

Nacka Tingsrätt – M 1333-11

**Punkt 24:**  
Synpunkter när det gäller  
metodval, platsval och säkerhet efter förslutning

**Nils-Axel Mörner**  
**Expert på geologiska & paleoseismiska frågor**

Docent  
Föreståndare för Paleogeofysik & Geodynamik vid SU (1991-2005)  
Sekreterare för projekt "Postglacial Earth Movements" (1973-1978)  
President of the INQUA Commission on Neotectonics (1981-1987)  
Editor of the *Neotectonics Bulletin* (1978-1996)  
President of the *Independent Committee on Geoethics* (2015-2017)  
Vetenskaplig rådgivare till Milkas (2005-2017)

[morner@pog.nu](mailto:morner@pog.nu)

Denna ppt-presentation föreligger även som skrivelse med kommentarer och bilagor  
(45 sidor + 10 bilagor).

Frågan gäller:  
*tillstånd till anläggningar i ett sammanhängande system för  
slutförvaring av använt kärnbränsle och kärnavfall*

**Detta fordrar:**  
Bästa metod, Bästa plats, Full Säkerhet (i 100.000 år)

- Jag hävdar:**
- KBS-3 metoden fungerar inte (nu när berggrundsstabiliteten inte längre gäller)
  - Forsmark är inte alls bästa möjliga plats
  - Den långtida säkerhetsanalysen kan inte godkännas, därmed fallerar hela konceptet

*vilket jag härmed skall söka bevisa med fakta  
i denna ppt-presentation och i bifogade skrivelse med bilagor*

# 1.

## Metodval

Nacka Tingsrätt, Punkt 24, 7/9, Nils-Axel Mörner

Bild 3

### **Idén om ett ”slutförvar”**

Idén om ett ”slutförvar” föddes i AKA-utredningen (1976) och satt sedan som en grundförutsättning i de tre KBS-rapporterna (gul, grön och röd). För att överhuvudtaget kunna tala om ett ”slutförvar”, så gällde det att den svenska berggrunden verkligen kunde erbjuda ett ”säkert” förvar under långa tider. Detta vore bara möjligt om berggrunden verkligen var så stabil som man då påstod, och man skrev:

*”denna stabilitet utgör därför grundförutsättningen för en tillsyningsfri slutförvaring i berg”*

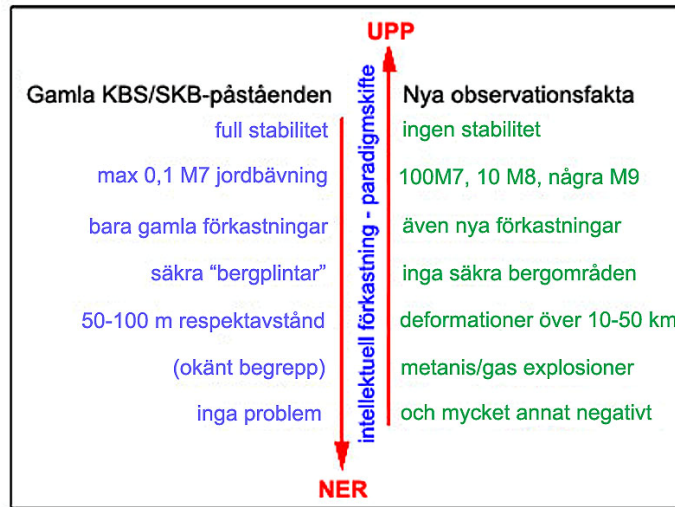
Så var det och så kommer det alltid att förbli. Men detta synes helt bortglömt och borttrollat i den senare hanteringen av frågan.

Nu är nämligen hela detta stabilitetskoncept totalt utmönstrat och ogiltigförklarat – på nya mycket goda och mångfasetterade grunder. Detta har oerhörda konsekvenser, nämligen:

**Konsekvenserna av ett ogiltigförklarat ”stabilitetskoncept”  
är att ett ”slutförvar” enligt KBS-3 konceptet  
helt enkelt inte fungerar**

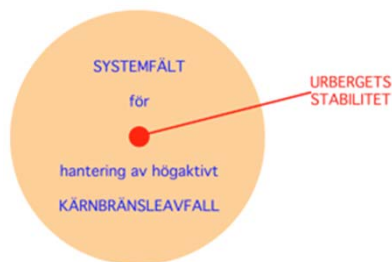
Hela idén om ett ”slutförvar”, är ju ytterst ingen annat än en förhoppning om att bli kvitt ett ansvar, ”två sina händer” och ägna sig åt något annat.

Från: Detta Eviga Avfall, 2009, s. 15



Fundamentet för KBS-3 konceptet håller inte längre. På punkt efter punkt övertrumfas det av moderna observationsfakta. Inför detta paradigmskifte – denna intellektuella jätteförkastning – kollapsar hela idén om ett tillsyningsfritt slutförvar (av KBS-3 typ).

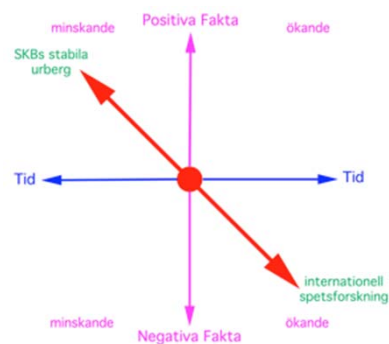
Från: Detta Eviga Avfall, 2009, s. 39



Centralpunkt (urbergets stabilitet) och omgivande systemfält i hanteringen av högaktivt kärnbränsleavfall.

SKB har genom åren sökt ge sken av att centralpunkten – stabiliteten – ligger fast och att projektet därmed har utvecklats progressivt framåt.

Men så är inte fallet. Hela detta grundläggande stabilitetskoncept har lidit ett totalt "skeppsbrott". Det existerar inte längre i vetenskapliga termer.



Medan för SKB-projektet "positiva fakta" successivt har minskat med tiden, så har de negativa fakta rörande urbergets stabilitet successivt ökat inom det vetenskapliga område som representerar internationell spetsforskning. Därmed har "centralpunkten" i hela KBS-3-konceptet förändrats och förskjutits så att ett nytt systemfält måste etableras. SKB har envetet vägrat inse detta.

Från: Detta Eviga Avfall, 2009, s. 70-71

SKB:s redovisning av **alternativet DRD** har varit direkt undermåligt (klandervärt). Metoden finns beskriven i en mindre bok: *"The DRD method: a short presentation/ /en kort presentation"*, P&G-print, 2013.

