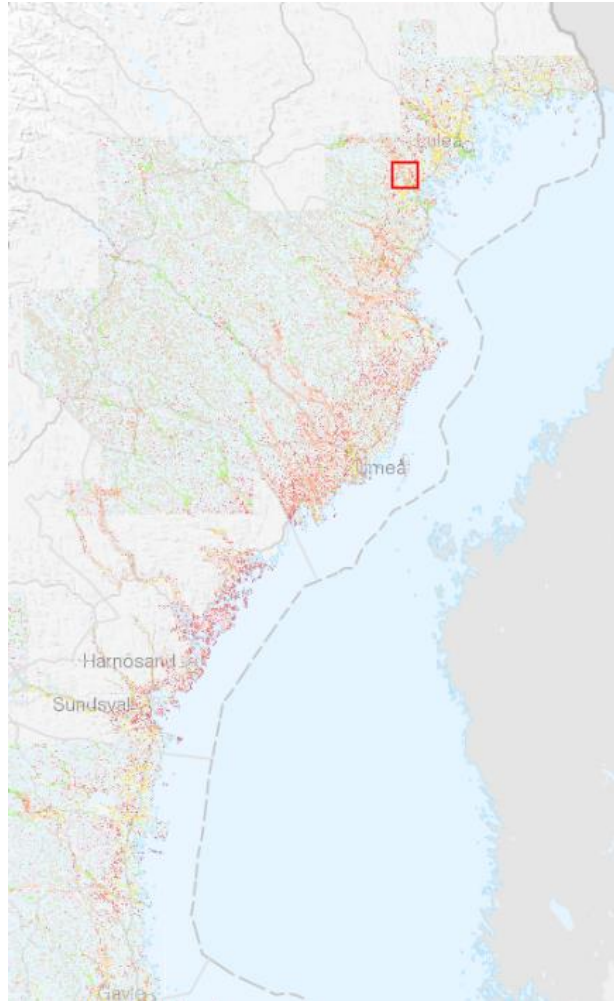
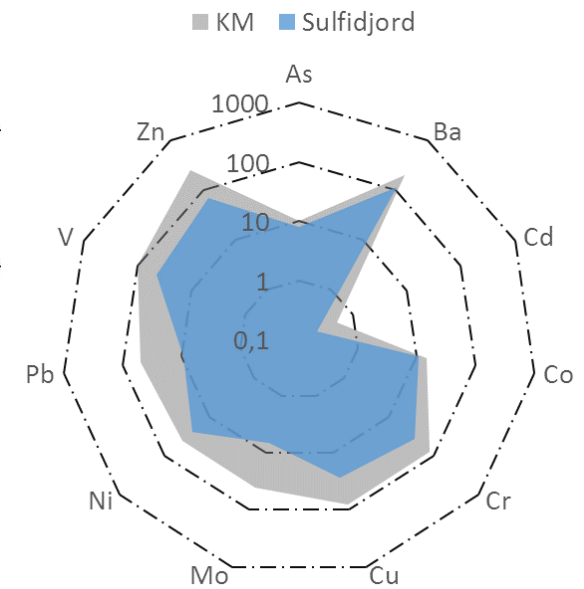
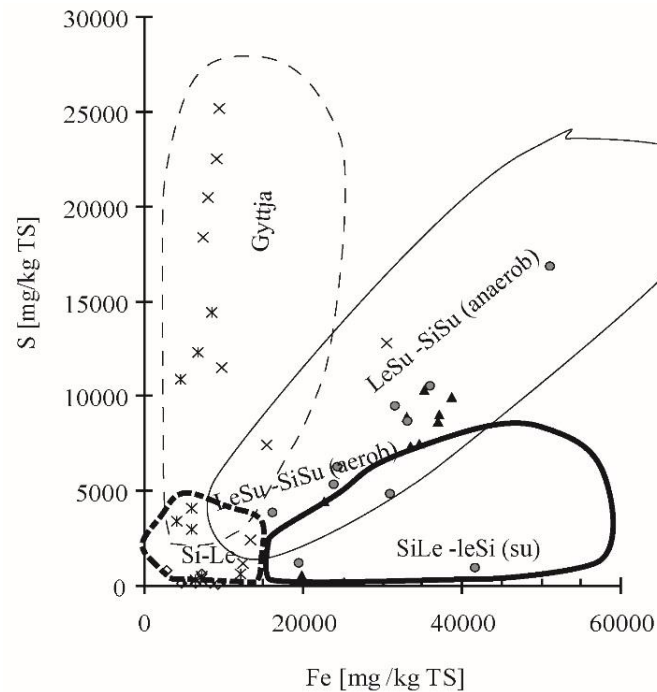


