

FRIST

Provtagningsstrategi ur ett
nyttoperspektiv

Pär-Erik Back

Institutionen för geologi och geoteknik
Chalmers Tekniska Högskola
Göteborg

Geo Innova AB
Linköping

Innehåll

- Kort om FRIST
- Alternativa synsätt på provtagning
- Beslutsanalys och provtagningens värde
- Exempel
- Kort om pågående värderingsprojekt

FRIST – Forum for Risk Investigation and Soil Treatment

Kompetenscentrum för efterbehandling av förorenade områden



GARANTERAD ÅTERVINNING



CHALMERS



STENA

Vetenskaplig inriktning

- Riskanalys, riskvärdering och ekonomisk beslutsanalys för val av undersöknings- och efterbehandlingsstrategier
- Teknikutveckling av efterbehandlingsmetoder
- Juridik, tillståndsfrågor och prioritering

www.frist.chalmers.se

Hur mycket ska man undersöka?

”Som statistiker får man ofta den enkla och praktiska frågan: Hur många prov ska jag ta? Det är en fråga som är generande svår att svara på”.

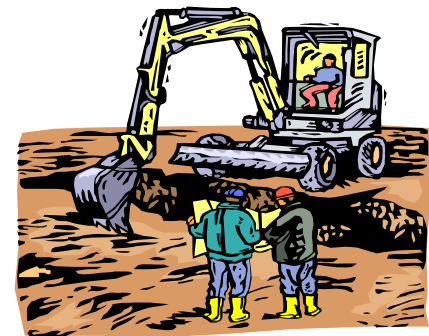
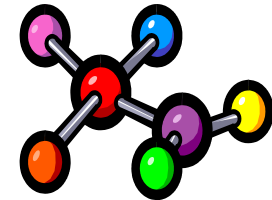
Dennis V. Lindley, statistiker

Varför är det så svårt?

- Moment 22: Antalet prov beror på variabiliteten, men det är bl.a. den vi vill undersöka!
- Vad är syftet med provtagningen?
- Hur säkra vill vi vara?
- Hur mycket pengar har vi?

Alternativa synsätt

- ~~”Nice to know”~~
 - ~~ny kunskap har ett värde i sig även om vi inte direkt ser användningen~~
 - ~~grundforskarens synsätt~~
- ”Need to know”
 - ny kunskap måste kopplas till ett beslut och har ett värde bara om beslutet kan påverkas
 - praktikerns synsätt



Angreppssätt

- Traditionellt:
 - minimera osäkerheten med given budget
 - minimera kostnaden för att nå en önskad precision
- Kostnadseffektivitet:
 - nyttan av nya data ska vara större än undersökningskostnaden

Traditionellt synsätt: Antal prov – Skattning av medelhalt

Minsta antal prov baserat på konfidensintervall:

$$n = \left(\frac{t_{95;n-1} \cdot s}{e} \right)^2$$

$t_{95;n-1}$ från t-fördelning, 95% dubbelsidigt konf.intervall

e = är acceptabelt maximalt fel i medelvärdet

s = standardavvikelsen (okänd)

$$s \approx \frac{\max - \min}{4}$$

← "gissade" värden i
avsaknad av mätdata

Traditionellt synsätt: Antal prov – Sökning efter "hot spot"

