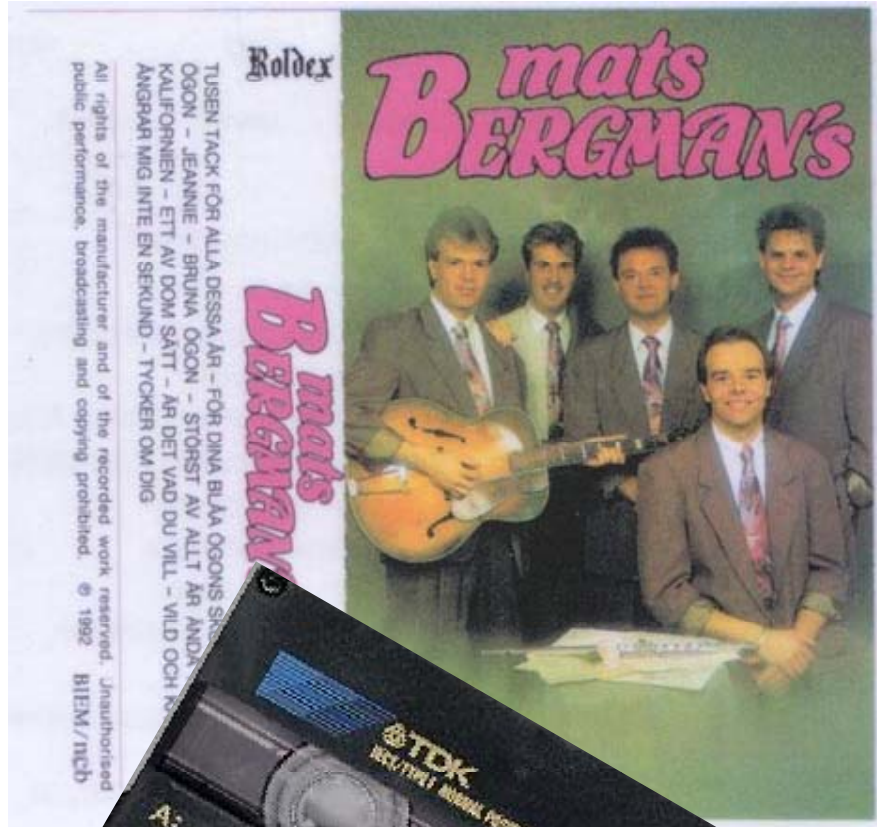


# Efterbehandling av lämningar från Falu gruva

Summering av "Faluprojektet", 1992-2007



Åsa Hanæus och Bo Ledin, GVT AB



1992



2007

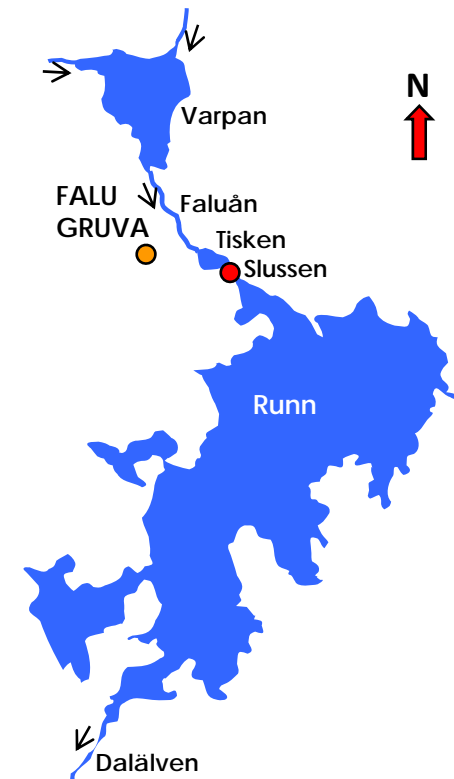


## Falun, tidigt 90-tal...

Utflyde från	Zink	Koppar	
<b>Stockholm*</b> till Stockholms ström	9	2,6	ton/år
<b>Falun</b> till sjön Runn	230	9,0	ton/år

\* Via dagvatten, grundvatten och avloppsutsläpp.

Innehåll i ytliga sediment	Zink	Koppar	
- runt Stockholms innerstad	290 - 860	85 - 300	mg/kg TS
- i centrala delar av sjön Runn	7 000	1 400	mg/kg TS
- i sjön Tisken	15 000	4 000	mg/kg TS



Data från "Falugruvas miljöhistoria", Lindeström, 2002  
samt från förstudien "Muddring av sjön Tisken", GVT AB, 2003.

## Hur tillkom Faluprojektet?

- ♀ **Gruvvattenrening** – koncessionsförhandlingar STORA – SNV 1976-84
- ♀ **Dalälvsdelegationen 1987 – Gruvavfallsprojektet 1989/90**
- ♀ **VARP-89, STORA**

”Utarbeta ett åtgärdsprogram för att rena Dalälven inom 10 år!”

- ♀ Avtal om efterbehandlingsåtgärder slöts 1992 mellan:

Falu kommun

Stora Kopparbergs Bergslags AB

Länsstyrelsen i Dalarnas län

Naturvårdsverket



För att utföra avtalets intentioner skapades det som kom att kallas *FALUprojektet*.

## Avtalet anger...

- ♀ Vilka underlagsutredningar som åtgärdsförslag, objektprioritering etc baseras på
- ♀ Prioritering av objekt att åtgärda – grupp 1, 2 och 3
- ♀ Att friheten är stor att välja åtgärdsmetoder, med hänsyn till teknikutveckling m m
- ♀ Att nya karteringar och uppföljningar som kan krävas, ska ingå i åtgärderna
- ♀ Former för arbetets ledning och genomförande
- ♀ Former för uppföljning och kontroll
- ♀ Tidplan – ca 15 år
- ♀ Totalkostnad och kostnadsfördelning STORA - staten