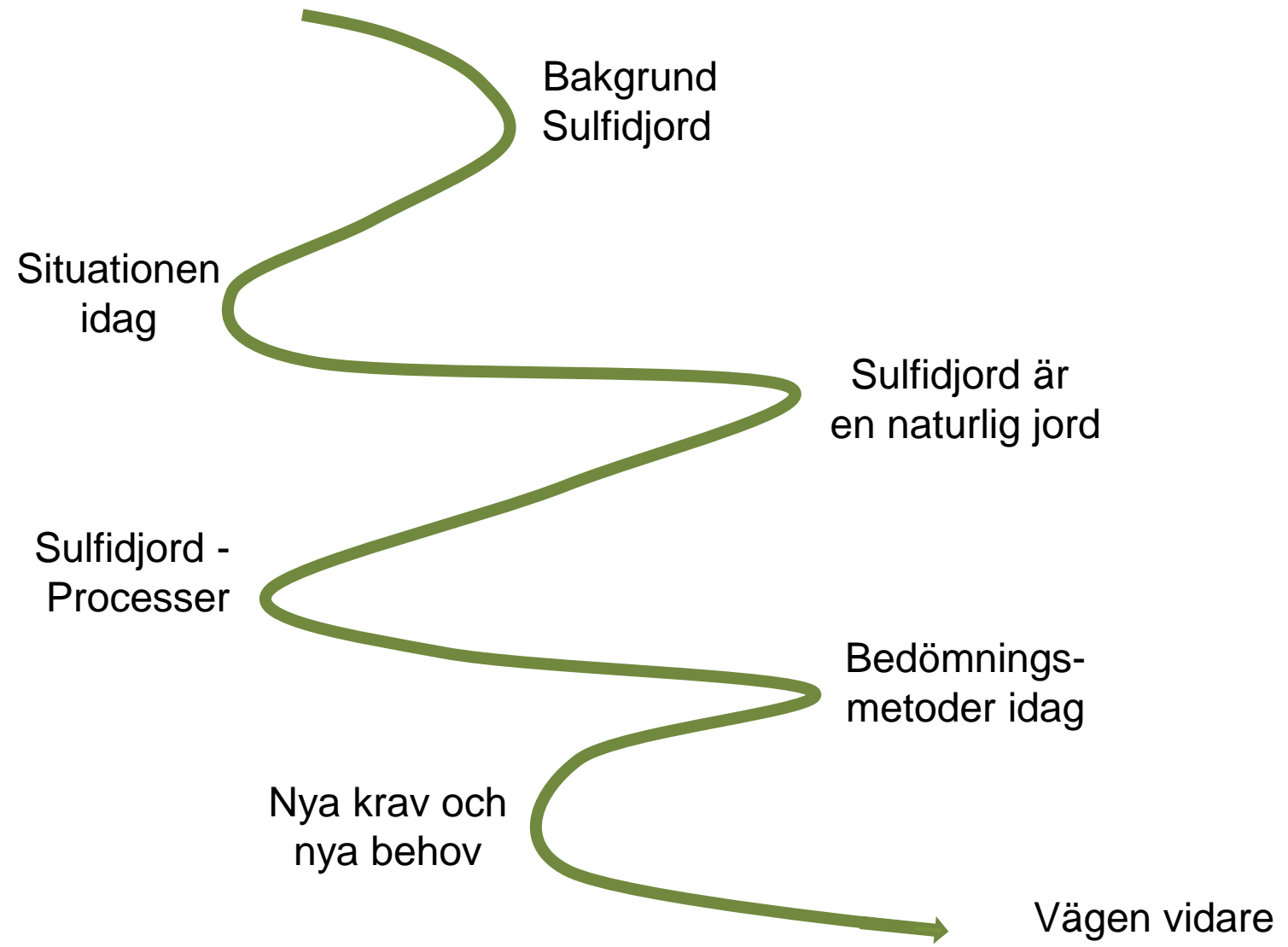
Idéer kring framtida bedömningsgrunder



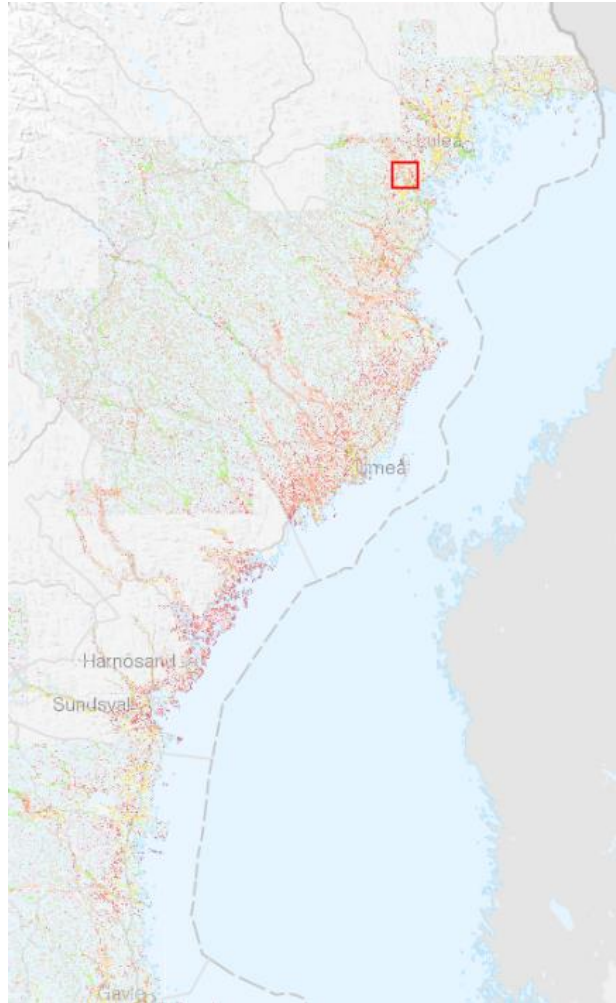
Josef Mácsik, Ecoloop



Sammanfattning

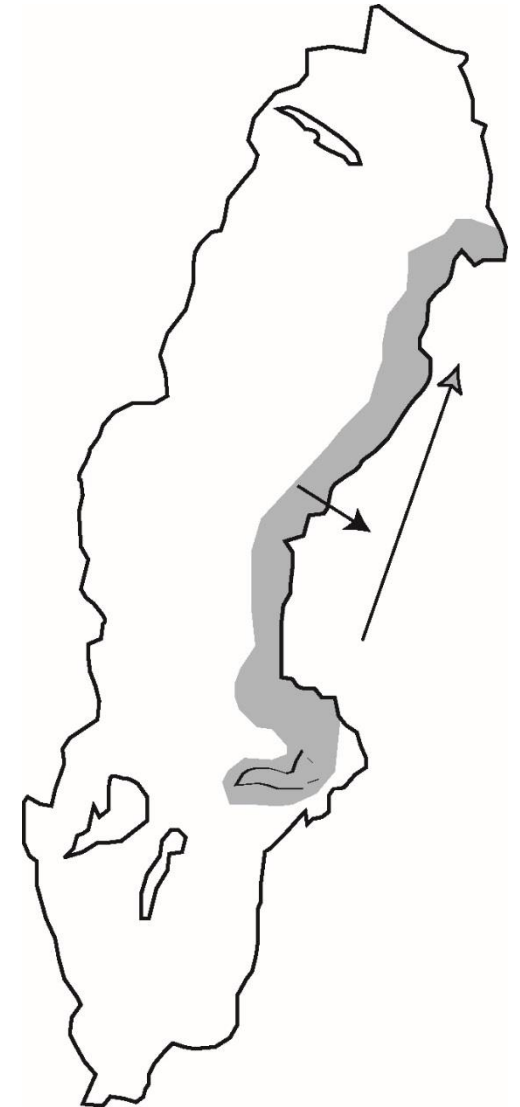


Ålder?

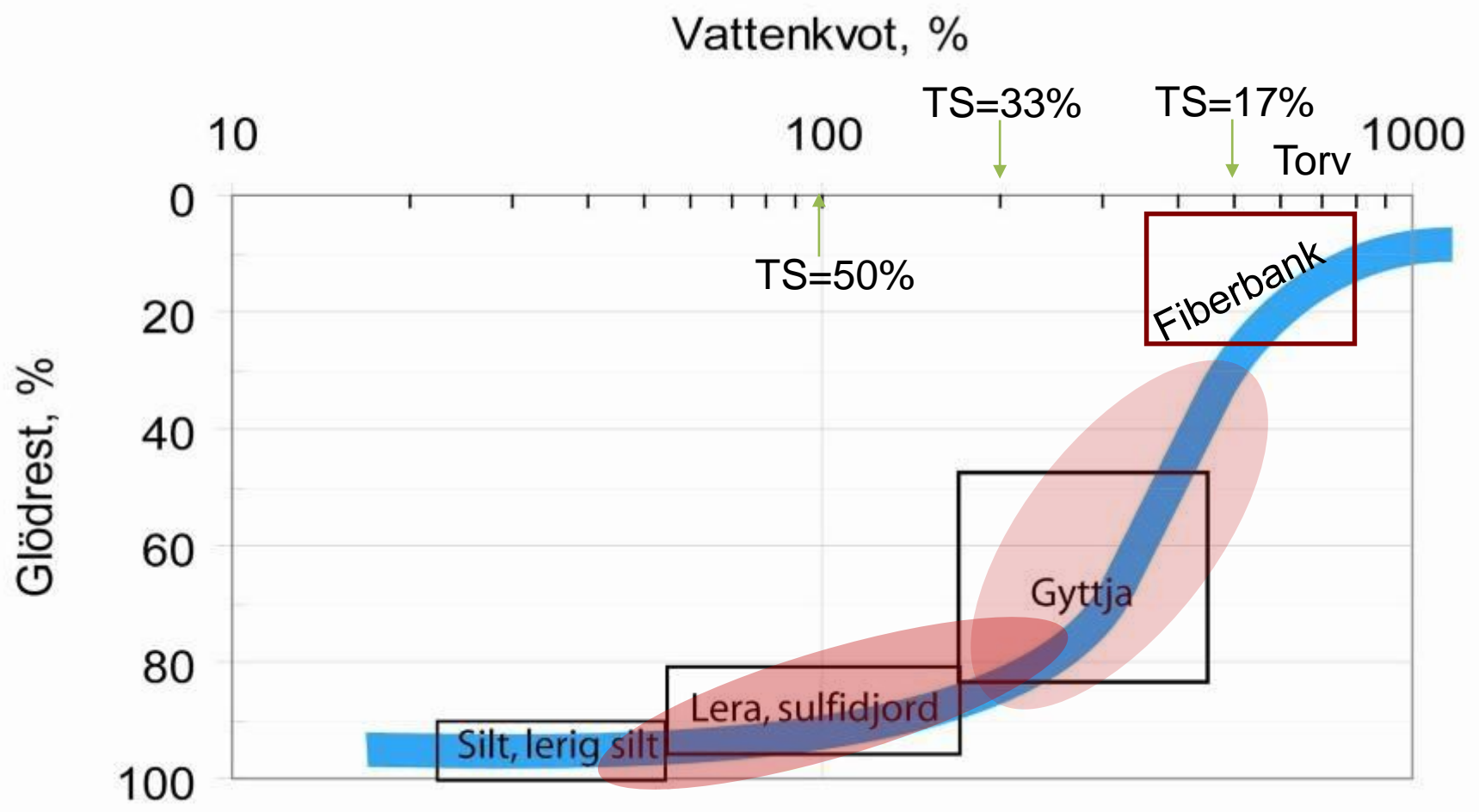


Tusentals år gammal.