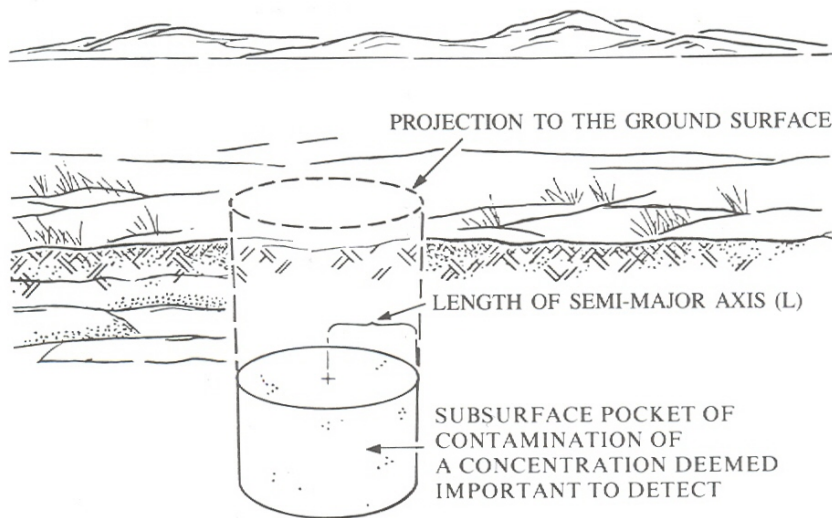


Figure 10.1 Hypothetical subsurface pocket of contamination (after Gilbert, 1982, Fig. 1).

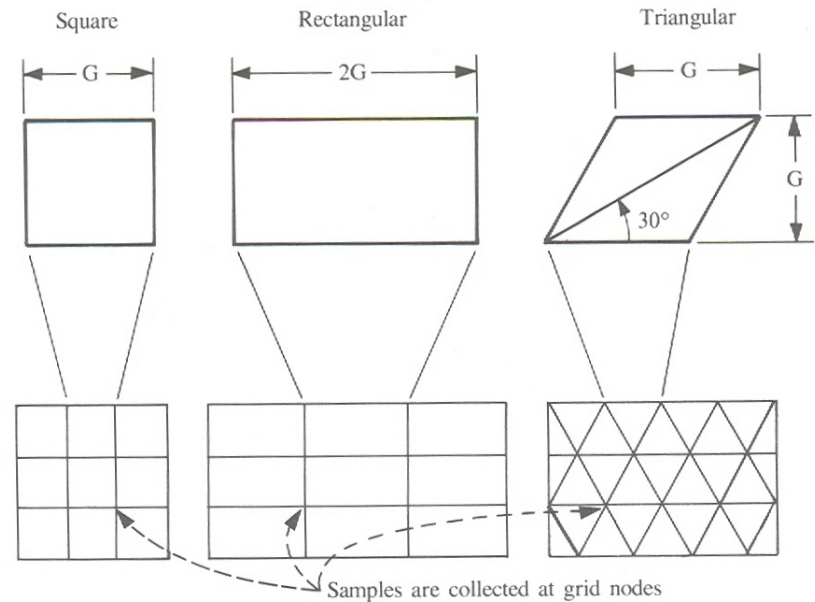


Figure 10.2 Grid configurations for finding hot spots (after Zirschky and Gilbert, 1984, Fig. 1).