## Prioritering av objekt

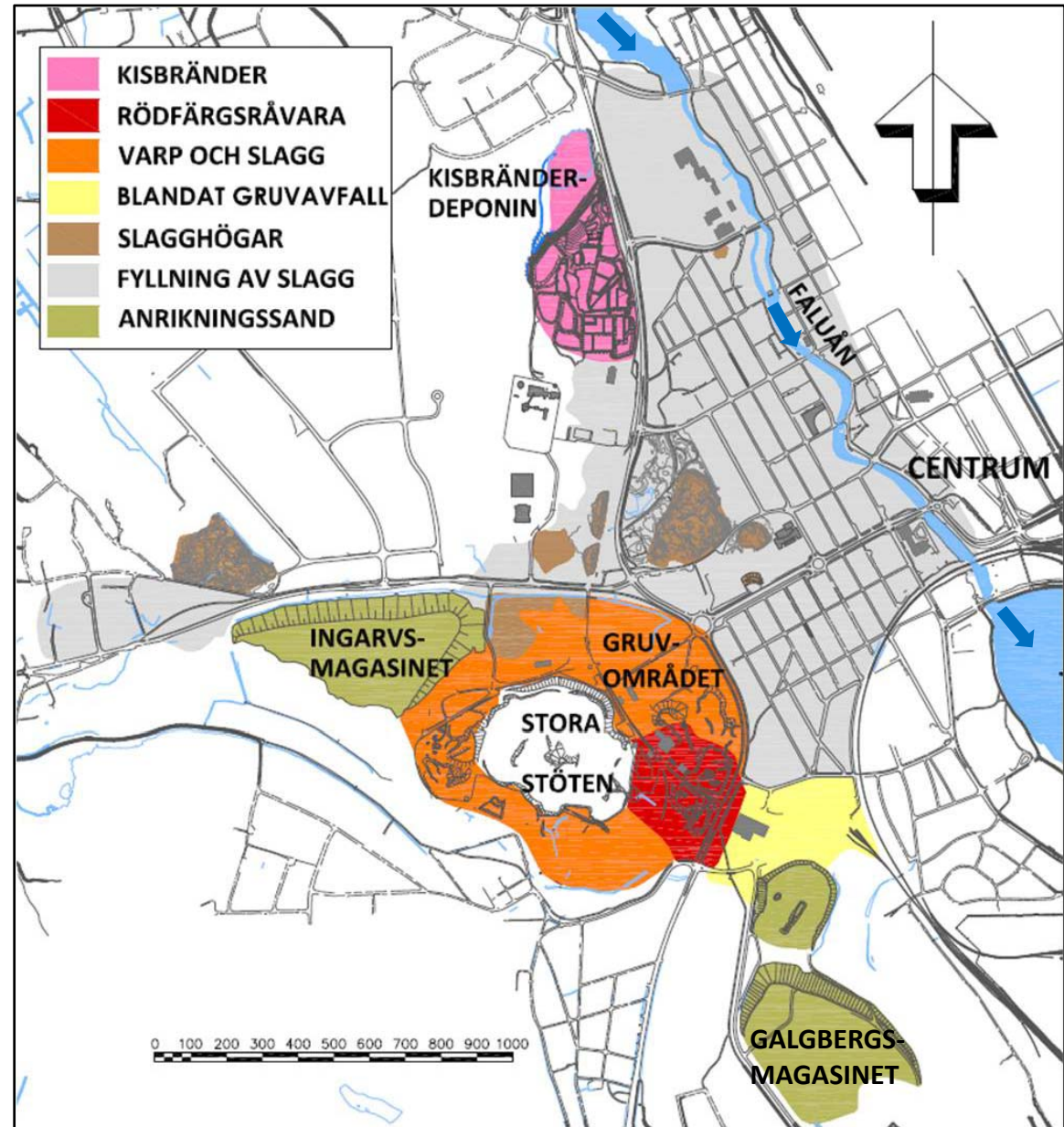
### Gruvavfallet i centrala Falun

Totalt ca 7 miljoner m<sup>3</sup>  
varav hälften slagg

Avfallssand - 2,6 Mm<sup>3</sup>

Kisbränder - 0,6 Mm<sup>3</sup>

Varp/rödfärgsråvara - 0,35 Mm<sup>3</sup>



## Prioritering av objekt - Metallutsläpp

KÄLLA	Zink (ton/år)	Koppar (ton/år)	Kadmium (kg/år)	
Kisbränderdeponin	145	2,1	160	●
Nya sandmagasinet (Ingarvsmagasinet)	90	7	150	●
Norra industriområdet	7	1,0	1,5	●
Slaggfyllning, östra staden	<0,1	<0,2	<0,1	
Slaggfyllning, västra staden	2,5	0,3	1,5	●
Slagg, fria högar	3	0,5	4	●
Slagg Vällan/Korsgården	2	0,3	0,1	●
Gruvområdet , varp	30	3,5	29	●
Gruvområdet, rödfärgsråvara	30	3,5	29	●
Galgbergsmagasinet	10	1	17	●
Främbyverket (renat gruvvatten)	25	0,4	20	