Bildas idag!



Vattenkvot samt organiskt vs mineral innehåll



Vad är sulfidjord ?

“Miljöfarlig jord kan tippas

(Västerbottens Folkblad 20021211)

“...tippen kan bli deponi för miljöfarlig sulfidjord. Jorden ska kapslas in i grundvatten för att undvika försurning.....

..... Svartmockan är den svarta lera, bestående av döda djur och växter, som ligger längs älvens stränder.”

Vad är sulfidjord ?

- Geoteknik och markkemi
 - Geoteknik – hållfasthet, sättningsbenägenhet etc.
 - Markkemi – försurning, sulfater, igensättning, korrosion etc.
- Vem äger problemet ?
(Jordbruksmark, Trafikverket, exploatörer, entreprenörer, fastighetsägare, miljömyndigheter)

Situationen idag

Bedömningen av risken:

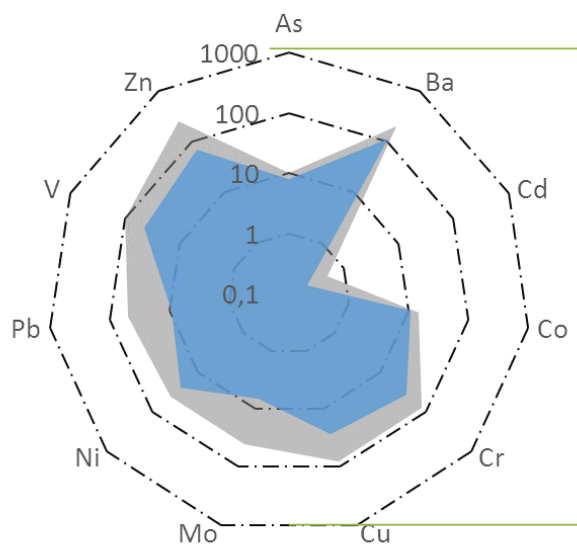
- I vissa fall jämförs riskerna med sulfidhaltigt gruvavfall (FeS_2) som i likhet med sulfidjord (FeS) innehåller sulfider (S^{2-}).

Försiktighetsprincipen:

- Under de senaste åren har handlingsalternativen förändrats till att nästan all sulfidjord måste slutförvaras vid tillståndspliktig deponi.

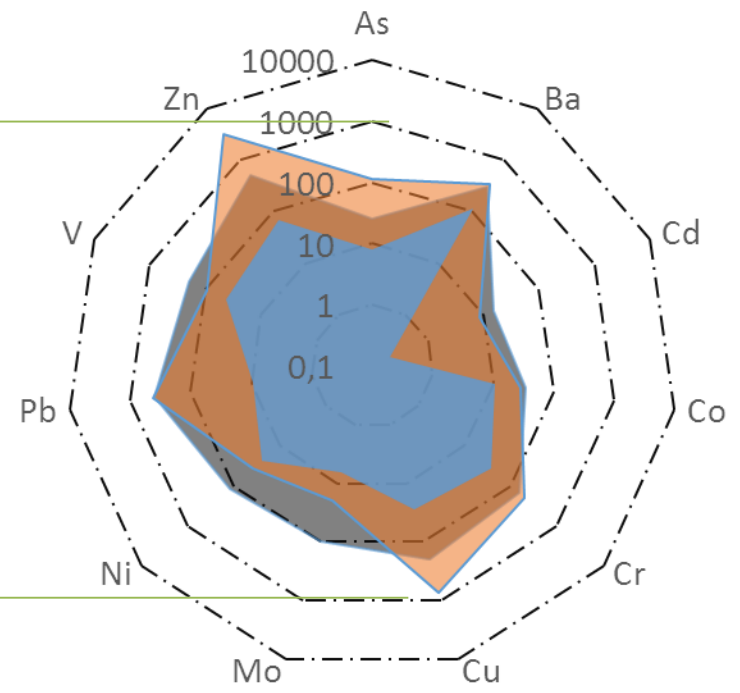
Sulfidjord < KM

■ KM ■ Sulfidjord

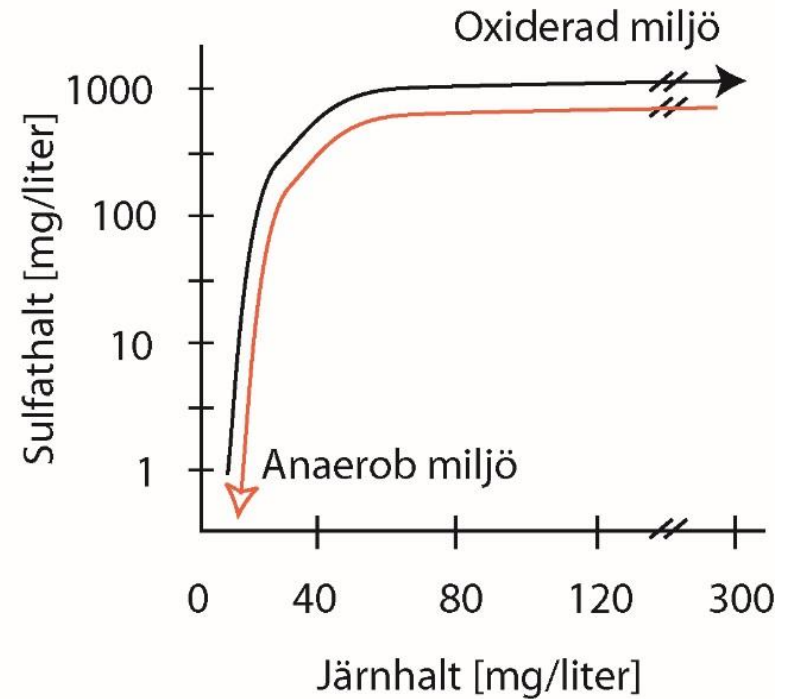
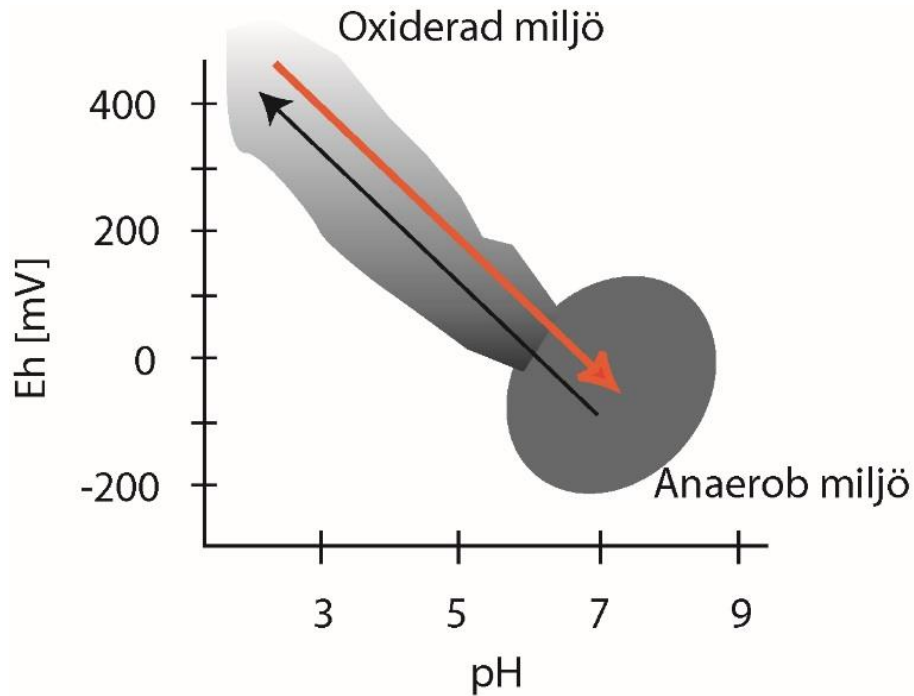


