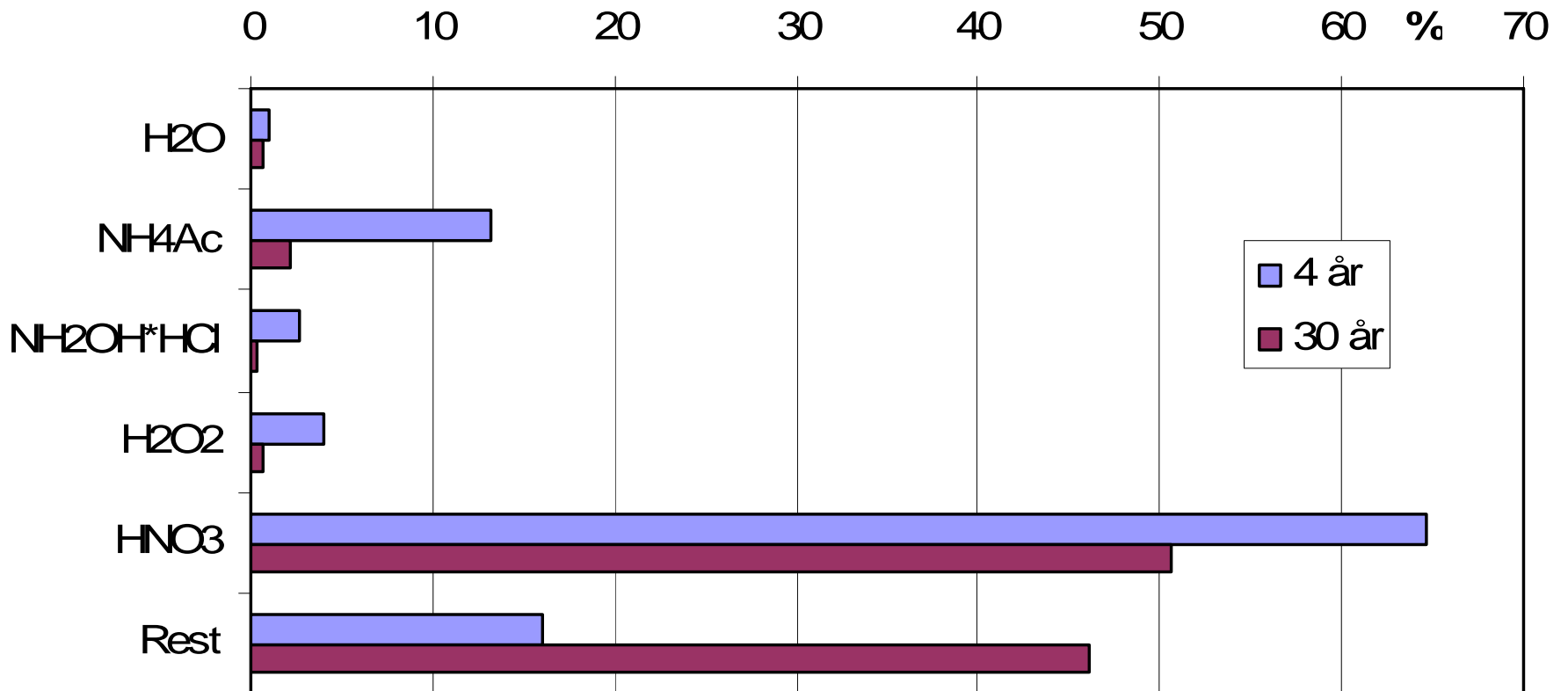