### Ett DRD-förvar

kan utformas på många olika sätt och med olika syften

#### DRD-1a: ETT NOLL-ALTERNATIV

lagring av utbrända bränslestavar

#### DRD-1b: ETT NYTT MELLANLAGER

lagring av bränslestavar eller kapslar

#### DRD-2: ETT LÅNGTIDS LAGER

lagring av kapslar under tusentals år eller fram till Nästa Istid

#### DRD-3: ETT SLUTFÖRVAR

ett bättre förvar än KBS-3 metoden väl instängd i berget (p. 17) ändå tillgängligt och kontrollerbart

### Tid att summera

**CLAB** har liten eller ingen säkerhet och och används nu under stora osäkerheter och hot

**INKA** (inkapsling) är en onödig komplikation

**SFR** kommer förr eller senare att förorena Östersjön

**BFA** är totalt undermåligt som mellanlager för långlivat avfall (reaktor delar)

**SFL** är bara en hypotetisk skiss av tvivelaktig kvalitet för långlivat avfall

**KBS-3** har omöjliggjort av nya upptäckter vad gäller paleoseismisk verklighet och explosiv metangasavgång i naturen

### och istället vända sig till DRD

**DRD** är en utmärkt metod för lagring av  
– låg- och medelaktivt avfall (istället för SFR)  
– långlivat avfall (istället för BFA and SFL)  
– högaktivt avfall (istället för KBS-3)

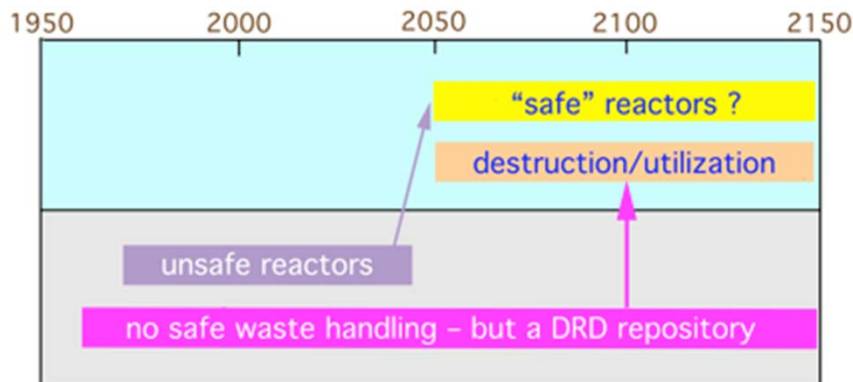
**DRD-1** gör CLAB och INKA onödiga  
Och erbjuder full handlingsfrihet

**DRD-2** gör CLAB, INKA och KBS-3 onödiga  
Och erbjuder höga säkerhetsförhållanden fram till nästa istid  
Detta gäller även som ersättning för SFR och BFA/SFL

**DRD-3** är ett slutförvar på några få speciella platser som erbjuder full säkerhet även under framtida istider

### Grundfilosofi:

Om man inte kan lösa ett problem idag, men det finns god anledning att tro att detta kommer att bli möjligt i framtiden, så finns det bara en intelligent sak att göra: **VÄNTA och behåll handlingsfriheten** tills den tekniska utvecklingen hunnit ifatt oss. Här har vi grundskillnaden mellan KBS-3 och DRD



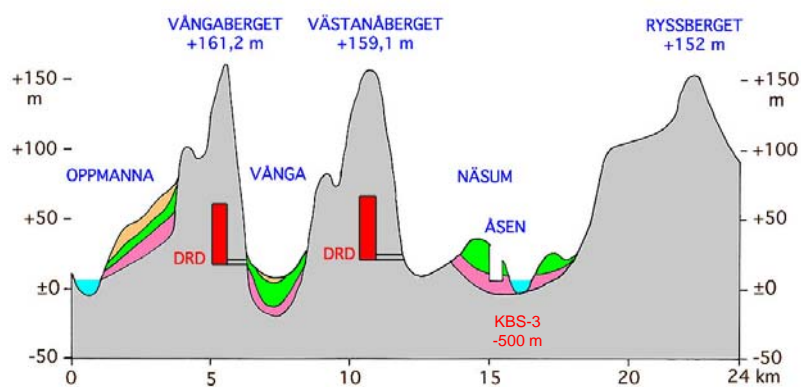
## 2.

## Platsval

Nacka Tingsrätt, Punkt 24, 7/9, Nils-Axel Mörner

Bild 8

### Visst finns det många mycket bättre platser än Forsmark



Det finns platser i Sverige där det rått förvånande lugna geodynamiska förhållanden för en period av runt 80 miljoner år; nämligen i **Ivö-Åsen området** i sydöstra Sverige, där ett okonsoliderat delta, daterat med fossil och paleomagnetism till övre Santon för runt 80 Ma sedan, förblivit totalt opåverkat a senare tektoniska och seismiska krafter och deformationer, liksom effekter av alla de glaciationer som passerat under Kvartertiden.

Från: *The DRD method*, 2013, s. 22; *Delta Eviga Avfall*, 2009, s. 76

## 3.

### Säkerhet efter förslutning

med nytt material rörande:

- 1 Hazard assessments – Paper 630, 568
- 2 Converting tsunami wave heights into earthquake magnitudes – Paper 640, 569b
- 3 Methane venting tectonics (MVT) – Paper 622, 623
- 4 Framtida glaciationer

#### 3.1 Långtida riskbedömning (hazard assessments)

SKB gör sina mycket ensidiga och egenintresse-dominerade "säkerhetsanalyser". Dessa innehåller:

- Tveksamma klimatscenarier
- Direkt felaktig behandling av jordbävningsrisken
- Felaktiga "respektavstånd"
- Med mera, med mera

SKB struntar helt i de tre riskbedömningar jag gjort, vilket framstår som direkt **klandervärt** – detta gäller i högsta grad Papers 568 och 630 (Bilaga 7 & 8).

2001: In absurdum: long-term predictions and nuclear waste handling.  
*Engineering Geology*, 61, 75-82. (Paper 447, Bilaga 6)

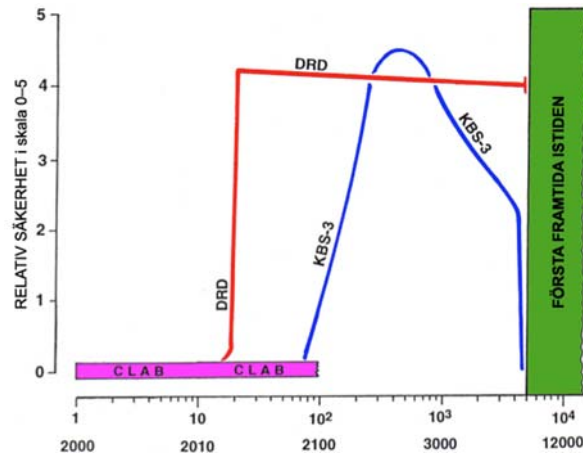
2013: Pattern in seismology and palaeoseismology, and their application in long-term hazard assessments – the Swedish case in view of nuclear waste management. *Pattern Recognition in Physics*, 1, 75-89 (Paper 568, Bilaga 7)

2016: Seismic Hazard Assessment: a challenge for Science and Geoethics.  
*International Journal of Earthquake Engineering and Hazard Mitigation*, 4 (2), 64-70. (Paper 630, Bilaga 8)

**2001:** In absurdum: long-term predictions and nuclear waste handling.

*Engineering Geology*, 61, 75-82.

(Paper 447, Bilaga 6)



Vid den Första Framtida Istiden bryter alla seriösa säkerhetsanalyser samman. Ett KBS-3 förvar måste då förväntas haverera (med förödande konsekvenser). Ett DRD-förvar däremot bygger på tillgänglighet och bevarad handlingsfrihet.