Anrikningssand >>MKM

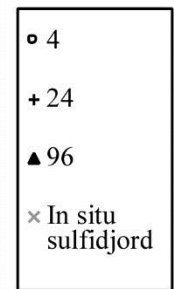
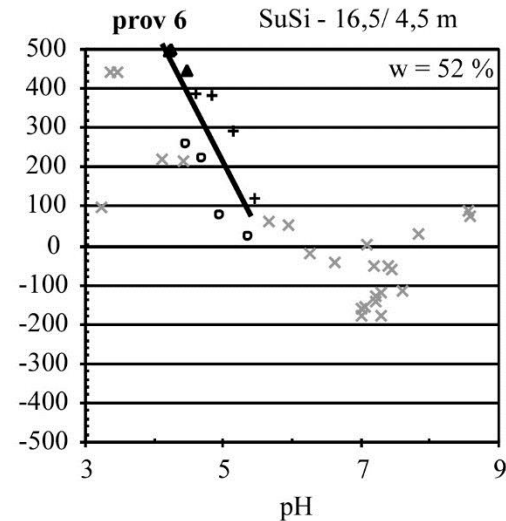
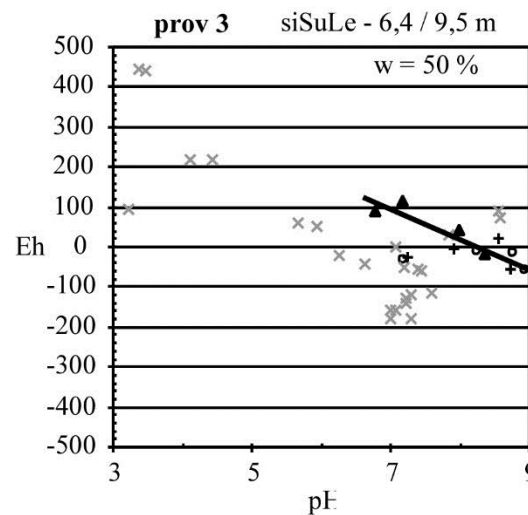
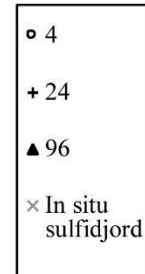
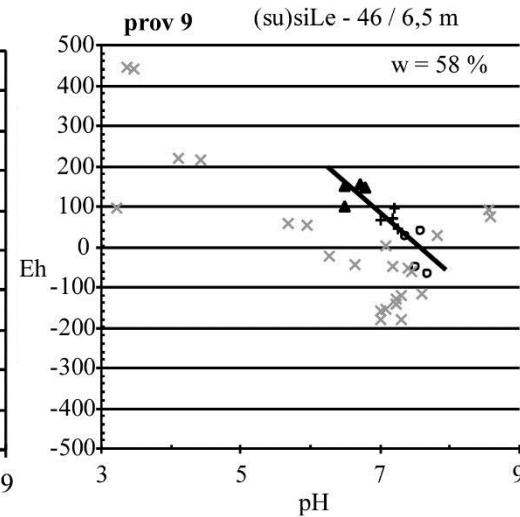
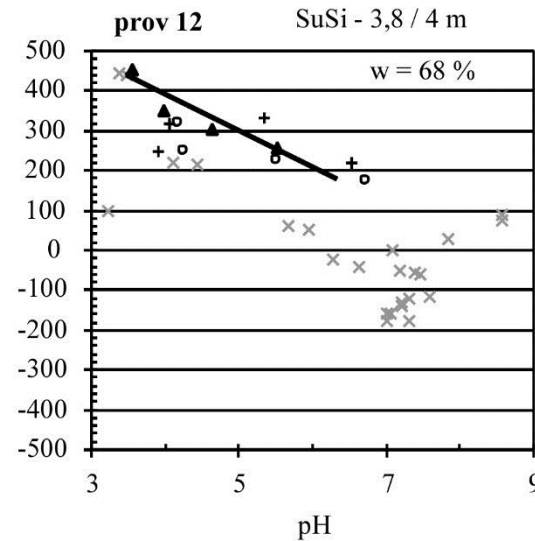
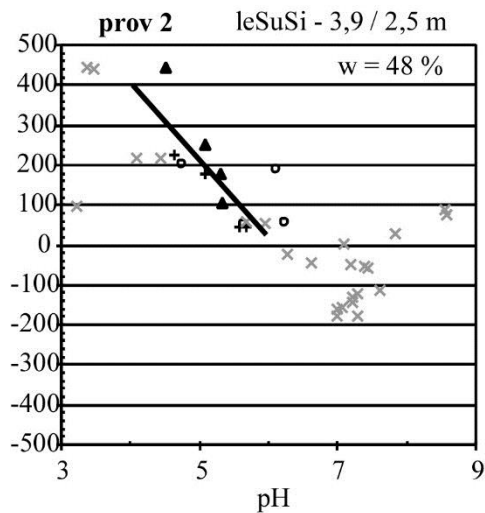
■ MKM ■ Anrikningssand ■ Sulfidjord



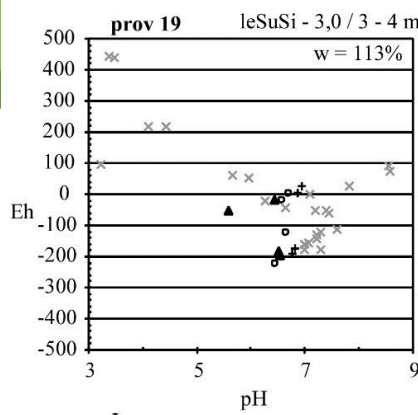
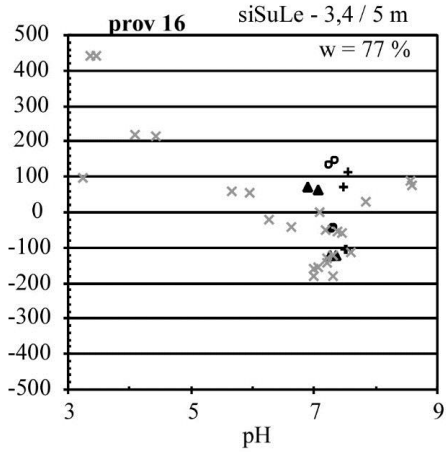
Sulfidjordens markkemi och grund- och ytvattnets kemi



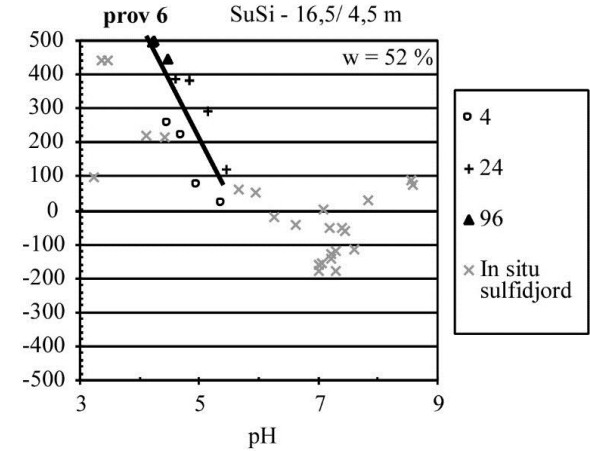
Några exempel - *Förurningspotential i sulfidjord* - *Metodutveckling. Botniabanan (1999)*