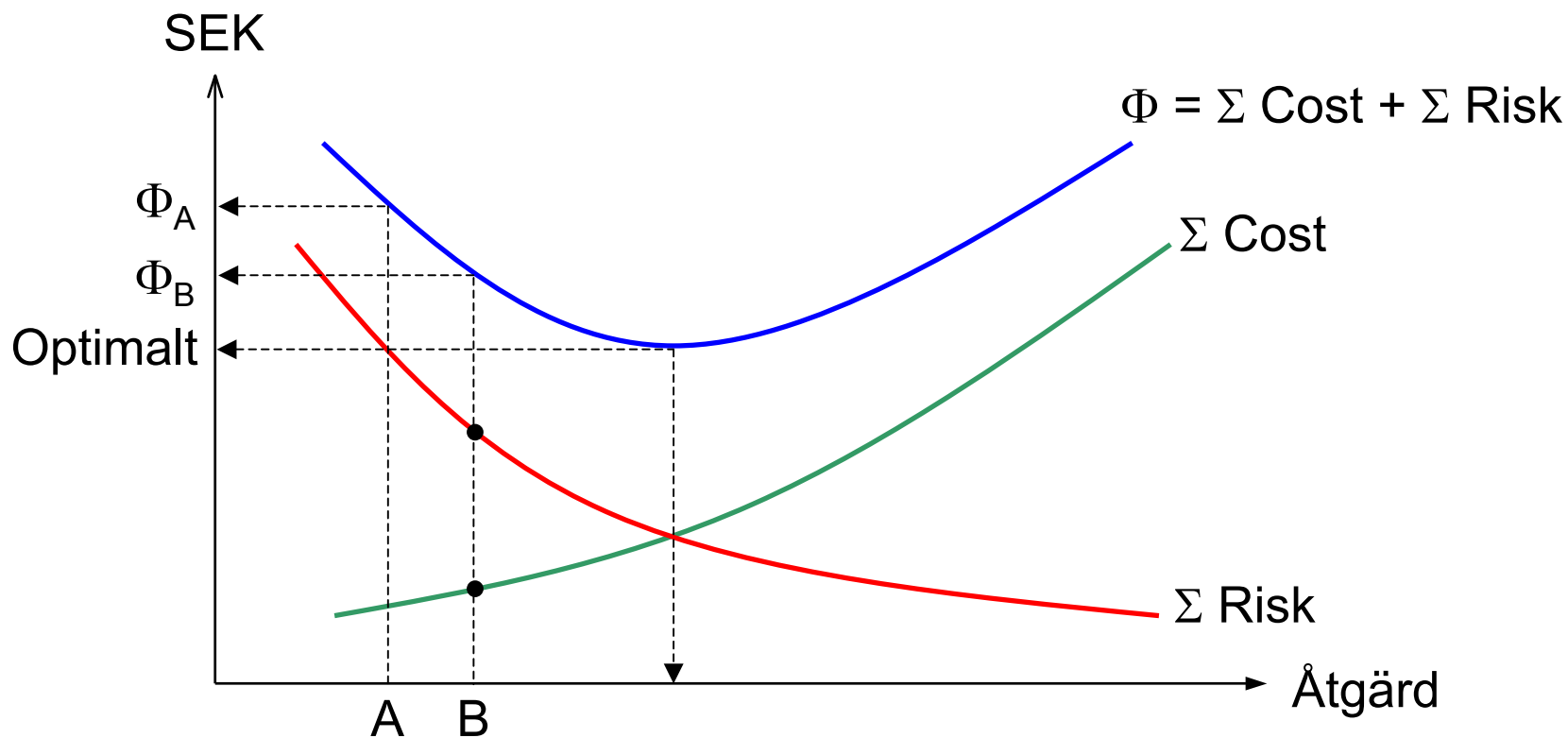
Från Gilbert (1987): Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring

Principer för provtagning ur ett nyttoperspektiv

Uppskattning av provtagningens värde:

- Provtagningens syfte måste tydligt definieras.
- Någon typ av beslut ska fattas, t.ex. gräva/ej gräva.
- Besluts Kriterium måste definieras.
- Vid felaktigt beslut uppkommer en kostnad; misslyckande-kostnad.
- Osäkerheter i dataunderlaget ger en viss sannolikhet för felaktigt beslut. Ett provtagningsprogram minskar osäkerheterna och därmed den förväntade kostnaden.
- Minskning i förväntad kostnad = provtagningens värde

Riskbaserad beslutsanalys



Förväntad kostnad:
$$\Phi_i = \sum_{t=0}^T \frac{1}{(1+r)^t} [C_i(t) + R_i(t)]$$

Provtagningens värde

$$EVI = \Phi_{\text{prior}} - \Phi_{\text{preposterior}}$$

EVI = Expected Value of Information
(Förväntat datavärde)