En seriös riskbedömning måste baseras på paleoseismiska data. SKB:s jordbävningsscenario behandlar paleoseismiska data på ett oacceptabelt, ovetenskapligt och klandervärt sätt. SKB anger maximalt 1 jordbävning av magnitud 6 på 100.000 år. Paleoseismiska data ger en helt annan bild (gult fält): 1000 M 6, 100 M 7, 10 M 8 och 2-3 M 9 jordbävningar. Det är **1000 miljarder mer** seismisk energi utlösning i det gula fältet än i SKB:s blåa fält.

Energy Release	Richter Scale	Earthquakes in Sweden	in Future 100,000 years
$6.6 \times 10^{11}$	9	Geologic database	2-3
$2.2 \times 10^{10}$	8	GEOLOGY paleoseismic field observations	10
$7.3 \times 10^8$	7		0,1
$2.4 \times 10^7$	6	SKB:s database	1
$8.1 \times 10^5$	5		1000 billion times more seismic energy in yellow field
$2.7 \times 10^4$	4	SEISMOLOGY instruments	
$9 \times 10^2$	3		
$3 \times 10$	2	HISTORIC records (observations)	
1	1		

Från: Detta Eviga Avfall, 2009; Collapse, 2013

**Från FuD-granskningen 2007**  
(Mörner i Milkas remissvar)

**Jordbävningsscenarioet** som ligger till grunder för kärnkraftsindustrins i Finland och Sverige påståenden är totalt föråldrade och saknar relevans till verkligheten. Man talar om maximalt 1 jordbävning på magnitud 7 under 100.000 år. Detta är inte bara nonsens, det är direkt desinformation. Verklighetens data för en 100.000 års period, torde i stället vara: 100tals jordbävningar på magnitud 7, 10tals på magnitud 8 och några kanske på upp till magnitud 9. I den miljön ligger inget KBS-3 lager säker i berget, snarare klart osäkert.

**Säkerhetsavståndet** på 50–100 m till regionala sprickzoner i berget är en direkt geologisk oförskämdhet. Verkligheten ger en helt annan bild och man måste tala om 10–50 km. I den verkligheten ryms inget KBS-3 förvar i berggrunden.

**Explosiv metanavgång** är en helt ny faktor som på noll och inget sätt beaktats av kärnkraftsindustrin. Den utmönstrar allt tal om säker långtidsförvaring i berget. Bevis för denna process framlade jag 2003 i min bok "Paleoseismicity of Sweden – a novel paradigm". Bakgrunden är att metan kan ackumuleras i sprickor och hålrum i berget i form av metanis, vilken explosivt kan övergå i metangas då tryck och temperatur ändras (vid landhöjning, jordbävningar och postglacial uppvärmning). Den sista stora explosionen förekom så sent som för 2000 år sedan i Hudiksvall och den gav upphov till en 20 m hög tsunamivåg.

**Om man skulle inkorporera mitt och mina medarbetares observationsmaterial i deras (SKB:s) bedömningar**

– så faller hela deras "jordbävningsscenario"

– så faller allt tal om säkra respektavstånd

– så måste man räkna med möjligheten av explosiv metanavgång

och i det läget blir ett långtida KBS-3 förvar synnerligen problematiskt (för att inte säga omöjligt)

Från mail till Ingvar Persson vid Miljöministeriet

**Och vad gör SKB?**

Via Saida Engström deklarerar SKB att våra åsikter är

**"extrema idéer som SKB inte behöver beakta"**

- ① En säkerhetsanalys över 100.000 år är något helt exceptionellt, något vi aldrig tidigare gjort och något som fordrar extrem vaksamhet och noggrannhet. Att i det arbetet komma ifrån obehagliga fakta genom att simpelt deklarerar att dessa utgör "extrema idéer som man inte behöver beakta" är naturligtvis gravt vårdslöst och helt oacceptabelt ur såväl vetenskapligt som etiskt handlande.
- ② Vårt material inkluderar kontrollerbara observationsfakta i naturen, som har granskats av över 100 internationella experter vid stora exkursioner 1999, 2008, 2011 och 2013 beskrivits i ett 50-tal expertgranskade internationella artiklar, och som behandlats och försvarats i 3 doktorsavhandlingar.
- ③ Under 2016-2017 har nytt material publicerats vad gäller säkerhetsanalyser, konvertering av tsunamihöjt till jordbävningsmagnitud och förekomsten av metangasteknik.

### 1. – *the only way to avoid error is to detect it*

SKB har inte visat prov på att vilja "undvika misstag genom att upptäcka dem". Tvärt om har man från SKB:s sida mycket ensidigt och övermaga kört sitt glorifierande av SKB-3 metoden.

Andra åsikter, andra metoder varningar för felaktigheter (även grava sådana) har – i stället för att analyseras – avvisats eller förtigits.

Från: aktbilaga 353 i M 1333-11 (2016-01-11)

och riktigt besvärande fakta har man tagit sig friheten fråns ifrån genom att kalla dem "extrema idéer som SKB inte behöver beakta" – och därmed havererade, i min mening, hela säkerhetsanalysen.

### 2. – Att tillsyningsmyndigheten (SSM) tiger är allvarligt. Till saken hör att myndigheten i avsaknad av egen expertis kallade en utländsk topp-expert på paleoseismisitet, James McCalpin.

I sin rapport (McCalpin 2013), säger McCalpin bl.a. följande:

– han hävdar att "*the seismic hazard being overlooked or underestimated*"

– konstaterar att "*SKB use only present seismicity rates*"

– konkluderar att jordbävningsskaran i Forsmarksområdet "*needs to be resolved*"

Detta hade SSM bort använda som mycket starka argument till SKB för att skärpa sig och göra en genomgripande ny seismisk riskanalys.

Från. Aktbilaga 353 och SSM-remiss av 2015-04-28

### En säkerhetsanalys måste bygga på sann sökande vetenskap

Sommaren 2013 ledde jag – på begäran – en exkursion på Västkusten för 14 internationella top-forskare inom seismologi (IASPEI)<sup>1</sup>. Seismologer är känt kritisk till förekomsten av stora jordbävningar i postglacial tid. Därför är det av utomordentligt stor betydelse att Gregersen & Voss (2014)<sup>2</sup> med citat i Mörner (2014)<sup>3</sup> anger:

*The field trip convinced the participating seismologists that the claimed signs of earthquakes must be seriously taken into account*

detta står i bjärt kontrast till SKB:s deklARATION:

*Extrema idéer som SKB inte behöver beakta*

Det är även skillnaden mellan simpel lobbyism och sann sökande vetenskap.

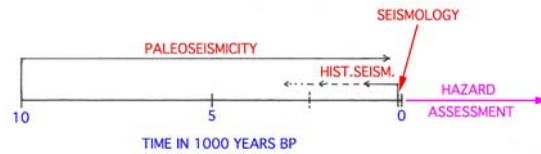
Det är även det nakna avslöjandet av "säkerhetsanalysens" usla bakgrund.  
Bara detta meriterar avslag av SKB:s ansökan.