Sulfidjord



Sulfatjord

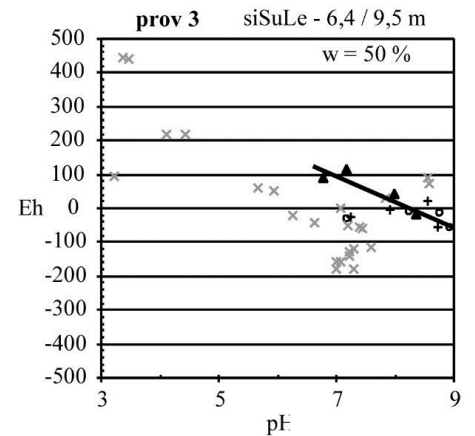
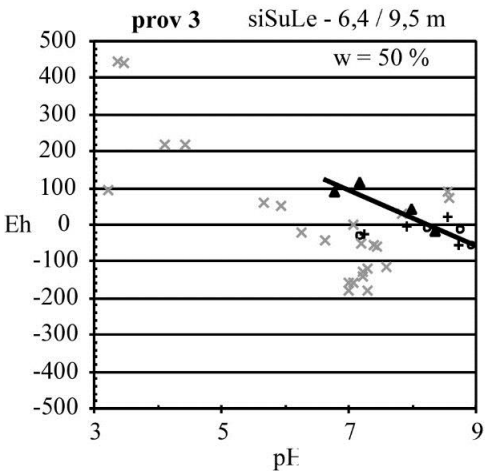
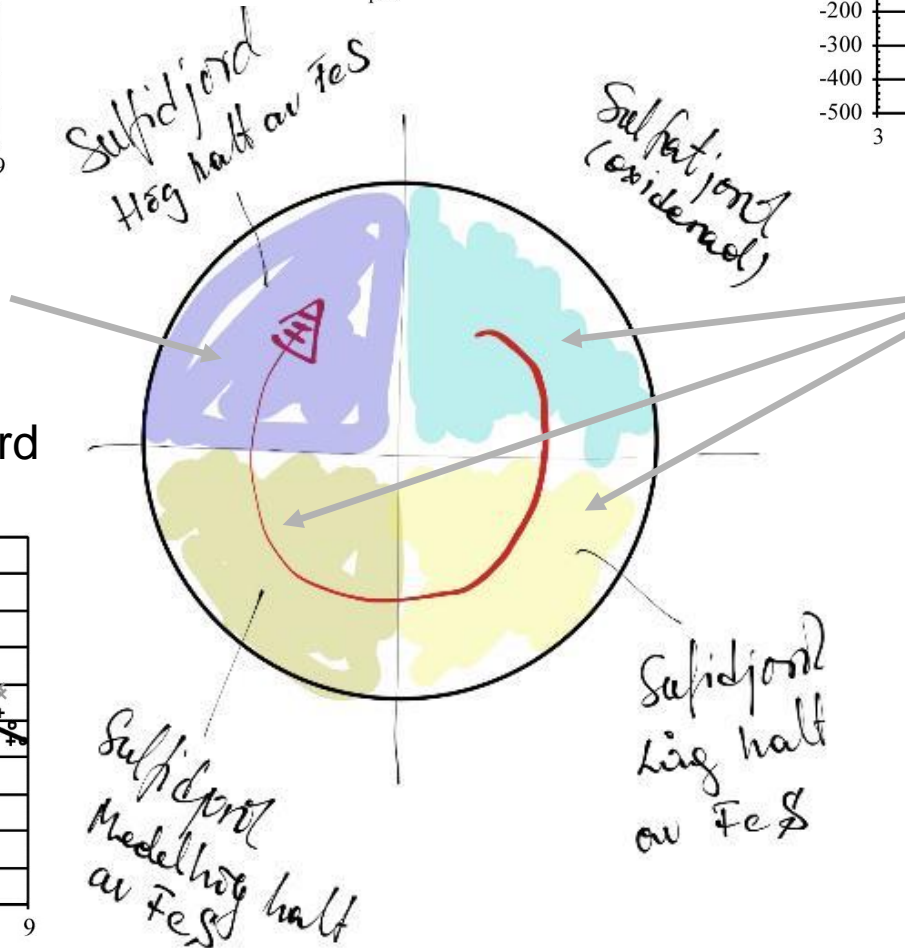


Ska deponeras?

Kan kalkas?
Återanvändning?

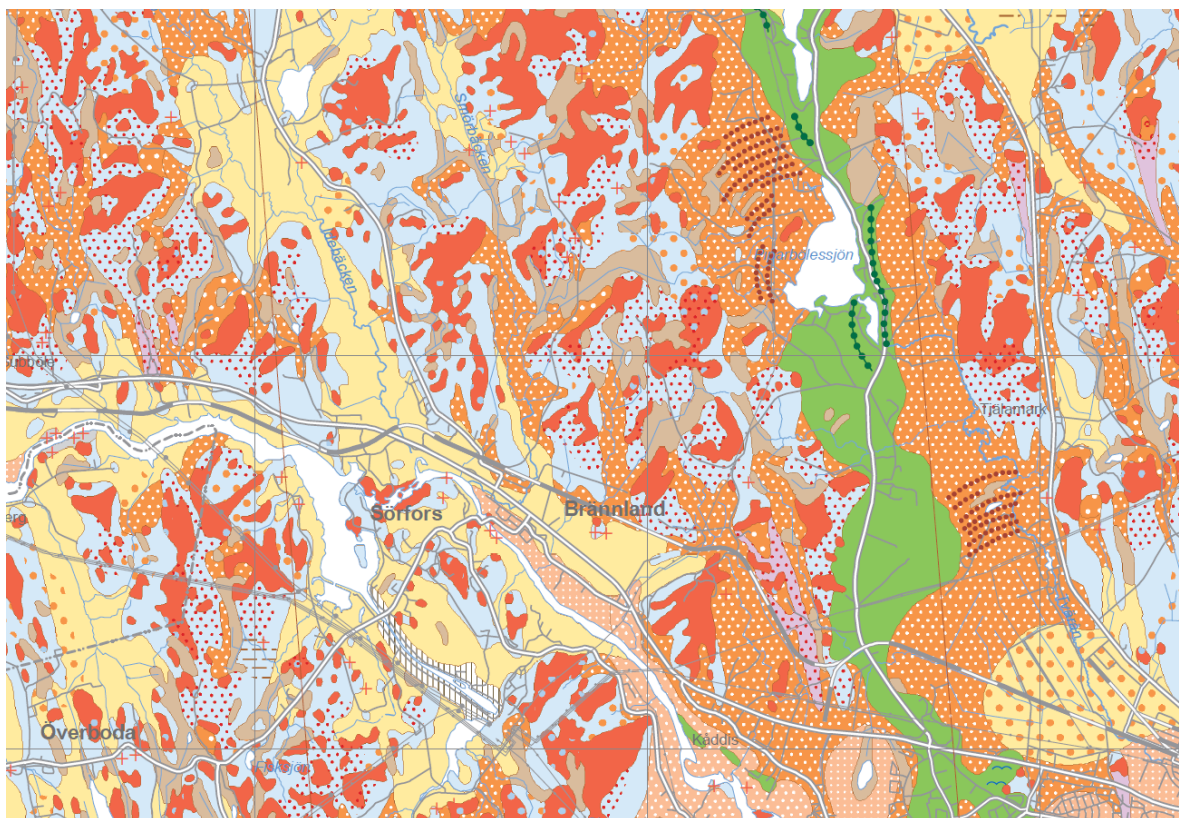
Ngt urlakad sulfidjord

Urlakad sulfidjord

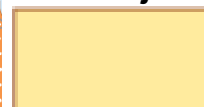


Vad är problemet ?

Vi bygger mer och mer i områden med sulfidjord!