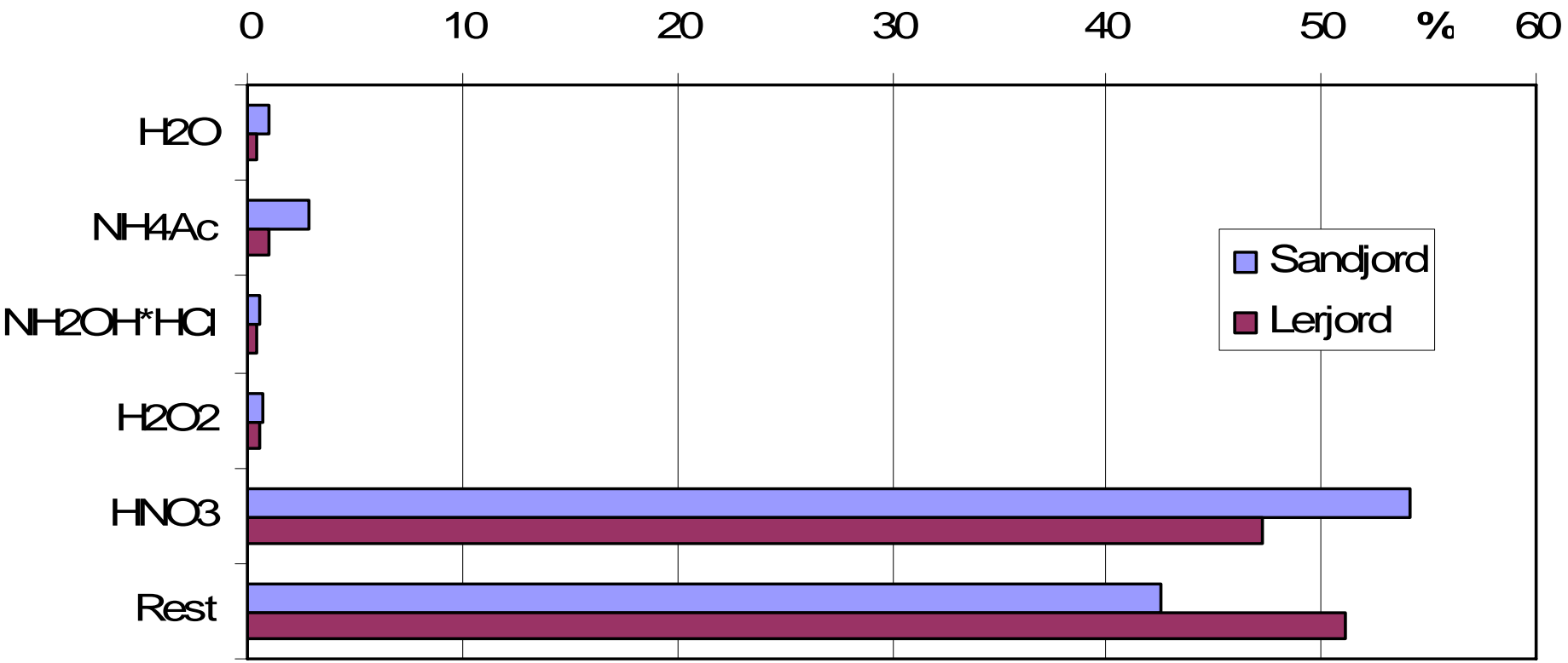