<sup>1</sup> Mörner, N.-A. 2013: Seismotectonics of the Swedish West Coast. IASPEI Excursion Guide, July 27, 2013, 16 pp, P&G-print. *ResearchGate*, <https://www.researchgate.net/publication/318901990>

<sup>2</sup> Gregersen, S. & Voss, P.H. (2014): Review of some significant claimed irregularities in Scandinavian postglacial uplift on timescales of tens of thousands of years – earthquakes in Denmark. *Solid Earth*, 5, 109-118. <http://dx.doi.org/10.5194/se-5-109-2014>

<sup>3</sup> Mörner, N.-A. 2014: An M >6 earthquake ~750 BC in SE Sweden. *Open Journal of Earthquake Research*, 3, 66-81. <http://dx.doi.org/10.4236/ojer.2014.32008>

**2013:** Pattern in seismology and palaeoseismology, and their application in long-term hazard assessments – the Swedish case in view of nuclear waste management. *Pattern Recognition in Physics*, 1, 75-89 (Paper 568, Bilaga 7)



**Seismisk riskanalys** ("hazard assessment") måste baseras på en heltäckande paleoseismisk dokumentation. Min paleoseismiska katalog omfattar 62 hög-magnitud händelser. SKB begränsar sin analys till seismiska plus några historiska händelser – en sådan databas är av ringa värde som seriös riskbedömning över en tidsrymd på 100.000 år; snarare är den **grovt missledande**.

Methodology	time unite	maximum magnitude
Seismology	last 100 years	<4.8
Historical data	last 600 years	<5.5
Late Holocene PS	last 5000 years	>>6 to ~7
Deglacial phase PS	9-11,000 yrs BP	>>8

Tabell 1

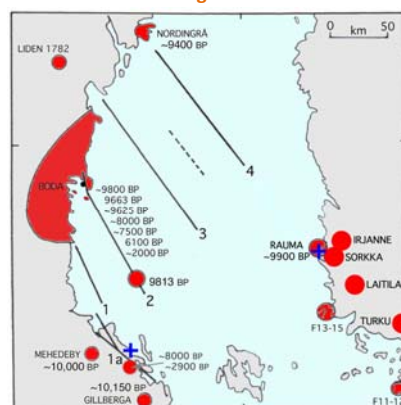
Maximal dokumenterad jordbävningens magnitud för seismologiska, historiska och paleoseismiska händelser i Sverige. Utan inkludering av den paleoseismiska databasen blir riskanalysen meningslös och direkt missvisande ett oacceptabelt falsarium, alltså

**Table 2.** Time/magnitude distribution of palaeoseismic events in Sweden.

Time unit	M5-6	M6-7	M7-8	M > 8	Total
~ 30 000	2	1	-	-	3
12 000-13 000	-	1	-	1	2
11 000-12 000	-	-	2	-	2
10 000-11 000	-	11	2	2	15
9000-10 000	2	6	4	3	15
8000-9000	1	2	1	-	4
7000-8000	1	4	-	-	5
6000-7000	-	-	1	1	2
5000-6000	-	-	1	-	1
4000-5000	-	4	-	-	4
3000-4000	-	3	-	-	3
2000-3000	1	3	-	-	4
1000-2000	1	-	-	-	1
< 1000	-	1	-	-	1
Events in total:	8	35	12	7	62
13 000-9000	3	20	9	6	38
8000-0	3	15	2	1	21

Adams (2005) showed that the distribution of events followed the international relations established by Wells and Coppersmith (1994).

Fig. 11



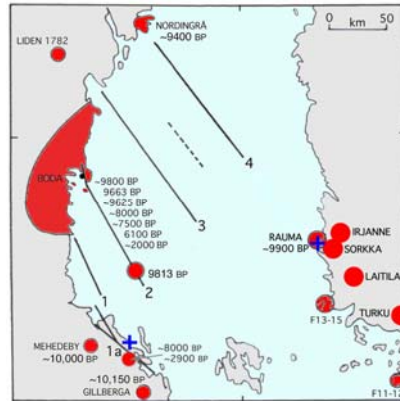
Bottenviken var ett direkt högseismiskt område under deglaciationskedet. Blå kors (+) anger läget för föreslagna deponier i berggrunden av högaktivt kärnbränsleavfall vid Forsmark i Sverige och vid Olkiluoto i Finland.

**Table 2.** Time/magnitude distribution of palaeoseismic events in Sweden.

Time unit	M5-6	M6-7	M7-8	M > 8	Total
~ 30 000	2	1	-	-	3
12 000-13 000	-	1	-	1	2
11 000-12 000	-	-	2	-	2
10 000-11 000	-	11	2	2	15
9000-10 000	2	6	4	3	15
8000-9000	1	2	1	-	4
7000-8000	1	4	-	-	5
6000-7000	-	-	1	1	2
5000-6000	-	-	1	-	1
4000-5000	-	4	-	-	4
3000-4000	-	3	1	-	3
2000-3000	1	3	1	-	4
1000-2000	1	1	-	-	2
< 1000	-	1	-	-	1
Events in total:	8	35	12	7	62
13 000-9000	3	20	9	6	38
8000-0	3	15	2	1	21

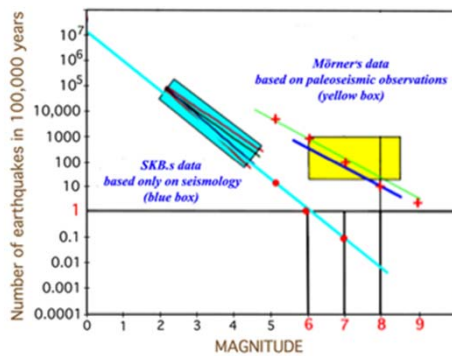
Adams (2005) showed that the distribution of events followed the international relations established by Wells and Coppersmith (1994).

**Fig. 11**



Bottenviken var ett direkt högseismiskt område under deglaciationsskedet. Blå kors (+) anger läget för föreslagna deponier i berggrunden av högaktivt kärnbränsleavfall vid Forsmark i Sverige och vid Olkiluoto i Finland.

**N.-A. Möerner: Patterns in seismology and palaeoseismology**



**Figure 13.** Seismic hazard assessment for the next 100 000 yr, partly (in blue) as done by La Pointe et al. (2000) on the basis of present seismological data (blue box and extrapolated line suggesting 10 M5 events, 1 M6 event and 0.1 M7 events in 100 000 yr for the Forsmark area), and partly by converting the palaeoseismic observational records (yellow box: Möerner, 2003, 2011) in a similar way to the 100 000 situation (suggesting 10 000 M5 events, 1000 M6 events, 100 M7 events, 10 M8 events and a few M9 events for the region with a radius of 250 km around Forsmark).

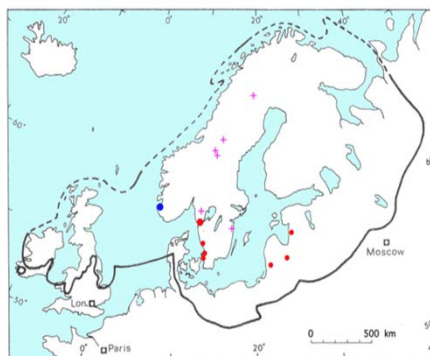
**Jordbävningar på 100.000 år**

	SKB-data	Mörner-data
<b>M 5</b>	10	10.000
<b>M 6</b>	1	1000
<b>M 7</b>	0.1	100
<b>M 8</b>	0.01	10
<b>M 9</b>	—	2-3

The only meaningful hazard assessments must be based on available palaeoseismic data. We may do this in different ways, viz. by transferring the entire database into the future (Table 3, Fig. 13), by dividing it up in deglacial and postglacial time segments (cf. Table 2), or by confining the analysis to the site-specific cases (Fig. 11). The results will differ, but the main answer is clear (Fig. 13): there will be far too many and far too strong events in the future to allow for a statement that a closed repository in the bedrock of KBS-3 type (the concept proposed for the repositories in Sweden and Finland) will stay intact over the required time period of at least 100 000 yr. The opposite seems rather to be the case: no safe deposition.