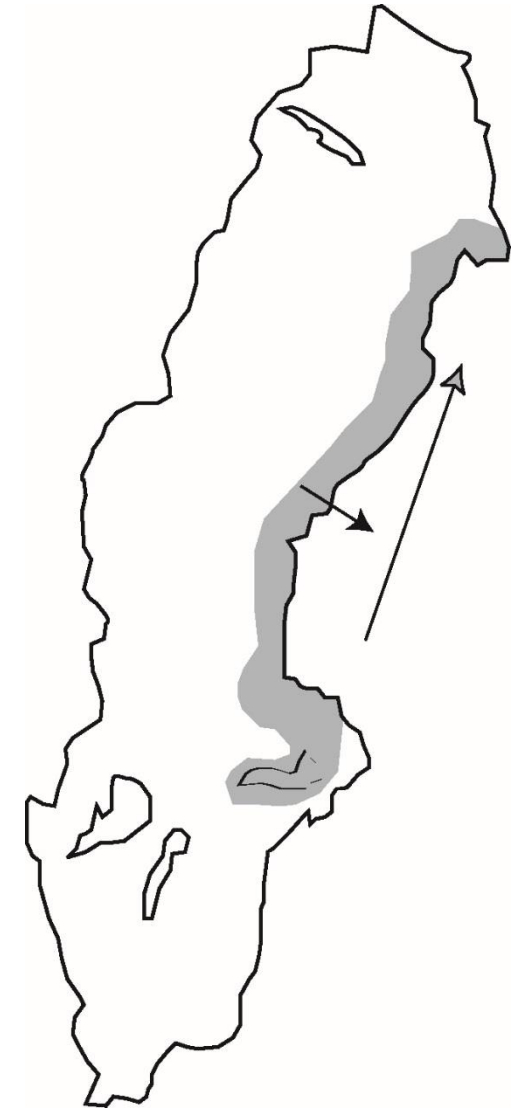
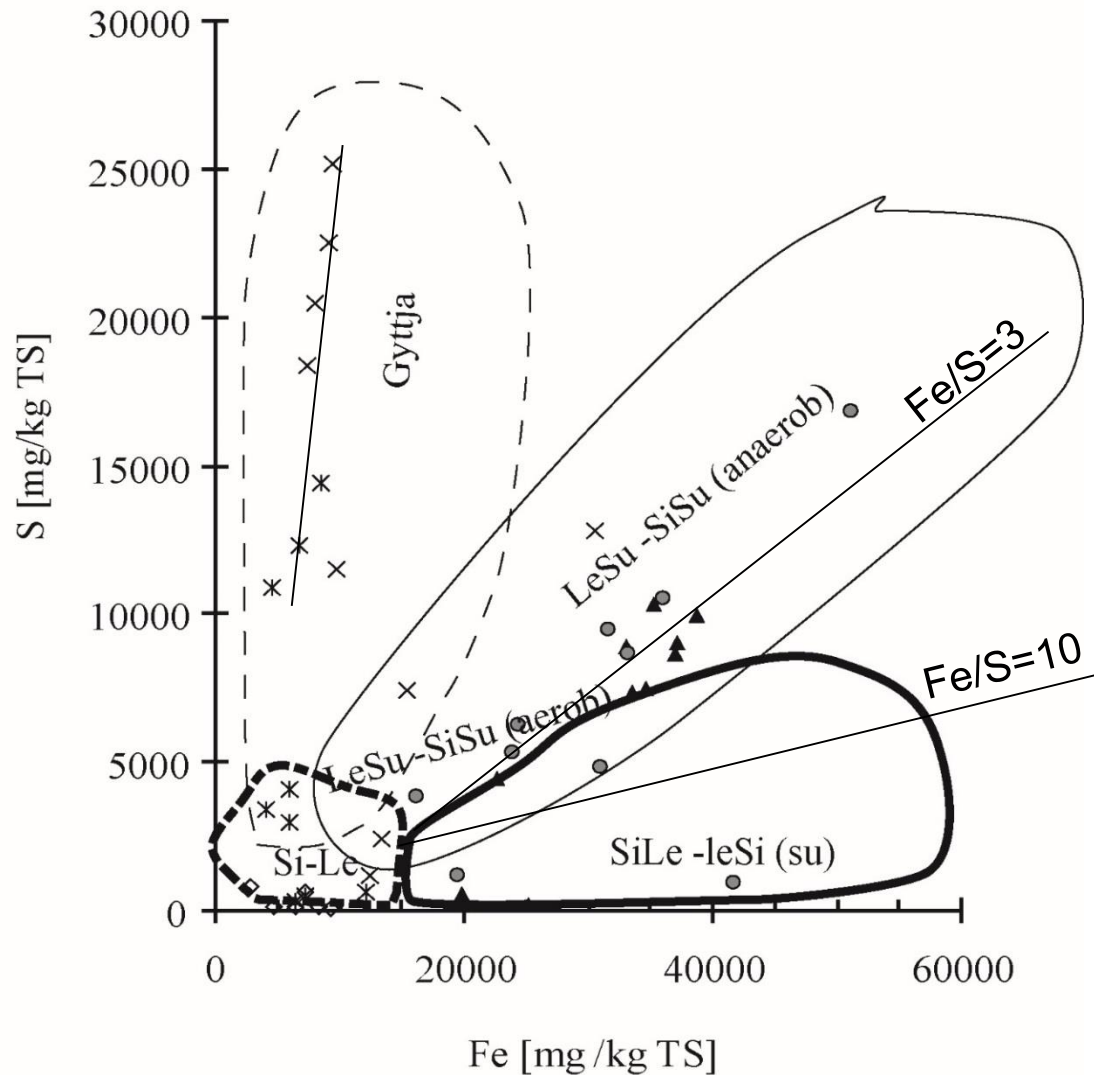


Sulfidjord?



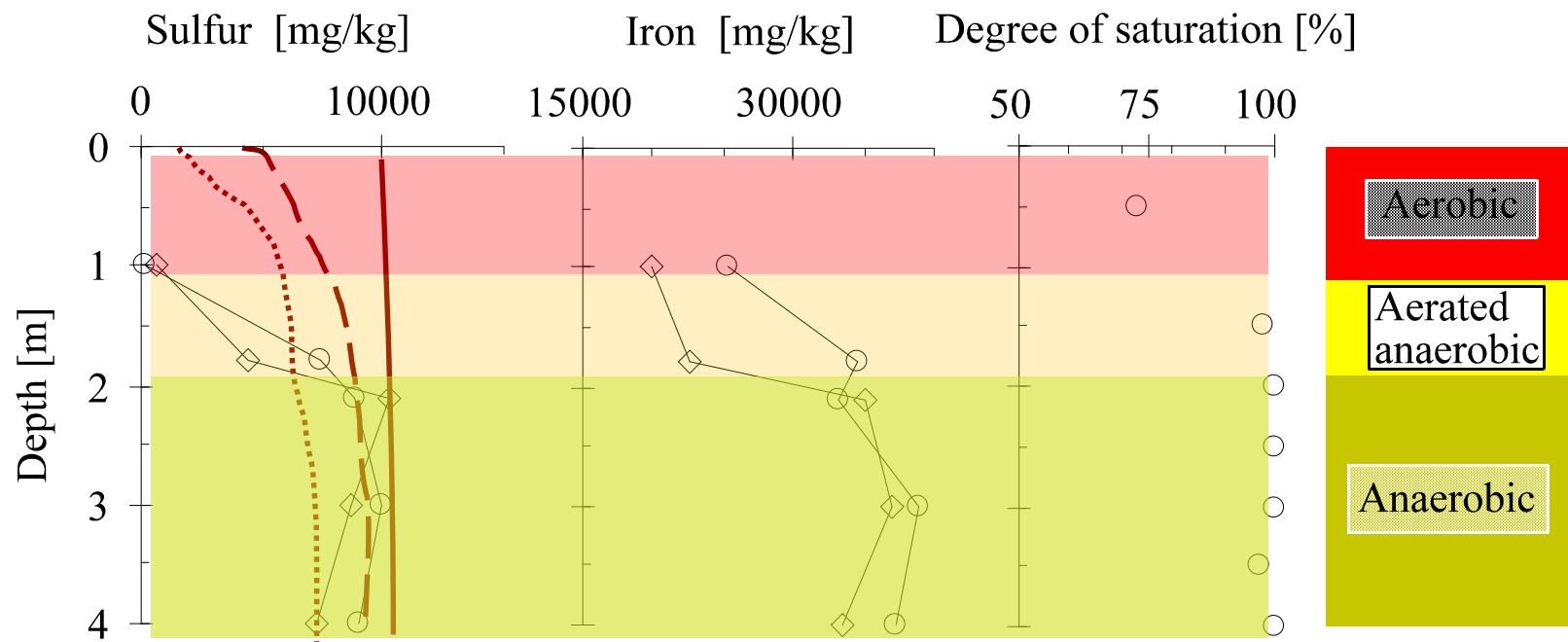
Lera-silt

Naturlig bildning av "sulfidjord"