Fig 4.1b Sorption expressed as K_d , plotted as a function of time for fractionated samples in layer at 16-22 cm depth, 28 day sorption. Approximately $0.4 \mu\text{M}$ ^{137}Cs (see section 3.4) equilibrated with synthetic rain water (10ml) in centrifuge tubes. The smallest fraction, where the clay particles were oriented, was responsible for nearly all the sorption. Within a week most of the sorption was completed.

Cesium i mark efter 4 respektive 30 år

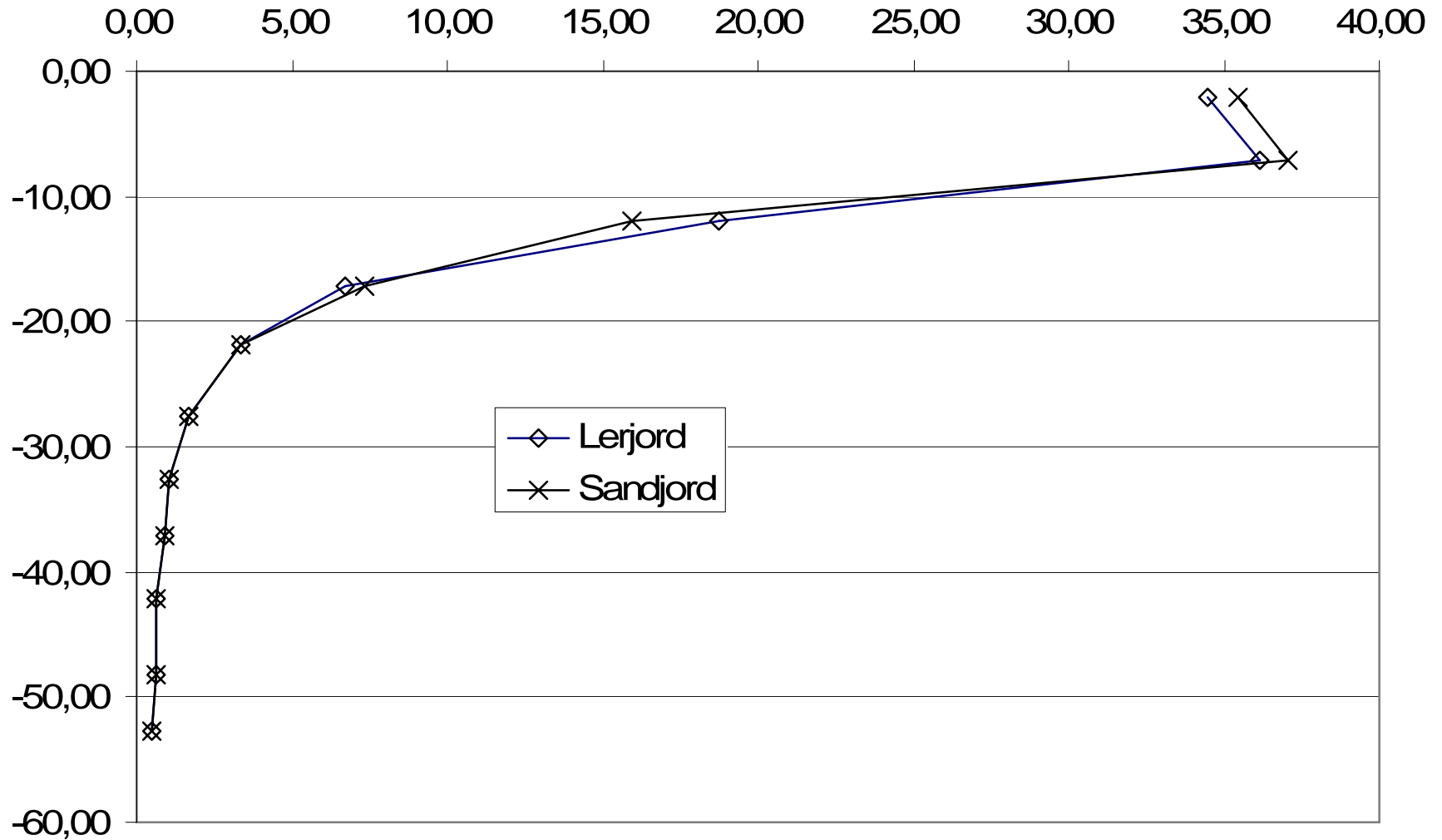


Cesium i sandjord och lerjord efter 30 år



"Spridning" i mark efter 30 år

Koncentration cesium-137



Djup centimeter

Förslag till försiktighetsåtgärder

- Använd inte kontaminerad aska i samband med mull- och torvjord eftersom det är mineraljord som effektivt håller kvar cesium. Minsta avstånd 50 meter
- Minsta avstånd från väg med kontaminerad aska till brunn med dricksvattenuttag bör vara 20 meter
- Kontaminerade askor bör inte användas närmare recipient med kapacitet att generera några kilo matfisk per år än 40 meter.
- Se upp med ytavrinning

Förslag till kontrollprogram

- Kontrollprogrammet syftar till att söka verifiera, alternativt falsifiera, prediktionerna ovan
- Om detta lyckas kan kontrollprogram utgå för senare projekt
- Utförs i anslutning till övriga behov av kontroll, vilka är:
 - ❖ Halt klorid i brunnsvattnet som inte får överskrida 100 mg klorid per liter
 - ❖ Halt kalium i brunnsvattnet som inte får överskrida 12 mg per liter
- Kommentar: Det går inte att motivera mätning av cesium-137 i brunnsvattnet med mindre än att gränsen för kalium överskrids (annat än möjligen för att få ökad kunskap)

Förslag till insatser

1. Tillgänglighet cesium-137 från olika askor, före och efter åldring
2. Transport av cesium-137 genom aska och mark med vatten med förhöjd salthalt
3. Data från pilotförsök med transport i aska och mark
4. Undersökning av jordmaterial

Viktigt att mäta vad som egentligen händer med cesium-137 i installationer i full skala