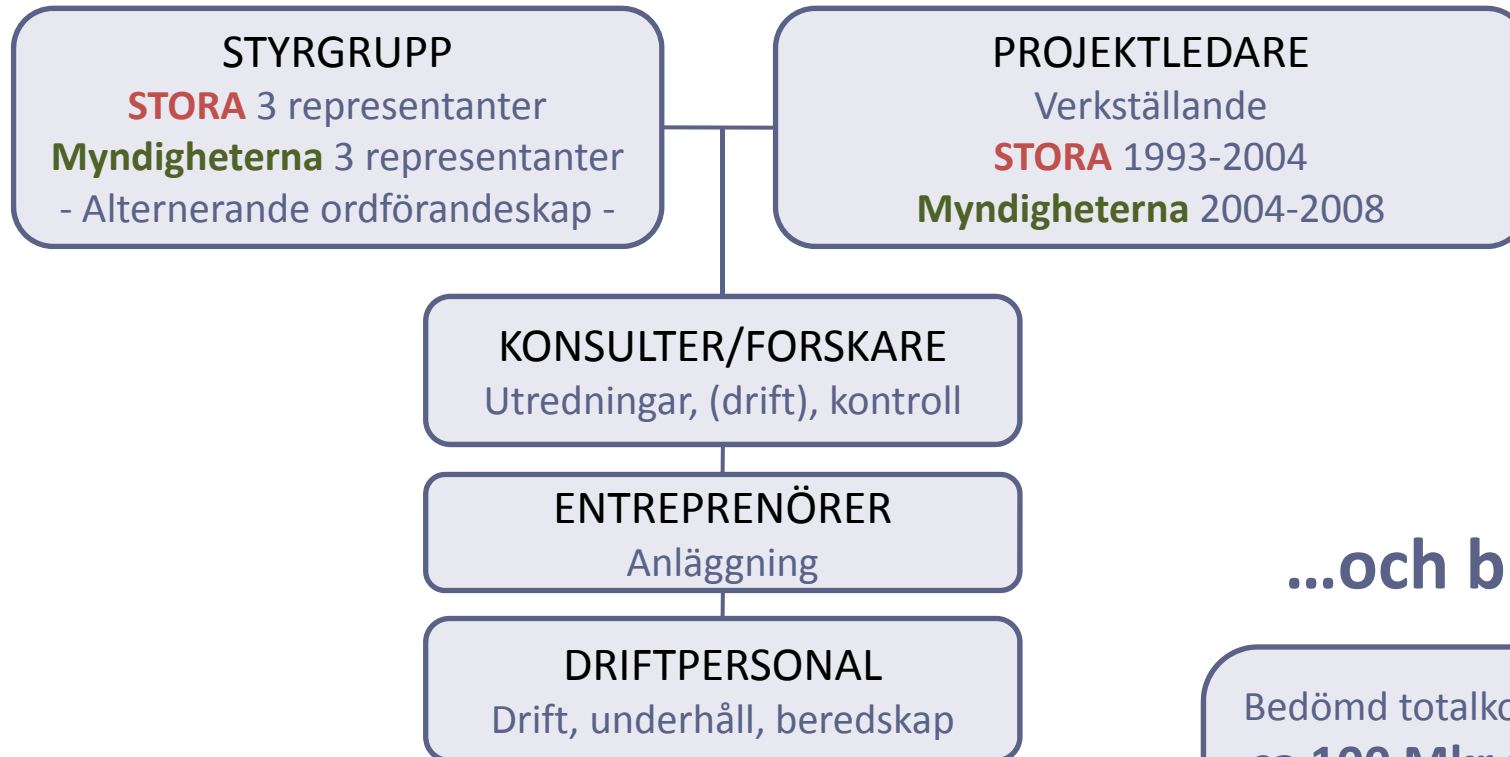
Prioritetsgrupp 1

Prioritetsgrupp 3

Prioritetsgrupp 2

Sluttäckt av  
STORA ENSO  
1989-97

## Organisation....



## ...och budget

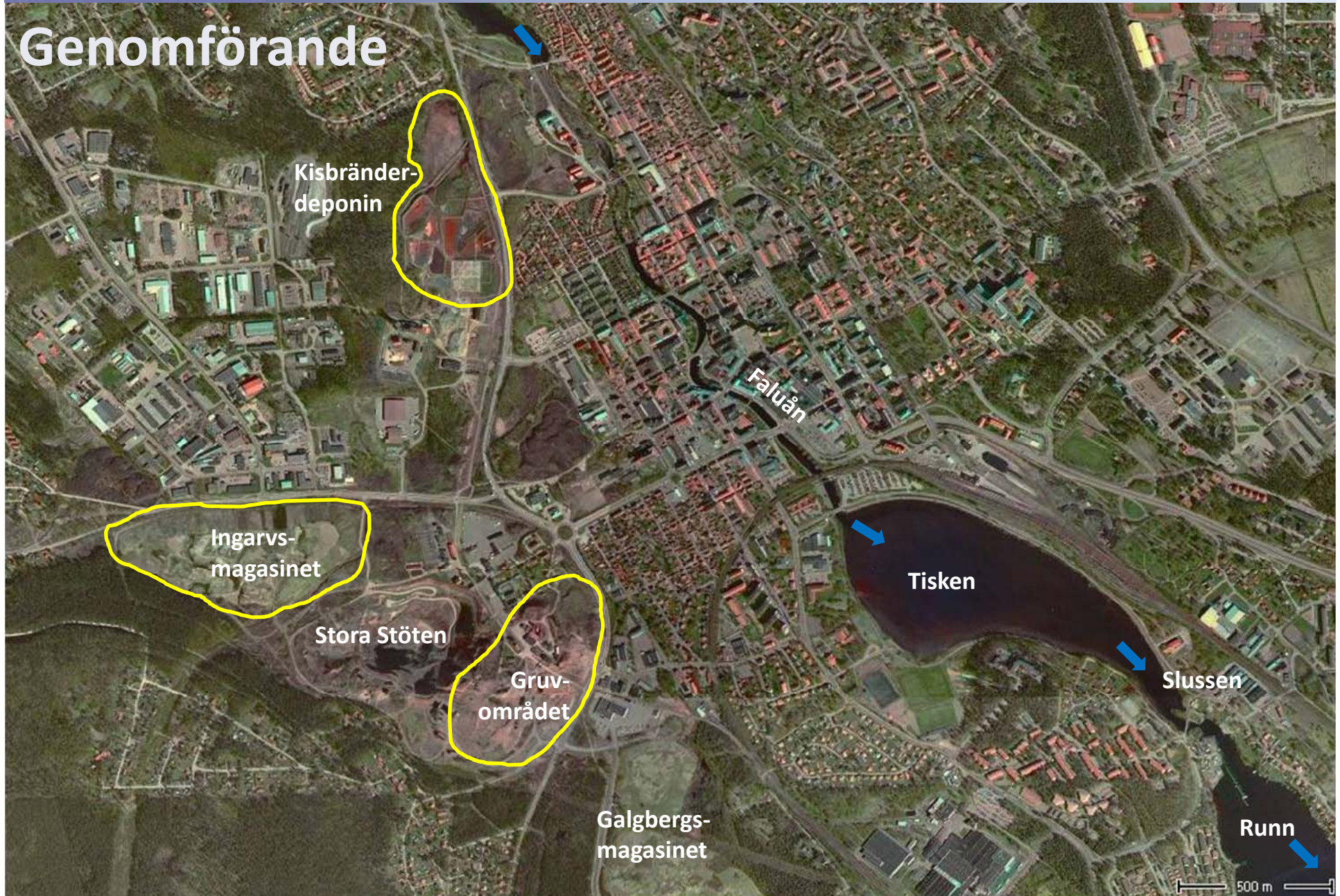
Bedömd totalkostnad (1992)  
ca 100 Mkr plus index