Redox, pH, svavel- och järnhalt och vattenmättnadsgrad

Kan vi:	Svar	Använder vi metoden?
Konstatera förekomst av sulfidjord ?	ja	?
Bedöma redox-/pH-tillstånd?	ja	nej
Bedöma risk för försurningspotential (kvalitativ)?	ja	ja

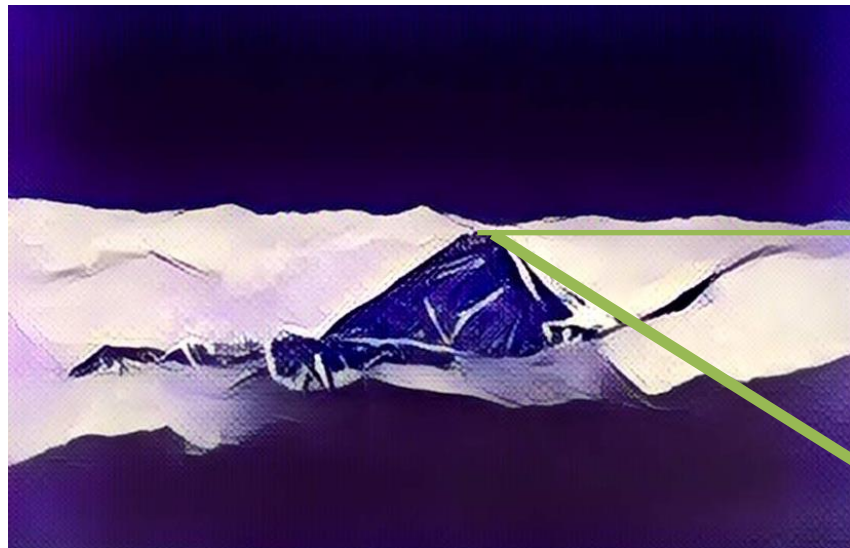


Sulfidjord = Försurning ?

Försurningspotential/försurningshastighet

Typ	w [%]	ρ	S [mg/kg TS]	Fe/S	Eh [mV]	pH	Försurningspotential/ Försurningshastighet
1	65 - >120	<1,5	> 9000	< 3,5	< 0	> 6	hög/långsam
2	40 - 90	1,5 – 1,6	6000 - 9000	3,5- 4	0 - 500	3 - 6	hög/långsam
3	40 - 55	1,5 – 1,6	3800 - 6000	4 – 4,5	100 - 400	3 - 6	hög/medel
4	< 50	1,5 – 1,6	< 3800	4,5 – 16	100 - >500	4 - 6	medel/snabb
5	< 50	> 1,6	< 900	16 – 46	0 - 200	> 6	låg/-

Sulfidjords miljögeotekniska egenskaper - problem och möjligheter

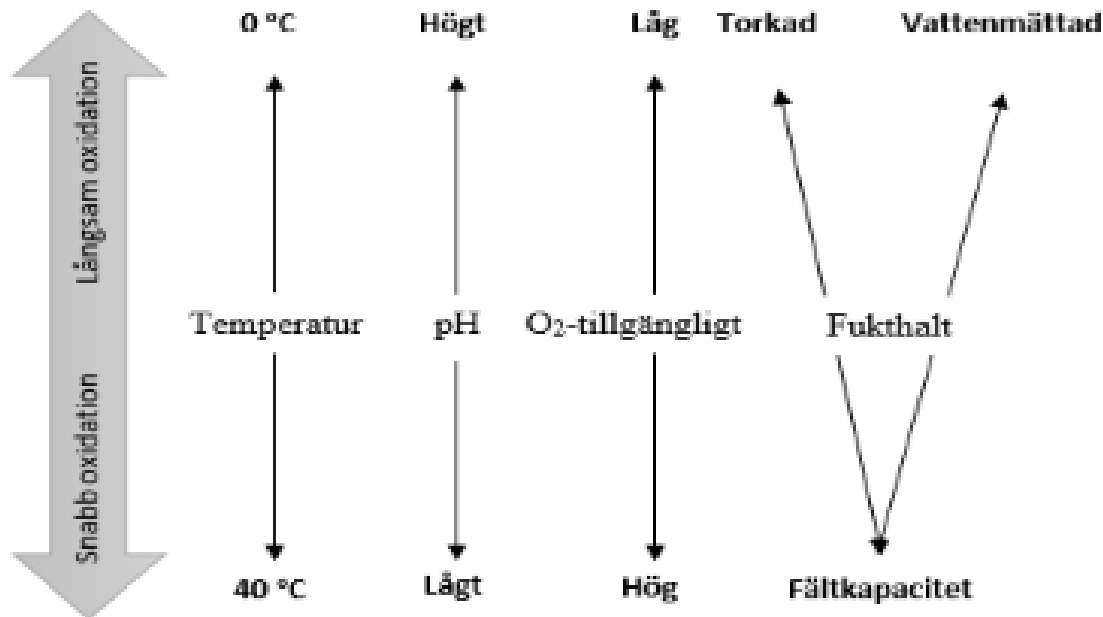


8,848 m



Samma potential

Försurningshastighet – en viktig fråga



Figur 25 Viktiga parametrar, och när dessa kan påverka oxidationen och därmed försurningshastigheten hos sulfidjord (efter Wiklander et al., 1950; Ward, 2004).

(ref J. Pettersson, 2016)

Karakterisering

Metod	On Site	Lab	Svartstid
Jordartsbeskrivning - Okulär	x	x	Momentant
Oxiderad - Okulär	x	x	Momentant
Omvandlad - Okulär	x	x	Momentant
Anaerob - Okulär	x	x	Momentant
Redox tillstånd	x	x	Minuter
pH-tillstånd	x	x	Minuter
Organiskt innehåll		x	2 dagar
Innehåll av Fe och S (Fe/S)		x	3-15 dagar
Försurningspotential		x	5 – 15 dagar
Försurningshastighet		x	30-90 dagar
EH/pH-tillstånd	x	x	Minuter