Adams (2005) noted that the validity of the loading model (Lambeck, 2005) required that no earthquakes had occurred during the period of ice cover (~70–15 ka). Therefore, it is of great significance that there are records of palaeoseismic activity from around 30 000 BP at 4 sites in Sweden (Fig. 10), a major fault in Norway (Feyling-Hanssen, 1966) and several sites in the peri-Baltic region (Bitinas and Lazauskiene, 2011). Furthermore, Löfvendahl and Holm (1981) dated the precipitation of uranium in a large number of fractures to the period of the Last Ice Age, with 6 sites dated at the interval 22–40 ka BP.

Consequently, the period of ice cover seems not so seismically calm (Fig. 10) as the model presupposes. This sheds serious doubts on the application of the computer modelling (Lambeck, 2005; Lund et al., 2009; Stephansson et al., 2012).



Från: Paper 568, Bilaga 7

### Jordbävningsscenaria som baseras på belastningsmodeller har föga värde

- ① De bygger på det felaktiga antagandet att inga jordbävningar förekom under skedet 15.000-70.000 år sedan (vilket observationsdata motbevisar)
- ② De kan inte reproducera observerade paleoseismiska händelser i postglacial tid

**2016:** Seismic Hazard Assessment: a challenge for Science and Geoethics.  
*International Journal of Earthquake Engineering and Hazard Mitigation*,  
4 (2), 64-70. (Paper 630, Bilaga 8)

**Abstract** – *When science itself cannot solve a problem, it is necessary to combine available data with philosophy and geoethics. Storage of high-level nuclear waste calls for an absolute isolation of the waste from the biosphere of at least 100,000 years. To make meaningful seismic hazard assessments over such an immense time period is very hard, if at all possible. Seismology only covers a century. Paleoseismology in Sweden covers 13,000 years (with some additional records from around 30,000 BP). In this situation, we must restrict ourselves from making too optimistic assessments. It is here where geoethics, philosophy and common sense become vital for a balanced evaluation. As some sort of seismic hazard assessment, one may multiply the recorded paleoseismic hazard over the past 13,000 yr by ten. The absence of a clear scientific methodology of assessing the true seismic hazard over this long time-period must not be used to present careless statements. We must also evaluate who says what, and in what interest. The principles of geoethics call for a strict application of scientific facts, observational evidence and physical laws.*

**Aktbilaga 449, M 1333-11, Inkom 2016-12-27**

med kopia till [registrator@ssm.se](mailto:registrator@ssm.se), [karnavfallsradet@regeringskansliet.se](mailto:karnavfallsradet@regeringskansliet.se), [karnavfallsradet@gov.se](mailto:karnavfallsradet@gov.se)  
Online 28 Dec., 2016: <http://www.nonuclear.se/sv/nacka-tr-m1333-11aktbil449morne>

### Estimating Paleoseismic Magnitudes

Som en lägre gräns för paleoseismisk jordbävningar kan man sätta M 5,5 eftersom lägre magnituder knappast lämnar varaktiga spår i naturen.

För att uppskatta forntida jordbävningars storlek (magnitud) måste man använda sig av en kombination av olika sätt att uppskatta magnituder. Dessa är:

- ① **Längd och höjd av förkastningslinjer.** SKB och SGU inskränker sina analyser till detta och frånsäger från övriga kriterier. SSM och Kärnkraftrådet – utan egen sakkunskap i ämnet - följer detta.
- ② **Ytutbredningen av sekundära bergsprickor och förkastningar.** Vi har dokumenterat sprickor upp till 50 km från epicentrum, vilket representerar mycket höga magnituder.
- ③ **Ytutbredningen av liquefaction strukturer.** Det finns mycket klara och välunderbyggda diagram om relationen mellan ytutbredning och jordbävningens magnitud. Vi har applicerat detta i våra beräkningar (Mörner, 2003, och efterföljande skrifter). Figur 3 ger ett exempel på två sådana beräkningar.
- ④ **Liquefaction strukturernas karaktär.** I ett par fall har vi kunnat knyta upp till 5 faser av liquefaction till en och samma paleoseismiska händelse (Fig. 4). De representerar huvudskalv och efterskalv.
- ⑤ **Höjden av tsunamivågor.** Detta har funnits med som kriterium från min monografi 2003. Nu har det blivit möjligt att göra mycket noggrannare konverteringar av tsunami höjd till jordbävningens magnitud. Detta visas för första gången i Figur 5. Jag återkommer till detta.
- ⑥ **Ytutbredning av deformation av magnetiska partiklar.** Vid jordbävningen på hösten 10.430 varvår BP har sådan deformation dokumenterats över ett område av 500x600 km, vilket måste motsvara en kolossal jordbävning (Fig. 7). För tillfället saknas dock konverteringsdata.

Detta innebär att jordbävningar av hög magnitud nu är ett faktum att inkludera i seriösa riskbedömningar.

I ett område med en radie på 250 km runt Forsmark  
Har vi registrerat och dokumenterat 35 paleoseismiska händelser under 10.000 år.  
Man skulle då kunna förvänta sig 350 jordbävningar under 100.000 år.

**40 på M >8**  
**50 på M 8–7**  
**190 på M 7–6**  
**70 på M 6-5**

Mot det skall man ställa SKB:s

1 på M 6

(baserat på seismiska data)

och Kärnavfallsrådets (2016)

2 på M >5

(baserat på okunskap och 10 km radie)

(utvärdering sent till [m.registrator@regeringskansliet.se](mailto:m.registrator@regeringskansliet.se), [mmd.nacka@dom.se](mailto:mmd.nacka@dom.se), [registrator@ssm.se](mailto:registrator@ssm.se) 2016-03-29)

Det bör noteras att IAEA (2010) för sina riskbedömningar anger:

*"Its radial extent is typically 300 km"*

### 3.2. Konvertering av tsunami höjd till jordbävningens magnitud

Det får betecknas som ett stort genombrott att vi nu kan konvertera tsunamivågors våghöjd till motsvarande magnituder av paleoseismiska händelser



Open Journal of Earthquake Research, 2017, 6, 89-97  
<http://www.scirp.org/journal/ojer>  
 ISSN Online: 2169-9631  
 ISSN Print: 2169-9623

## Converting Tsunami Wave Heights to Earthquake Magnitudes

### Abstract

There is a fairly strict relation between maximum tsunami wave heights and causation earthquake magnitudes. This provides a new tool for estimating the magnitude of past earthquakes from the observed wave heights of related paleo-tsunami events. The method is subjected to a test versus two paleoseismic events with multiple independent estimates of corresponding earthquake magnitude. The agreement to the tsunami wave height conversion is good, confirming very high magnitudes of M 8.5-9.0 and M 8.4-8.5. Applying the same method to two Late Holocene events of methane venting tectonics indicates a ground shaking of forces equivalent to a M 8.0 earthquake, seriously changing previous long-term crustal hazard assessments.