Φ_{prior} = Förväntad kostnad med dagens kunskap

$\Phi_{\text{preposterior}}$ = Förväntad kostnad med ny kunskap
från provtagning

Provtagningens nettovärde

$$ENV = EVI - C_{\text{sampling}}$$

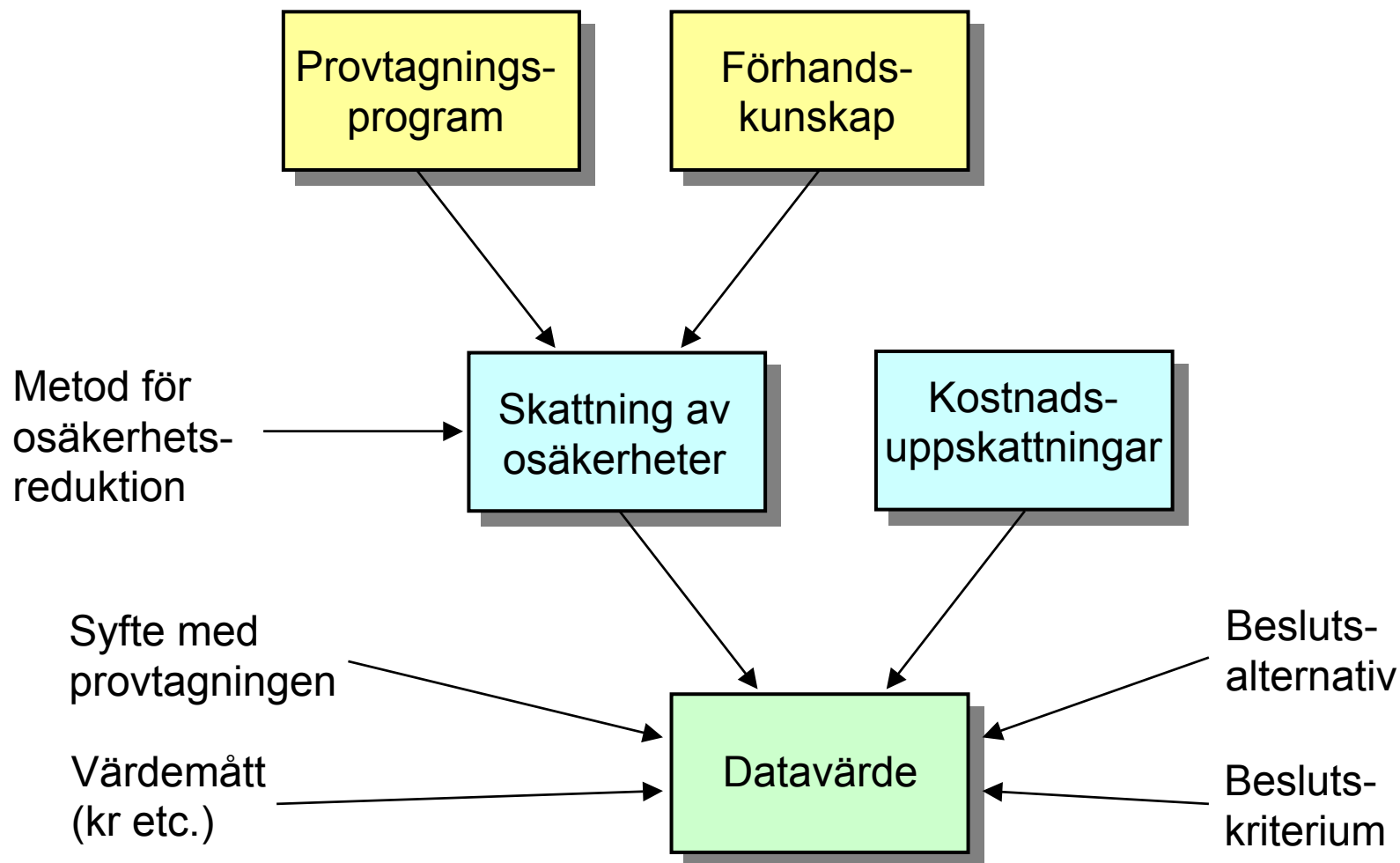
ENV = Expected Net Value (Förväntat nettovärde)

EVI = Expected Value of Information
(Förväntat datavärde)