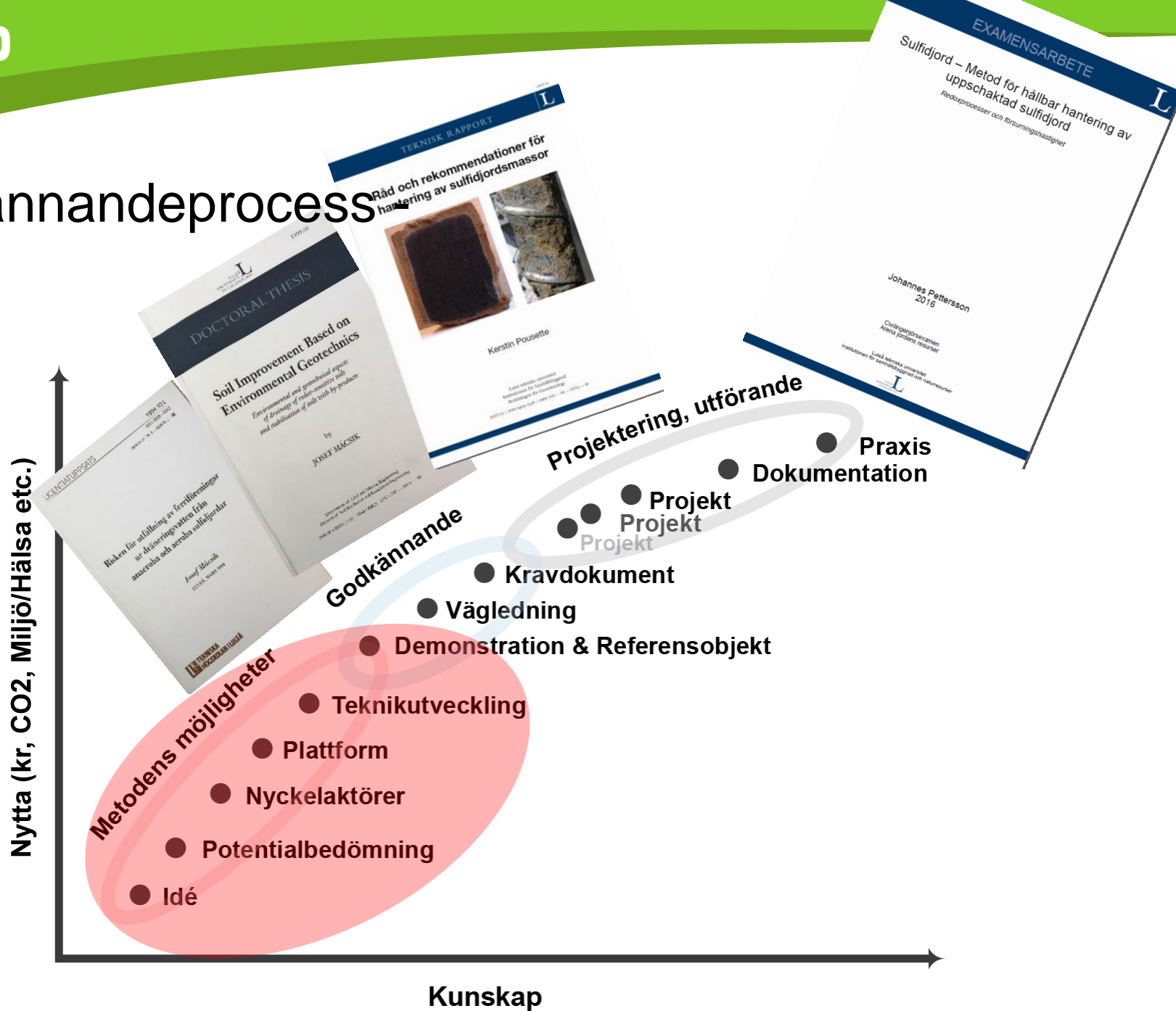
Karakterisering

Tabell 11 Sammanfattning av typiska drag som kännetecknar en sulfid/ sulfatjord (efter Pousette (2007); Sohlenius et al., 2015; Mácsik et al., 2016).

	Aerob miljö, Eh >0 mV	Anaerob miljö, Eh <0 mV	
Kornstorlek	Sandig silt (saSi)- Lera (Le)	Sandig silt (saSi)- Lera (Le)	Risksignaler
Färg	Grå, gråbrun, rostutfällningar, mineralet Jarosit (gul)	FeS Jord- Svart, gråsvart, mörkgrå FeS ₂ Jord- Blågrå, svagt grönaktig	
Struktur	Rostb eklädda sprickor, grynig konsistens	FeS Jord- Svartbandad (varvig), svartskiktad eller svartflammig	
Lukt	Luktar svavelväte vid övergång till anaerob miljö	Luktar svavelväte vid övergång till aerob miljö	
pH	<6 och vid pH <4 sur sulfatjord	>6	Bekräftelse
Fe mg/kg TS	>10 000; Ungefärligt medianvärde: 35 000		
S mg/kg TS	>600; Ungefärligt medianvärde: 6 000		
Glödningsförlust	1- 12 %; Ungefärligt medianvärde: 4,5 %		
Vattenkvot	>25 %; Ungefärligt medianvärde: 65 %		

		<i>Status</i>	<i>Technical level of readiness</i>	<i>Definition</i>
Projektering, utförande		Praxis	TRL 9 Actual system "mission proven" through successful mission operations (ground or space):	Fully integrated with operational hardware/software systems. Actual system has been thoroughly demonstrated and tested in its operational environment. All documentation completed. Successful operational experience. Sustaining engineering support in place.
		Projekt (Summering)	TRL 8 Actual system completed and "mission qualified" through test and demonstration in an operational environment (ground or space):	End of system development. Fully integrated with operational hardware and software systems. Most user documentation, training documentation, and maintenance documentation completed. All functionality tested in simulated and operational scenarios. Verification and Validation (V&V) completed.
Godkännande	Kommunikation	Validering	TRL 7 System prototyping demonstration in an operational environment (ground or space):	System prototyping demonstration in operational environment. System is at or near scale of the operational system, with most functions available for demonstration and test. Well integrated with collateral and ancillary systems. Limited documentation available.
		Kravdokument	TRL 6 System/subsystem model or prototyping demonstration in a relevant end-to-end environment (ground or space):	Prototyping implementations on full-scale realistic problems. Partially integrated with existing systems. Limited documentation available. Engineering feasibility fully demonstrated in actual system application.
		Livscykelperspektiv	TRL 5 System/subsystem/component validation in relevant environment:	Thorough testing of prototyping in representative environment. Basic technology elements integrated with reasonably realistic supporting elements. Prototyping implementations conform to target environment and interfaces.
		Demonstration & Referensobjekt Teknik		
		Miljö	TRL 4 Component/subsystem validation in laboratory environment:	Standalone prototyping implementation and test. Integration of technology elements. Experiments with full-scale problems or data sets
		Teknik		
Metodens möjligheter		Teknikutveckling	TRL 3 Analytical and experimental critical function and/or characteristic proof-of-concept:	Proof of concept validation. Active Research and Development (R&D) is initiated with analytical and laboratory studies. Demonstration of technical feasibility using breadboard or brassboard implementations that are exercised with representative data.
		Plattform	TRL 2 Technology concept and/or application formulated:	Applied research. Theory and scientific principles are focused on specific application area to define the concept. Characteristics of the application are described. Analytical
		Nyckelaktörer		
		Potentialbedömning		
		Idè	TRL 1 Basic principles observed and reported:	Transition from scientific research to applied research. Essential characteristics and behaviors of systems and architectures. Descriptive tools are mathematical formulations or algorithms.

Godkännandeprocess



- ***Geoteknisk beskrivning:***
 - Granulometrisk sammansättning, w , G , kompressionsegenskaper, rutinundersökning (w_p , w_L etc.)
- ***Markkemisk beskrivning:***
 - Eh, pH, etc.
 - Organiskt innehåll
 - Innehåll av Fe & S (Fe/S)
 - Försurningspotential
 - Försurningshastighet
 - etc.

Kompetensbehov

- Med dagens kunskap kan vi:
 - Konstatera sulfidjord
 - Bedöma risk för försurningspotential (kvalitativ)
- Dagens kunskap räcker inte till att:
 - Att kvantifiera försurningspotential i tid
 - Att bedöma hur lång tid det tar att försura under naturliga förhållanden
 - Identifiera olika sulfidjordar
- Morgondagens kunskap bör kunna ta fram:
 - Kvantifiering av försurningspotential i tid och rum
 - Snabb bedömning av redox-/pH-tillstånd
 - Snabb bedömning av sulfidjord för selektiv hantering
 - Selektiva hanteringsalternativ
 - Kostnadseffektiva lösningar på sulfidjordsproblematik från fall till fall
 - Geoteknisk och miljögeoteknisk kartering och karakterisering av viktiga sulfidjordsområden.

Används pengarna rätt?

Ett byggprojekt totala kostnad kan i vissa fall fördubblas på grund av:

- avsaknad av en snabb och differentierad bedömning av sulfidjords försurningspotential och försurningshastighet
- avsaknad av alternativ till att inom 24 timmar transportera sulfidjorden till en sulfidjordsdeponi
- avsaknad av alternativa sulfidjordsterminaler/-deponier längs norrlandskusten
- en rigid miljöbedömning, där trenden är att utifrån "försiktighetsprincip" jämföra sulfidjord med pyrithaltigt gruvavfall.

Vägen vidare mot framtidens bedömningsgrunder

- Erfarenhetssammanställning (Vägledningsprojekt – en sammanställning av dagens kunskap)
- Indelning i olika ”typer” av sulfidjordar (en förfining av dagens indelning – bredare underlag)
- Framtagning av en förenklad metod att bedöma sulfidjord ur miljögeoteknisk synpunkt
- Kartläggning av olika sulfidjordars miljögeotekniska egenskaper

Slutsats

- Det går att spara pengar och miljö genom att välja lämplig metod att hantera sulfidjord
 - Vägen dit måste gå genom kunskapshöjning inom miljögeoteknik och geoteknik
 - Vi har möjlighet att starta ett kunskapscenter för att nå dit