Från: Paper 640, Bilaga 0

Under de sista 13 åren har världen sett 8 tsunami händelser med stora våghöjder – i samtliga dessa fall vet vi även jordbävningarnas storlek.

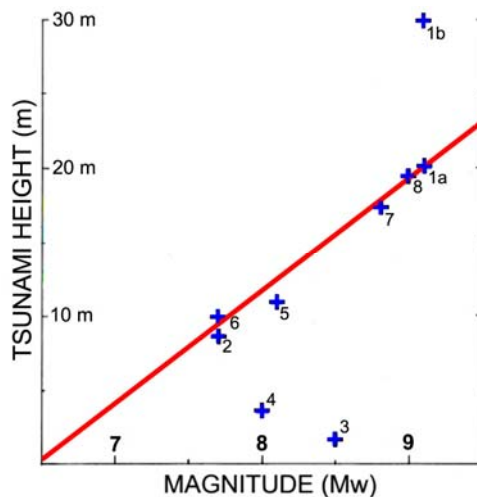
2004	Indiska Oceanen	20 m	M 9,1
2006	Java	8,6 m	M 7,7
2007	Benkula	1,6 m	M 8,5
2007	Peru	3-4 m	M 8,0
2009	Samoa	11,9 m	M 8,1
2010	Mentawai	10 m	M 7,7
2010	Chile	17,2 m	M 8,8
2011	Tihoku-oki	19,5 m	M 9,0

Med dessa värden kan vi beräkna relationen mellan våghöjd och jordbävningens magnitud så som framgår av bilden.

Den röda linjen anger detta förhållande, som är 0,133 Mw per 1,0 m tsunami våghöjd.

För att beräkna magnituden av paleoseismiska tsunamivågor kan den röda linje användas som ett minsta mått på motsvarande jordbävningens magnitud.

Mörner, 2016, Paper 630  
 Mörner, 2017, Paper 640  
 Mörner, 2017, Paper 569b, *Encyclopedia of Coastal Science*

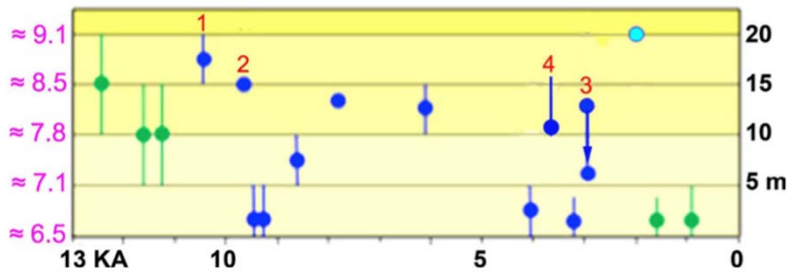


**Figure 1.** Relation between observed maximum tsunami heights and magnitudes of causal earthquakes (events 1 - 8). Having established this relation, observed tsunami heights of paleoseismic events can be converted to corresponding earthquake magnitudes.

**I Sverige har jag dokumenterat 17 paleoseismiska händelser**

Mörner, 2003, Mörner & Dawson, 2011, Mörner, 2016

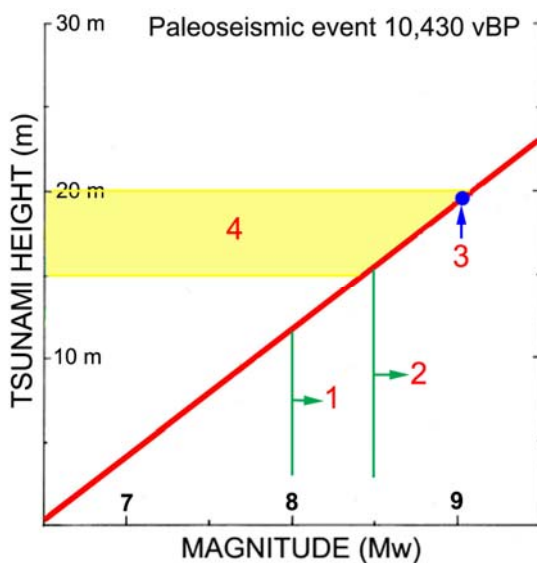
I Figur 2 konverteras observerad våghöjd till motsvarande jordbävningsmagnitud enligt det nya relationsdiagrammet (Paper 640)



**Figure 2.** The Swedish paleoseismic database [10] [11] includes 17 tsunami events [4] [14]; 5 in the Kattegatt Sea (green) and 12 in the Baltic (blue) plotted chronologically with respect to observed wave heights. Purple figures to the left give corresponding earthquake magnitudes as read from **Figure 1** relation (modified from [4]). The four events further discussed in section 3 are marked in red (1 - 4).

Som synes indikerar detta – återigen – att vi har att göra med mycket kraftiga händelser nämligen: 7 M 6,5-7,5; 6 M 7,6-8,4 och 3 M >8,4

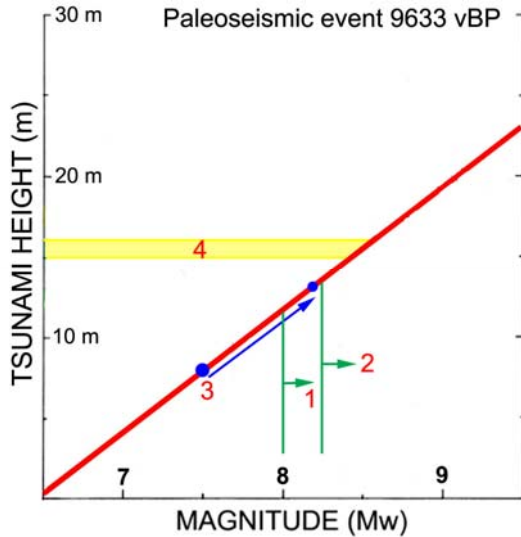
**Vi testar konverteringen mot tidigare uppskattningar för jättejordbävningen som inträffade på hösten 10.430 årsvarv BP (Mörner, 2003)**



**Svar: M 8,5–9,0**  
vilket stämmer väl med tidigare beräkningar M >>8 (Mörner, 2003)

**Figure 3.** Comparison between previous magnitude estimates (1–3) and the present one (4) obtained via the tsunami wave height and earthquake magnitude relation in **Figure 1**. Group 1 refers to M > 8 suggested by liquefaction of gravel, fracturing opening of 10–20 cm, and turbidite spread. Group 2 refers to M ~ 8 suggested by 6–8 m lateral fault displacement 1 km away from the main fault, spatial distribution of bedrock fracturing, seismic recurrence frequency, and rotation of magnetic grains over an immense area. Point 3 refers to the magnitude (M ~ 9.0) obtained from the spatial distribution of liquefaction. Point 4 represents the magnitude (M 8.5–9.0) converted from the tsunami height.