C_{sampling} = Provtagningskostnad

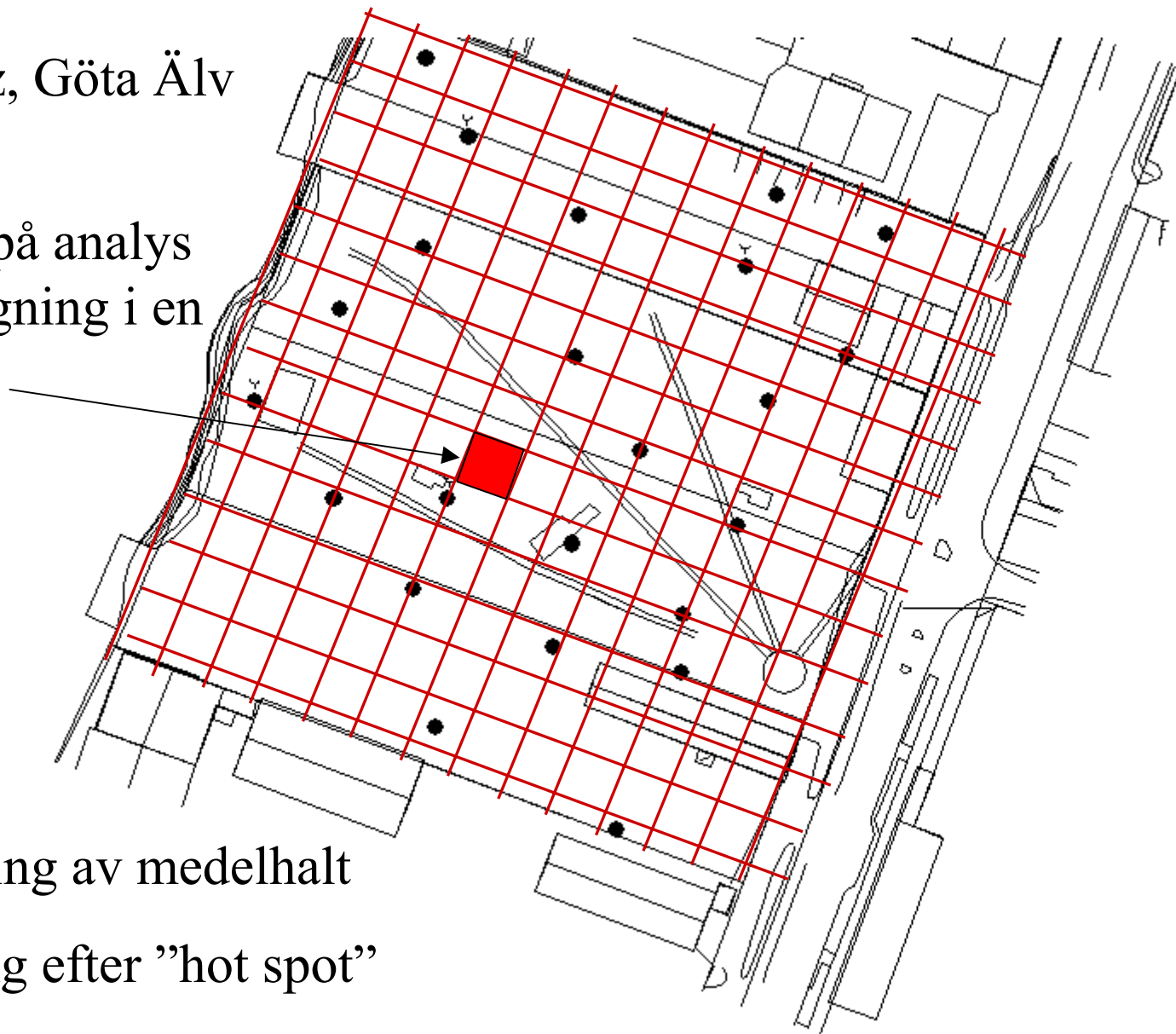
Provtagningen är lönsam om nettovärdet är positivt.

Princip för datavärdesanalys



Wockatz, Göta Älv

Exempel på analys
av provtagning i en
cell:



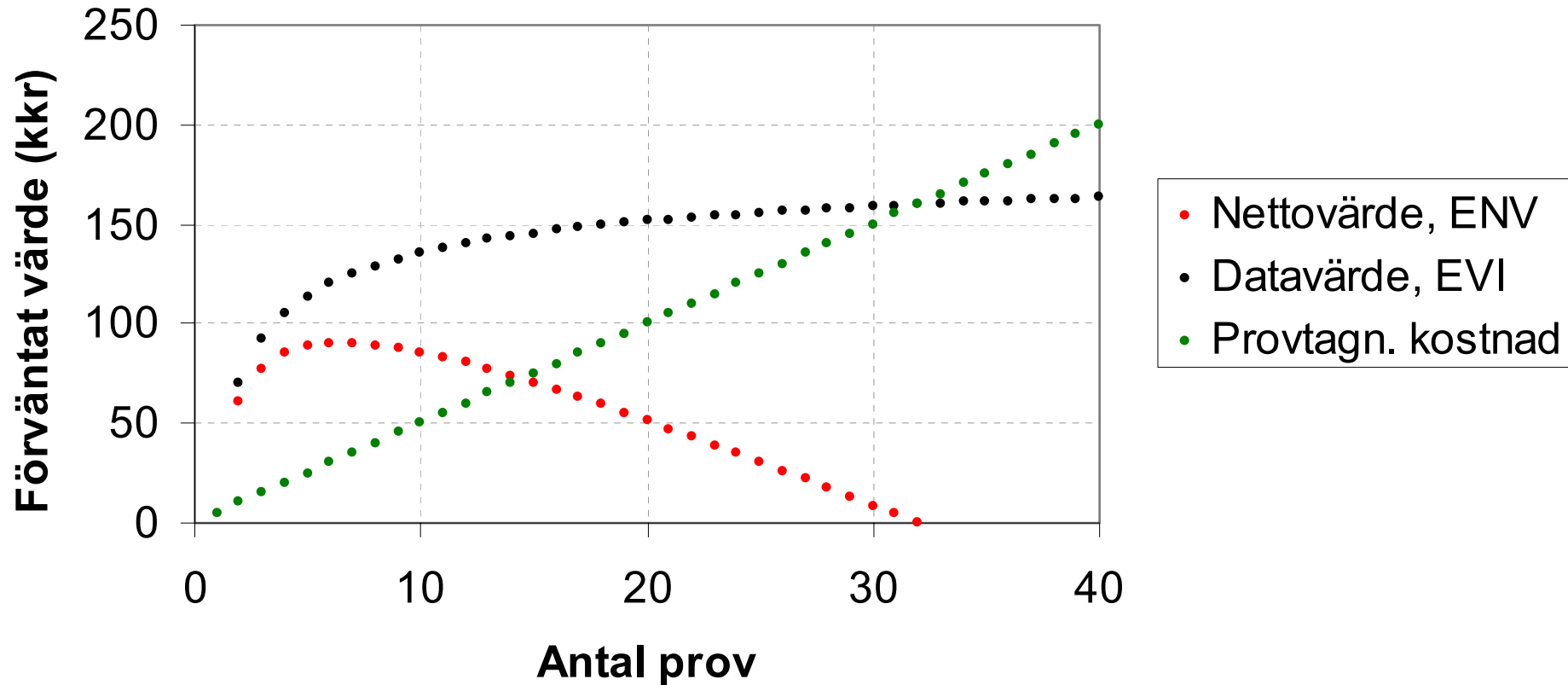
A: Skattning av medelhalt

B: Sökning efter "hot spot"