♀ 60 Mkr STORA

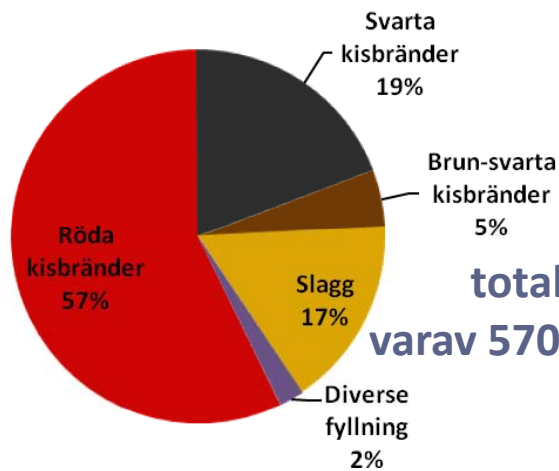
♀ 40 Mkr Staten



# Genomförande



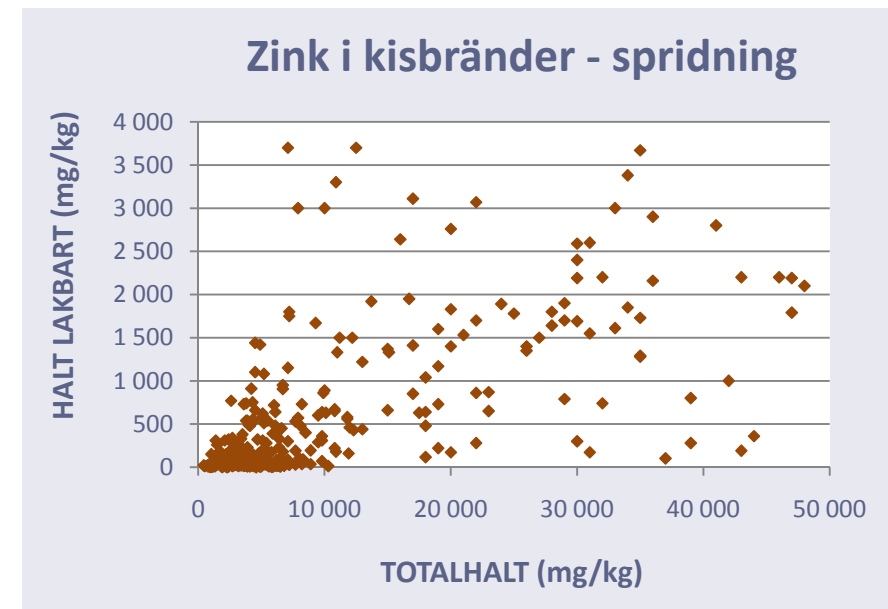
## Kisbränderdeponin – Kartläggning



totalt 700 000 m<sup>3</sup> avfall  
varav 570 000 m<sup>3</sup> kisbränder

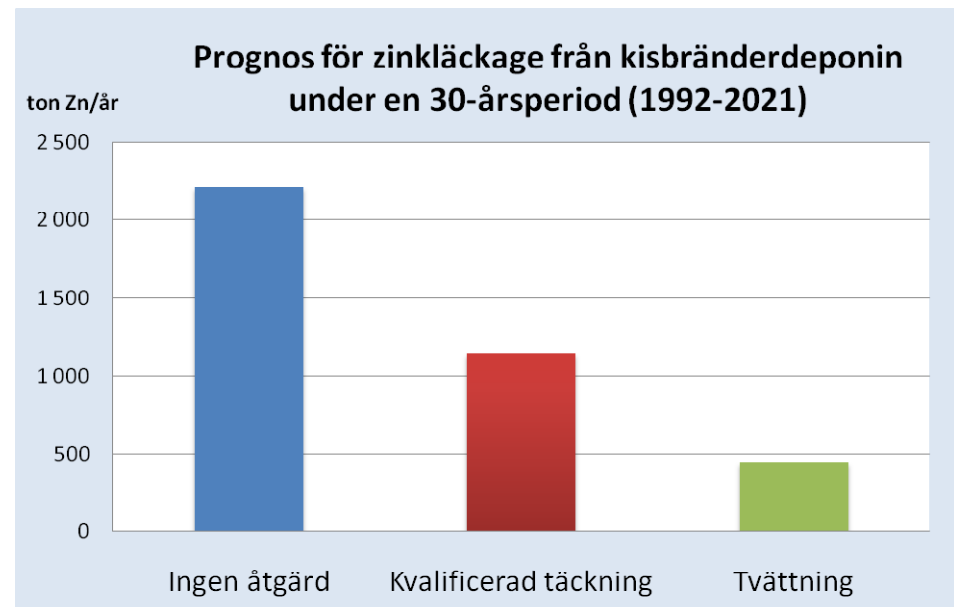
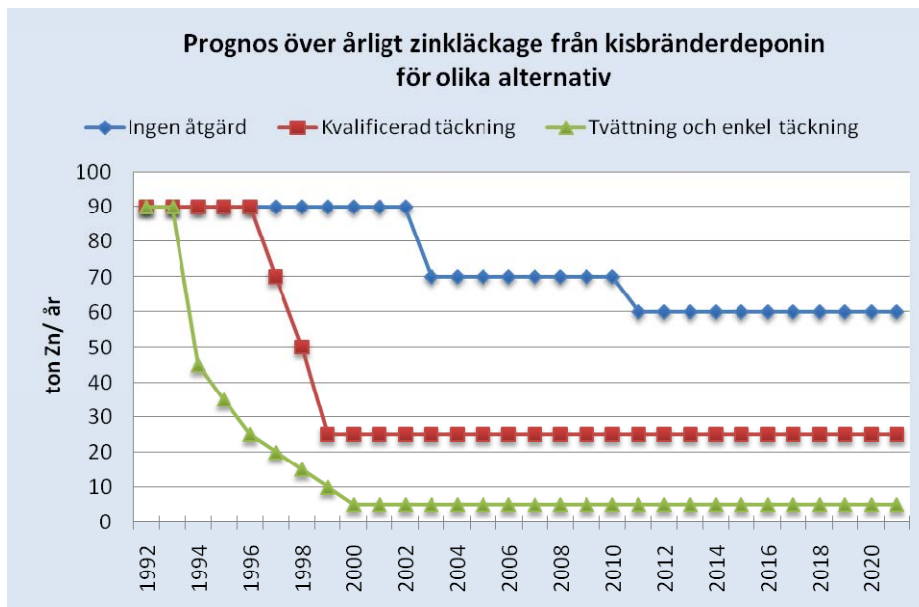
Totalt ca 2 000  
lakprover utförda  
före-under-efter  
åtgärd

MEDEL AV 335 PROVER	Zink	Koppar	Kadmium
Totalhalt (mg/kg)	12 000	1 800	50
Lakbar halt (mg/kg)	1 900	20	10
Beräknad mängd lakbart	1 800 ton	22 ton	9 ton