**Vi testar konverteringen mot tidigare uppskattningar för jättejordbävningen som inträffade på 9663 årsvarv BP (Mörner, 2003)**

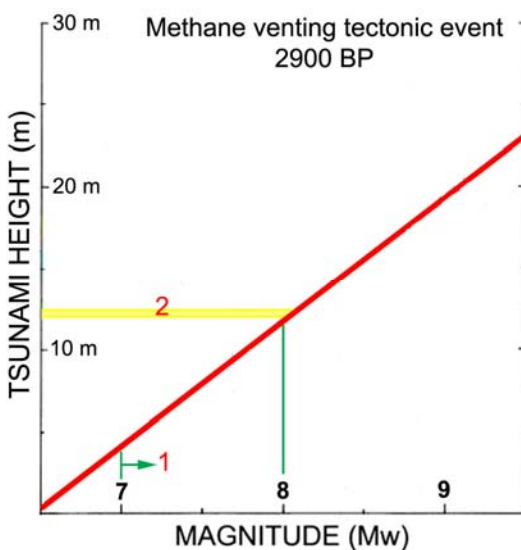


**Svar: M 8,5–8,6**

vilket stämmer väl med tidigare beräkningar  
M ~8 – >8 (Mörner, 2003)

**Figure 4.** Comparison between previous magnitude estimates (1–3) and the present one (4) obtained via the tsunami wave height and earthquake magnitude relation in Figure 1. Group 1 refers to M >8 suggested primary fault displacement, mode of bedrock deformations, slide volumes, spatial distribution of turbidites, liquefaction of gravel, and methane venting. Group 2 refers to M >8 suggested by spatial distribution of bedrock deformation, and mode of liquefaction in 5 phases. Point 3 refers to spatial distribution of liquefaction. Point 4 represents the magnitude (M 8.5–8.6) converted from the tsunami height.

**Vi testar konverteringen av våghöjden för metangastektoniken som inträffade på 2900 BP (Mörner, 2003, 2017)**



**Svar: M ~8,0**

vilket överstiger tidigare beräkningar  
M ~7 (Mörner, 2003)

vilket innebär att denna MVT-händelse  
**motsvarar en jordbävning på M ~8,0**  
detsamma gäller för MVT-händelsen på Södertörn  
daterad 3000-4000 BP

**Figure 5.** Comparing estimated earthquake magnitude equivalent (1) and observed tsunami wave height (2) of the methane venting tectonic event at 2900 BP [10] [14] [20], indicating that the ground shaking associated with methane venting tectonics may reach very high magnitudes comparable to M 8.0 earthquake magnitudes. A quite similar situation applies to the 3000–4000 BP methane venting tectonic event documented south of Stockholm [20] [21].

### 3.3. Explosiv metangastektonik – methane venting tectonics (MVT)

Efter en hel del förberedande hypotiserande, kunde vi 2003 visa att explosiv metangasavgång hade förekommit i Hälsingland I och med publiceringen av min artikel i Earth-Science Review har processen lyfts från hypotes till solid teori

#### Methane hydrate in crystalline bedrock and explosive methane venting tectonics

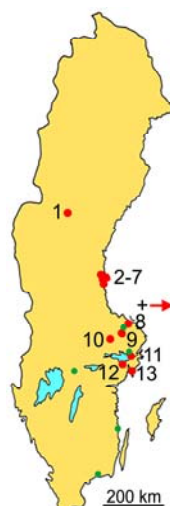
Nils-Axel Mörner

*Paleogeophysics & Geodynamics, Stockholm, Sweden*

*Earth-Science Review 169 (2017) 202-212  
Plus 32 pages Supplementary Material*

#### ABSTRACT

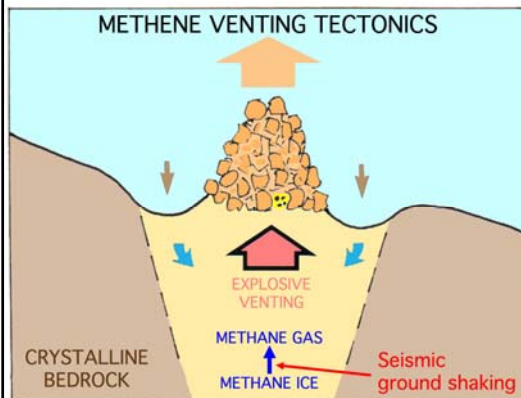
Methane hydrate (clathrate, ice) does not only form in shelf environments, but may also accumulate in voids and fractures in continental crystalline rocks. This has turned out to be the case in formerly glaciated areas where the waxing and waning of thick ice caps following the Quaternary alterations between Ice Ages and Interglacial implied very large changes both in temperature and pressure in the bedrock below. The Swedish situation is highlighted. Seepage of methane gas from the crystalline bedrock is recorded. Methane accumulated as ice in fractures and voids in the rock. In postglacial time, such accumulations vented explosively, generating "methane venting tectonics". This occurred both spontaneously as a function of changes in temperature and load-pressure, and partly as violent deformational events as a function of earthquake events. Whilst most venting events refer to the time of deglaciation, three major deformational events occurred shortly after the uplift induced emergence in Late Holocene time. A possible analogous event in association with the 1988 Saguenay earthquake in Canada is revisited.



#### Sites of methane-venting tectonics (•) and subglacial plucking (•)

No.	Local name	Size (m)	Up (m)	Age (BP)	Ref.
1	Snödskalleberget	180x175	20	~9500 vBP	41
2	Skålboberget	110x170	20-25	2900 BP	13, 41
3	Boda grottan	100x120	15	9663 varves BP	13, 14
4	Bergaudde	110x110	10	9663 vBP event	13, 18
5	Strålsjöberget	75x75	5	9663 vBP event	13, 18
6	Alfs gryt	60x70	5	9663 vBP event	13, 41
7	Hölick	90x30	5	9813 & 9663 vBP	13, 24
8	Gillberga gryt	30x30	5	~10160 vBP	13, 18
9	Trollberget	50x50	5	~10200 vBP	28, 41
10	Pukeberg	120x125	15	~10300 vBP	18, 24
11	Bromma	60x30	5	10430 vBP	31, 32
12	Marviken	10x10	5	3000 BP	13, 26
13	Kvarnberget	100x100	25	3000-4000 BP	24, 41
+	SE Finland	100x100	5-10	~10400 BP	29, 41

**Fig. 2.** Sites of methane venting-tectonics in Sweden. Thirteen sites in Sweden and one in Finland are documented, listed and described (red dots). In some sites, methane-venting tectonics is an additional factor to seismotectonic deformation (as in site 3), in others it is the dominant factor (e.g. sites 2 and 13) initiated by seismic shock waves (as illustrated in Fig. 3c). The real occurrence in nature seems to be 10 to 100 times as many as those here described. A few sites of sub-glacial methane-venting dislocation of blocks (green dots) are also marked.



**Fig. 7.** Models of explosive methane venting. (a) The model developed for the explosive methane venting tectonics of Skålböberget (Mörner, 2003) seems directly applicable for the deformation recorded at Kvarnberget (Mörner and Sjöberg, 2011; SuplMat, p. 21-25) and a number of other sites (red dots in Fig. 2a). This model refers to explosive methane venting in the crystalline bedrock of Sweden (and Finland).