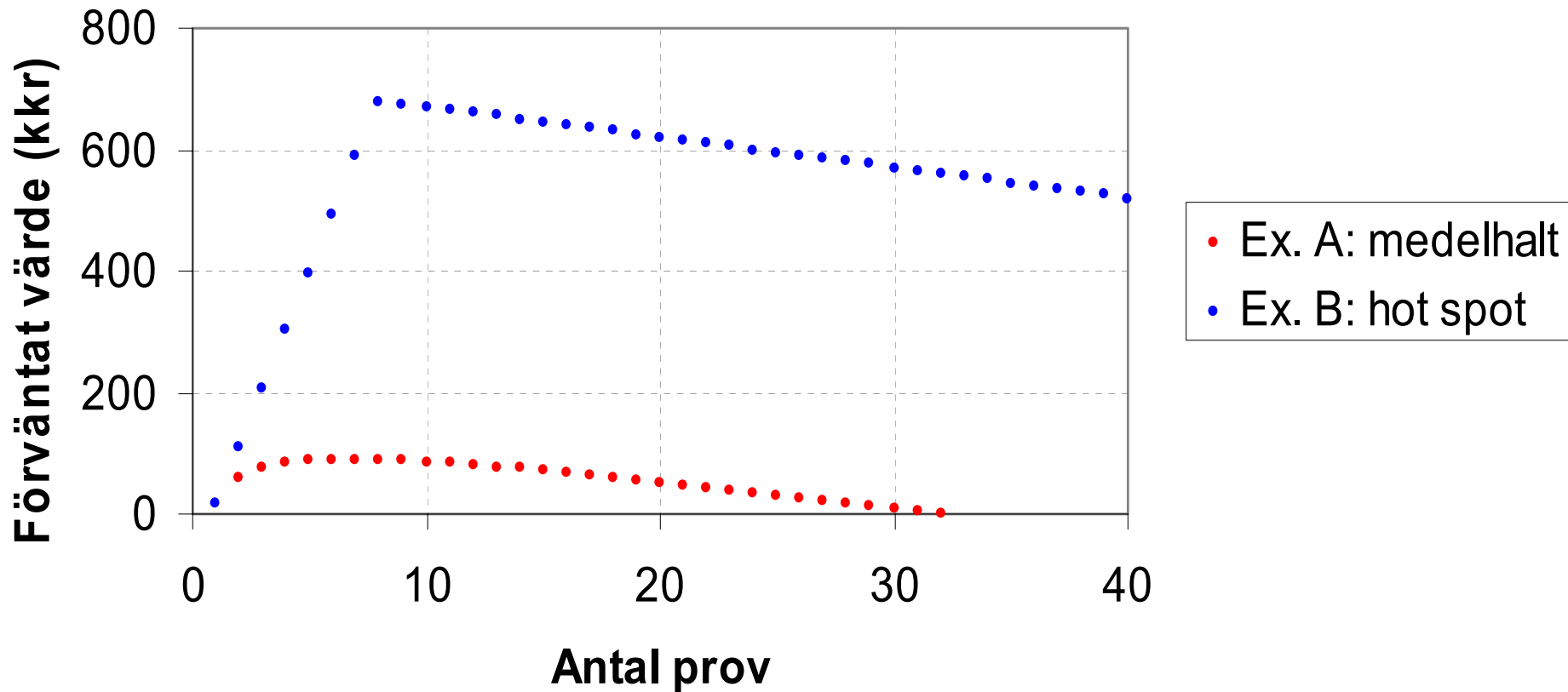
Två syften, samma provtagning

	Exempel A	Exempel B
Syfte	medelhalt	hitta hot spot
Beslut	gräv/gräv ej	gräv/gräv ej
Beslutskriterium	>700 mg/kg	hot spot, $r = 2$ m
Misslyckande	$C > 700; x_m < 700$	missar hot spot
Förhandskunska.	troligt: $C = 200$	$P(\text{hot spot}) = 0.2$
Åtgärdskostnad	1000 kkr	1000 kr
Misslyck.kostn.	5000 kkr	5000 kkr
Provtagn.kostn.	5 kkr per prov	5 kkr per prov

Provtagningsprogram för att bestämma medelhalt i en cell (Exempel A)



Nettovärde av ett provtagningsprogram - Två olika syften



Några iakttagelser om kostnadseffektiviteten

- beror på hur vi definierar provtagningens syfte.
- är kraftigt beroende av hur vi värderar kvarlämnade föroreningar i mark och grundvatten.
- påverkas av vår roll och vårt synsätt:
Samhälle, kommun, problemägare, konsult, entreprenör...

Värdering av risker vid val av kostnadseffektiva åtgärdsstrategier

- Finansierat av Naturvårdsverket (Hållbar sanering)
- Deltagare:
 - FRIST: Lars Rosén, Pär-Erik Back
 - SWECO VIAK: Lars Grahn, Helen Eklund
 - Enveco Miljöekonomi: Tore Söderqvist, Åsa Soutukorva

Exempel på kostnader

Interna (problemägare)

- Undersökning, design
- Kapitalkostnader
- Genomförande och underhåll
- Uppföljning och kontroll

Externa (samhället)

- Miljöpåverkan vid sanering
- Hälsopåverkan vid sanering
- Risk för olyckor vid transport
- Ökad miljöbelastning vid deponeringsplats