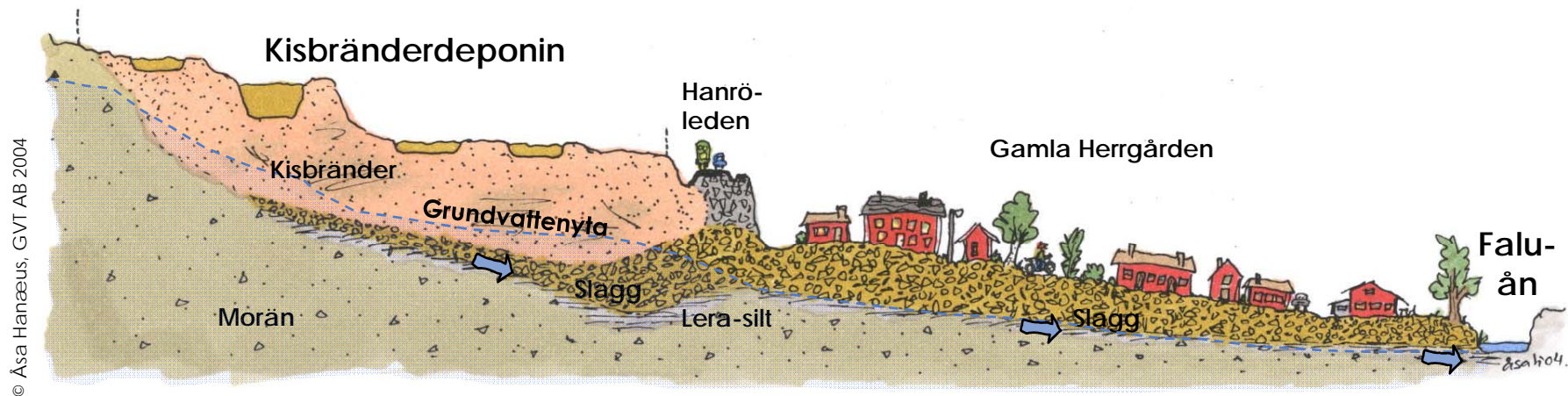
## Kisbränderdeponin – Val av åtgärdsmetod

- ♀ Mål: 90% reduktion av metallutsläppen
- ♀ Utgångspunkt: Kvalificerad sluttäckning och avskärmning av inläckande yt- och grundvatten
- ♀ Huvudalternativ: Tvättning in situ



# Kisbränderdeponin – Val av åtgärdsmetod

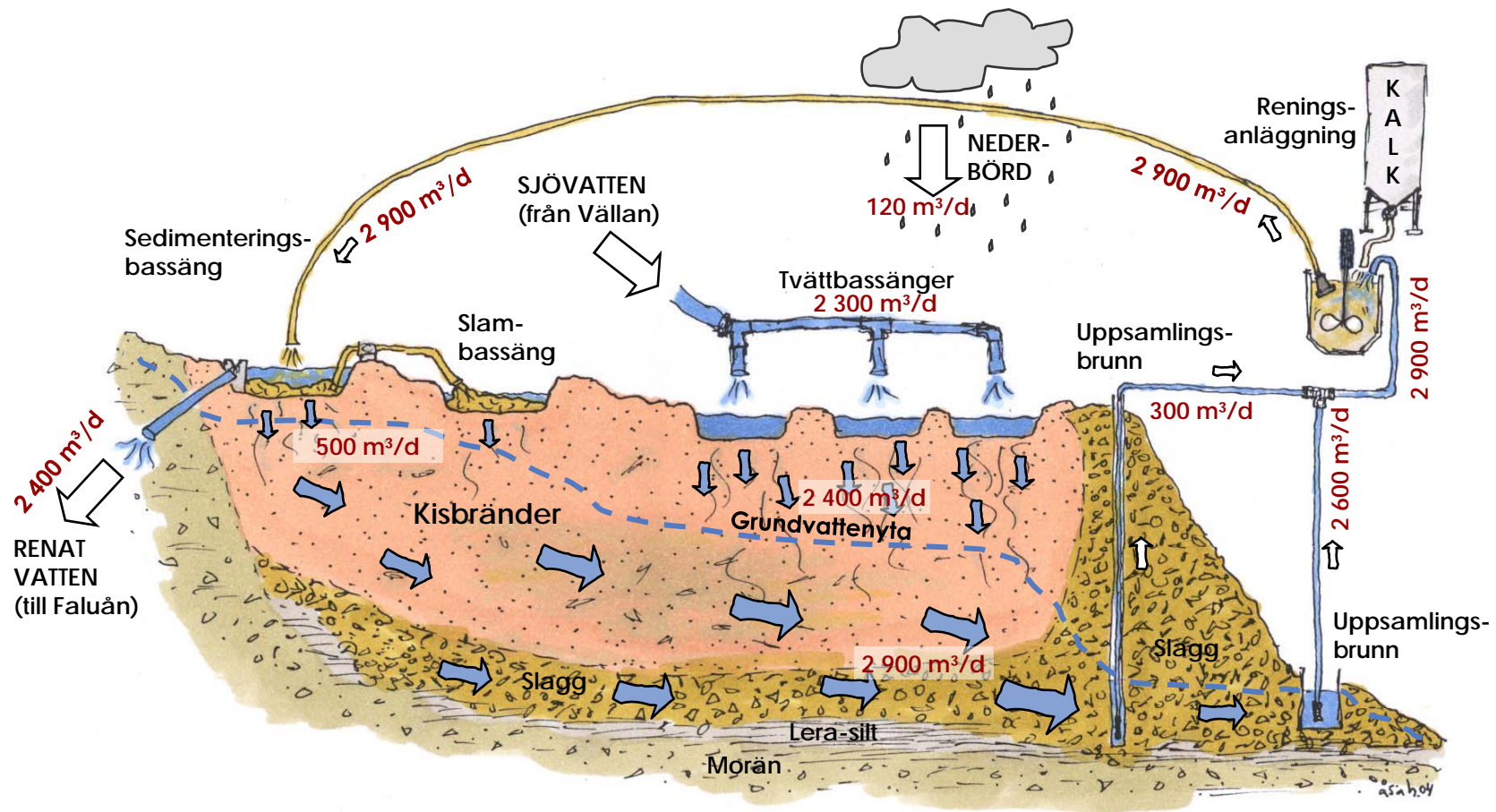
Hydrogeologiska förutsättningar för tvättning



© Åsa Hanæus, GVT AB 2004

- ♀ Kisbrändernas permeabilitet och metallernas vattenlöslighet
- ♀ Underliggande, "dränerande" lager av slagg
- ♀ Naturlig mark - jordar med låg genomsläpplighet
- ♀ Tillgång till tvättvatten (inklusive ledning)
- ♀ Tillgång till lokaler och i viss mån processutrustning för vattenrening

## Kisbränderdeponin – Tvättning in situ



## Kisbränderdeponin – Sluttäckning



Sluttäckningens täthet utvärderas med 6 st lysimetrar à 70-80 m<sup>2</sup>  
Resultaten hittills indikerar klart < 50 liter per m<sup>2</sup> och år

## Kisbränderdeponin – Tvättning in situ



Sprinkling av Skålpussenområdet

## Kisbränderdeponin – Sluttäckning



Sluttäckningens täthet utvärderas med 6 st lysimetrar à 70-80 m<sup>2</sup>  
Resultaten hittills indikerar klart < 50 liter per m<sup>2</sup> och år



## Ingarvsmagasinet

i drift 1982-1993.

Material	Volym	Andel
Anrikningssand	600 000 m <sup>3</sup>	49%
Gråberg i vallarna	200 000 m <sup>3</sup>	16%
Gråberg på magasinet	150 000 m <sup>3</sup>	12%
Gråberg i magasinet	100 000 m <sup>3</sup>	8%
Sand från Galgberget	50 000 m <sup>3</sup>	4%
Kisbränder	30 000 m <sup>3</sup>	2%
Metallhydroxidslam	25 000 m <sup>3</sup>	2%
Övrigt material, sand	70 000 m <sup>3</sup>	6%
<b>Summa</b>	<b>1 225 000 m<sup>3</sup></b>	<b>100%</b>

37%

## Ingarvsmagasinet - Sluttäckning



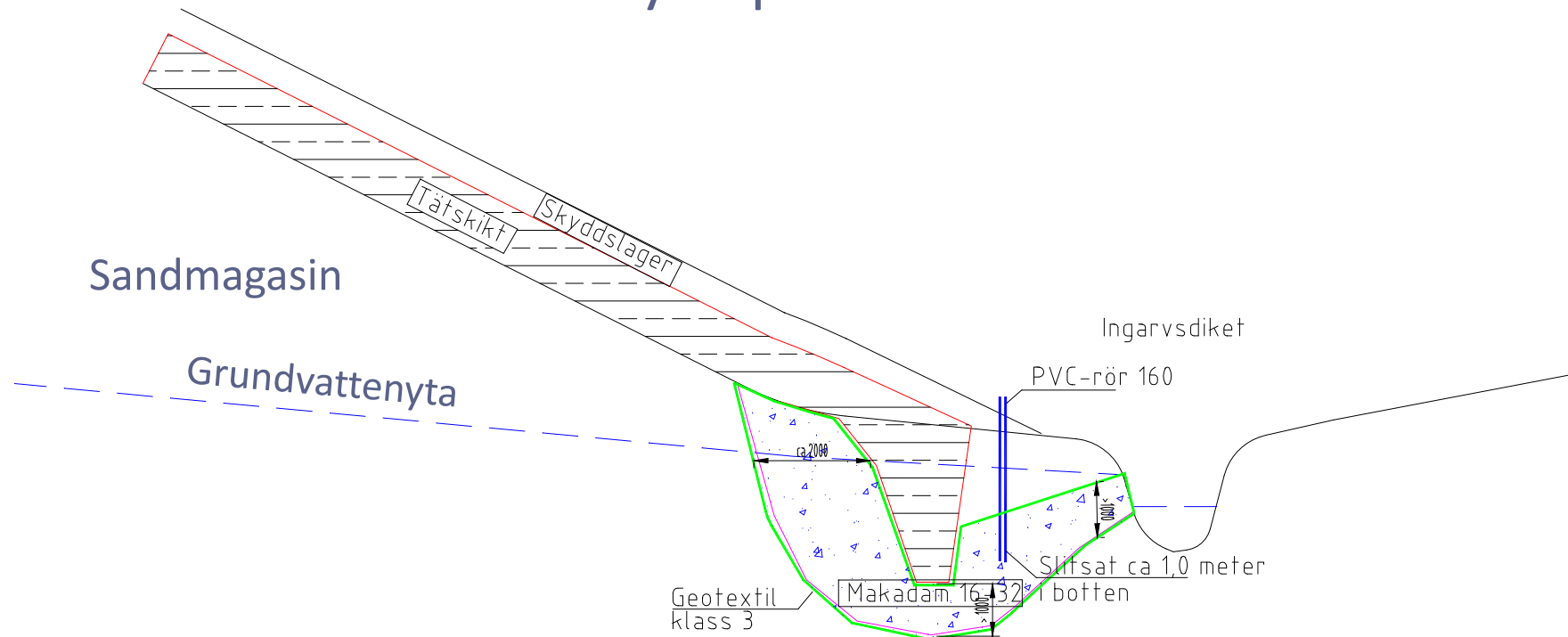
- ♀ Sluttäckning utförd 1997-2005.
- ♀ Ca 20 000 m<sup>2</sup> per år.
- ♀ Totalt ca 16 ha.
- ♀ Täckningsmetoden utvecklad för Galgbergsmagasinet.
- ♀ Hindra nedträngning av **syre** och vatten.
- ♀ Aska och bioslam från Kvarnsvedens pappersbruk (Borlänge).
- ♀ Blandningsstation i Kvarnsveden, transport med lastbil till Falun.
- ♀ Utläggning i skikt med grävmaskin, packning med överfarter.
- ♀ Kontroll av permeabilitet - rutnät 20 x 20 m<sup>2</sup>.



# Ingarvsmagasinet

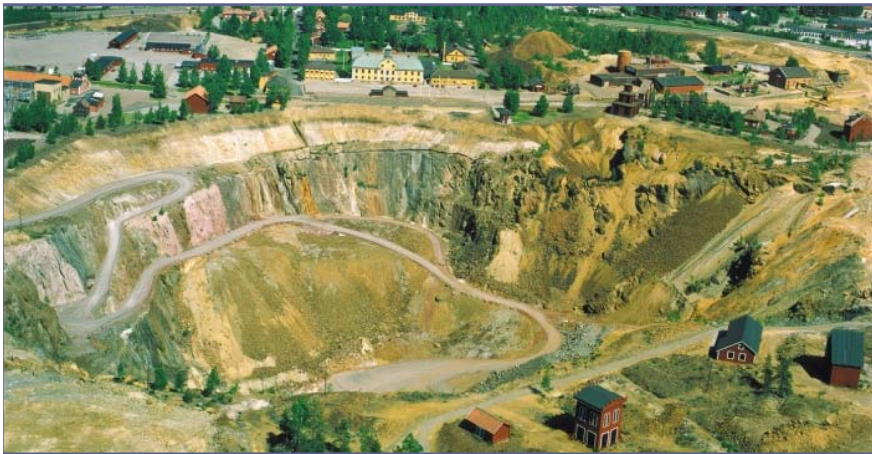
## Dräneringsanordningar (5 st) i släntfot

Funktion: syrespärr – "vattenlås"



## Gruvområdet

Länspumpningsvatten från gruvan leds sedan 1987 till reningsverk.

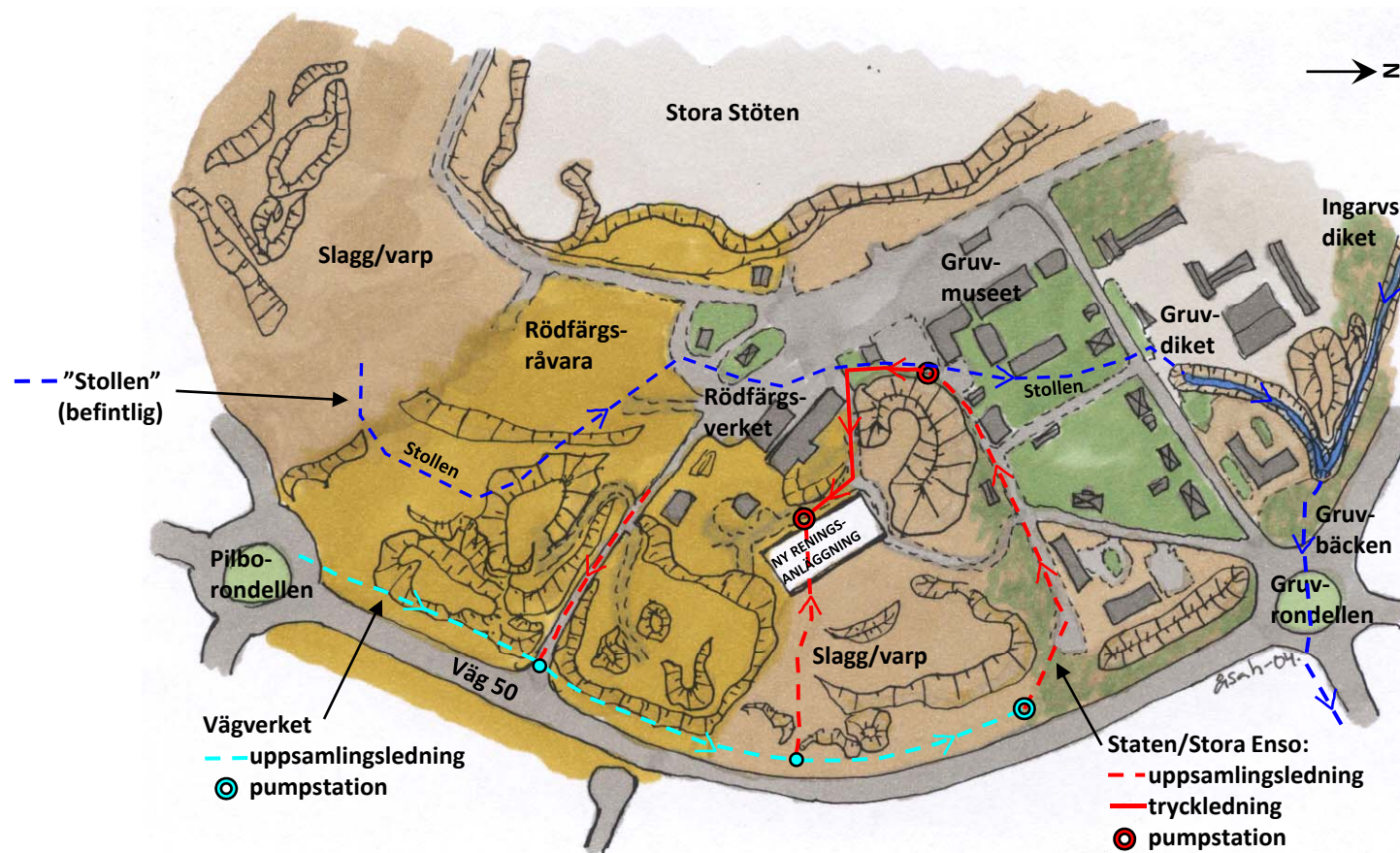


### Inom ramen för Faluprojektet:

- ♀ Stegvis flytt av rödfärgsråvara (vittrad varp) innanför Stora Stötens "avsänkningstratt"
- ♀ Avskärande dräneringen för inflödande grundvatten



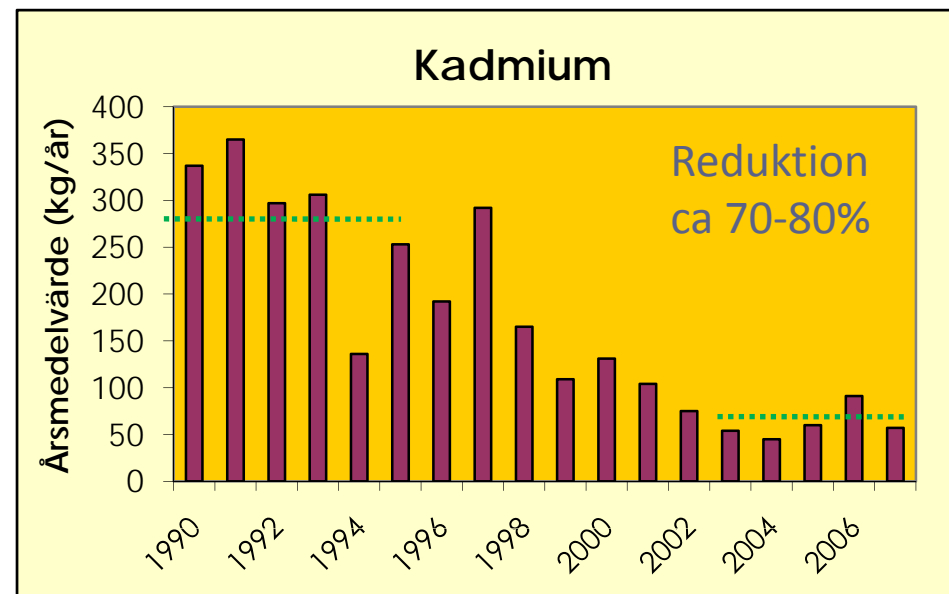
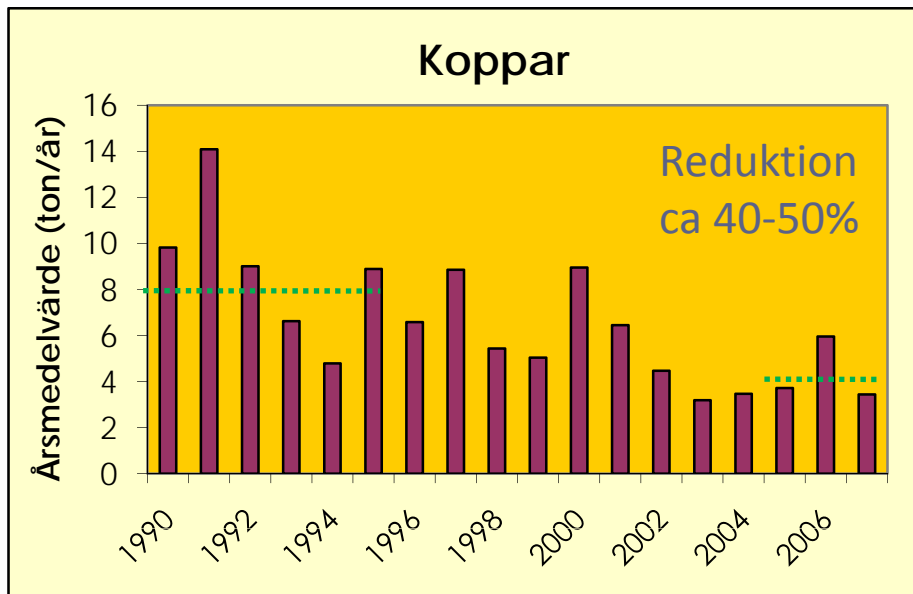
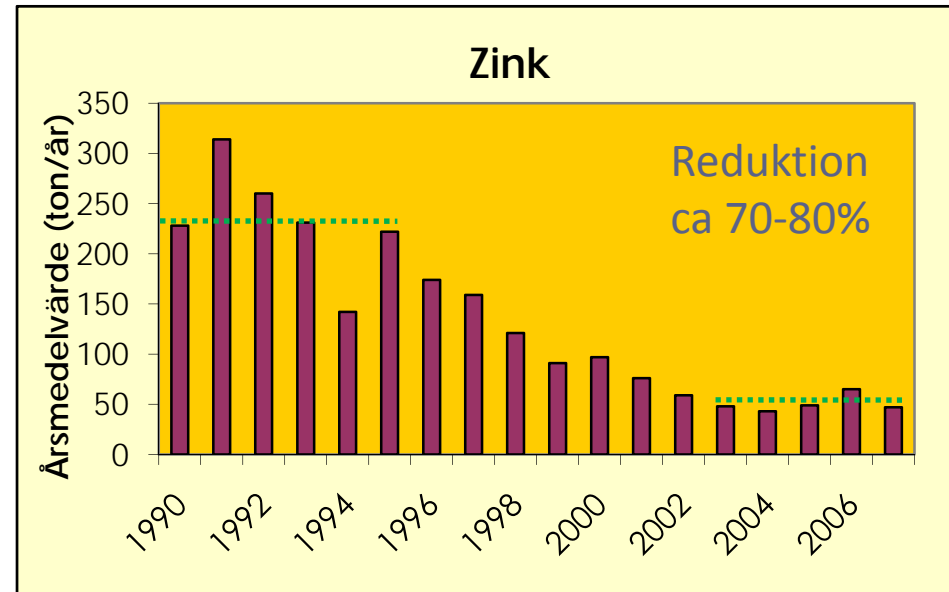
## Gruvområdet – lakvattenuppsamling och rening (ligger utanför Faluprojektet)





# Uppföljning – Metaltransporter

Mätpunkt Slussen 1990 - 2006



## Uppföljning - Metalltransporter

### Ingarvsmagasinet

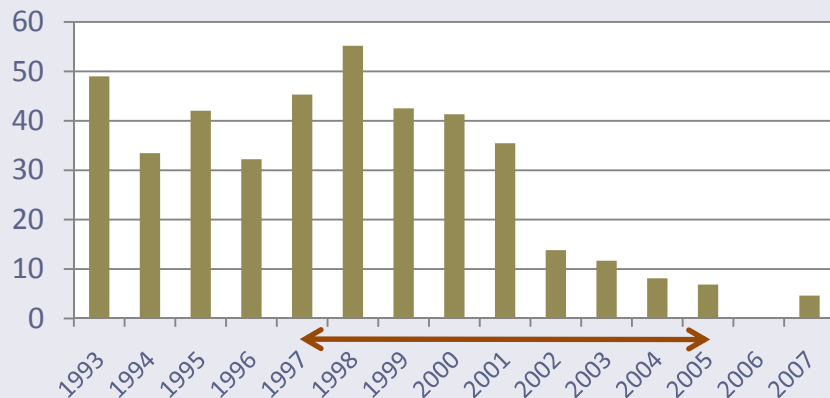
Utläckage	Före [ton/år]	Efter [ton/år]	Red.
Zink	ca 40	ca 7	>80%
Koppar	2-3	0,10-0,15	>95%

### Kisbränderdeponin

Efter täckning?

Utläckage	Före [ton/år]	Efter tvätt [ton/år]	Red.
Zink	120	10	>95%
Koppar	2,1	0,15	>90%

Ingarvsdiket - Zink (ton/år)



Tvätt-effekt	Före tvätt (lakbart)	Urtvättat	Red.
Zink	1 750 ton	1 460 ton	80%
Kadmium	4 ton	2 ton	50%
Koppar	32 ton	26 ton	80%

♀ 2 900 ton tungmetaller borttvättade (inkl järn)

♀ Kostnad för tvätt:

- 23 kr/kg tungmetall, inkl järn
- 44 kr/kg tungmetall, exkl järn

## Uppföljning - Miljöeffekter

- ♀ Biologiska undersökningar utförda inom ramen för Dalälvens vattenvårdsförening (DVVF)
- ♀ Utvärdering pågår!
- ♀ Inte självklart ett samband metallutsläpp till vatten och effekter på växter och djur
  - Utfällning av järnföreningar
  - Ekosystemets anpassning, långvarig exponering
  - Balansen mellan metaller påverkar effekten



## Uppföljning - Kostnader

KOSTNADER 1993 - 2008	Belopp	Andel	Nyckeltal
Täckning av Ingarvsmagasinet	18 Mkr	16%	115 kr/m <sup>2</sup>
Tvättning av kisbränderområdet	66 Mkr	58%	68 kr/ton 116 kr/m <sup>3</sup>
Täckning av kisbränderområdet	12 Mkr	11%	119 kr/m <sup>2</sup>
Gruvområdet - Omförflyttning rödfärgsråvara, avskärmning grundvatten	0,9 Mkr	0,8%	
Diverse mindre åtgärder	0,2 Mkr	0,2%	
Administration och provtagning (gemensam)	17 Mkr	15%	
<b>TOTALT</b>	<b>114 Mkr</b>		

### KOSTNADER EFTER 2008

7 Mkr avsatta för framtida uppföljning av åtgärderna

### KOSTNADSFÖRDELNING

♀ Stora Enso 60%  
♀ Staten 40%

## Rapportering av Faluprojektet

- ♀ Rapporter klara efter sommaren
- ♀ Publiceras troligen i NV:s rapportserie
- ♀ Sammanfattande huvudrapport
- ♀ Underlagsrapporter om:
  - *Kisbränderdeponin*
  - *Ingarvsmagasinet*
  - *Gruvområdet*
  - *Faluprojektets tillkomst*
  - *Miljöeffekter*