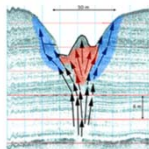
**Exceptionally violent methane venting was recorded at Skålböberget and Kvarnberget** (sites 2 and 13 in Fig. 2). Here, the venting forces were concentrated to a vertical tube (chimney) where big blocks were thrown up like in a fountain (i.e. “a block-fountain”) forming huge block cone in the order of 100,000 m<sup>3</sup>, or more (Fig. 7a). It seems significant that the largest block remains at the top of the cones, i.e. at the centre of the “block-fountain” (Figs. 4b and 6b). The cones are surrounded by troughs, representing compensational down-movement of material.

**Från tsunamivåghöjden rör det sig om deformationer motsvarande jordbävningar på M ~8,0**

Explosiv metangastektonik är egentligen en naturlig och vanlig process.

Methane seepage and venting at surface is quite a natural and common process. When the venting takes the form of violent deformation of sediments and bedrock in dimensions in the order of 50-100 m in diameter and 10-20 m in height, we are dealing with explosive methane venting tectonics. In those cases, the ultimate origin seems to be a sudden transformation of methane ice (hydrate, clathrate) into methane gas of a much larger volume (up to 168 times the ice volume).

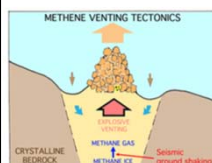
From: 13th International Conference on Gas in Marine Sediments (GIMS13), Tromsø, Sept. 19-22, 2016. Uploaded on ResearchGate, Sept. 19. [https://www.researchgate.net/publication/308306076\\_Methane\\_venting\\_and\\_methane\\_venting\\_tectonics](https://www.researchgate.net/publication/308306076_Methane_venting_and_methane_venting_tectonics)



Pockmarks on the Norwegian shelf provide firm evidence of methane seepage and venting at the seabed. Giant pockmarks seem indicative of episodic events of venting. The pockmarks themselves represent deformational structures in deposits of **marine clay and silt**.



In the Yamal-Gydan area of northern Siberia, there are a number of big blowout craters, which seem to represent sudden explosive venting of methane gas, driven by an instantaneous transformation of methane ice (hydrate, clathrate) to methane gas. In this case we are dealing with the deformation of **Quaternary sedimentary deposits**.



In Sweden (and Finland), we have huge sugar-loaf-like cones (about 20 m high) of huge blocks thrown out of the bedrock. Those structures are interpreted in terms of explosive methane venting from the sub-surface where methane ice (accumulated in voids and fractures) was suddenly transformed into methane gas, forced to vent upwards in an explosive manner. In this case we are dealing with the deformation of **crystalline bedrock**.

**Methane venting tectonics** is a novel concept (proposed in *Paleoseismology in Sweden – a novel concept*, Mörner, 2003) and expanded on as a full theory in a recent paper (*Methane ice in crystalline bedrock and explosive methane venting tectonics*, Mörner, 2017, Paper 622).

This new type of tectonic deformation will, of course, imply significant reconsiderations as to the long-term bedrock stability in Fennoscandia and the issue of a proposed safe deposition of high-level nuclear waste in the bedrock over a time-unit of at least 100,000 years (Mörner, 2013a, 2013b, 2016a).

#### Explosiv metangastektonik

Har inte alls beaktats av SKB och ligger alltså helt utanför deras s.k. "säkerhetsanalyser".  
Detta har jag påtalat vid upprepade tillfällen genom åren.

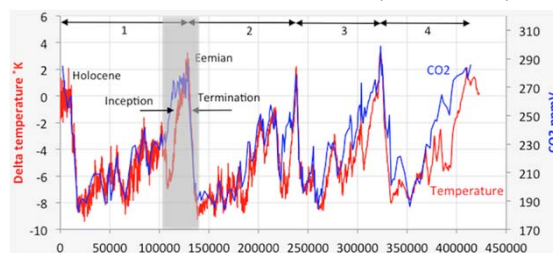
Explosiv metangastektonik är på sitt sätt "spiken i kistan" på SKB:s "säkerhetsanalyser"

- ① Eftersom deformationseffekterna är kolossala och går på djupet
- ② Eftersom det synes hart när omöjligt att förutsäga var de kan ske
- ③ Eftersom de förekommer även i sen Holocen tid
- ④ Eftersom de kan motsvara jordbävningar av magnituden  $M \sim 8,0$

### 3.4. Framtida glaciationer

SKB:s "klimatscenario" är mycket svagt underbyggt och grovt missvisande.  
Under de sista 400.000 åren har vi haft 4 stora istider. Dessa är mycket väl dokumenterade i isbörkärnan i Vostok i Antarktis (bilden nedan).

Varje istid (1-4)  
har innefattat  
4 större  
glaciationer



Så kommer det  
även att bli  
under nästa  
100.000 år

Tid från interglacial maximum till glaciations minima, medelvärde och förväntad tid till framtida glaciationer.

	Framtid	Istid 1	Istid 2	Istid 3	Istid 4	medel
Värme topp	-7000	0	0	0	0	0
Glaciation-1	+13.758	21.218	27.272	16.363	18.181	20.758
Glaciation-2	+30.954	32.727	41.818	38.181	39.090	37.954
Glaciation-3	+54.817	56.363	72.727	60.000	58.181	61.817
Glaciation-4	+79.363	100.000	90.909	76.363	78.181	86.363

Under kommande 100.000 år måste vi förvänta oss 4 nya stora glaciationer – inte alls bara 1 à 2

## 4.

# Slutsatser

Jag hävdar att jag representerar internationell spetsforskning vad gäller bergets stabilitet, paleoseismicitet, tsunamihändelser och klimat.

Jag summerar mina synpunkter i efterföljande ppt-bild (35)

- ① KBS-3 metoden förutsätter att berggrunden är exceptionellt stabil. Eftersom så inte är fallet, håller inte metoden och måste därför underkännas.
- ② Forsmark är på intet sätt "bästa plats". Det förekommer många platser som är avsevärt mycket bättre; t.ex. Ivö-området. Därför underkänns platsen.
- ③ Påståendet att metoden ger ett säkert förvar av högaktivt kärnbränsleavfall över den enorma tidsrymden 100.000 år måste betecknas som falskt.
- ④ SKB:s säkerhetsanalyser är beklämmande dåliga. De vilar på överoptimistiska antaganden och ett ovetenskapligt ignorerande av riskbedömningar baserade på observerade paleoseismiska händelser.
- ⑤ En sund riskbedömning måste innefatta paleoseismiska händelser inom en radie på 250-300 km (se krav från IAEA, 2010). Om man gör så bör man kunna förvänta sig: 70 M 5-6, 190 M 6-7, 50 M 7-8 och 40 M >8 jordbävningar under 100.000 år (SKB anger max 1 M 6 jordbävning). SKB:s riskbedömning måste naturligtvis underkännas.
- ⑥ Metangastektonik (MVT) är något som SKB inte alls räknar med (trots att vi vid upprepade tillfällen påtalat detta). Nu föreligger denna process väl beskriven i en topp-internationell tidskrift (ESR, 2017). Stora metangasexplosioner finns nu registrerade i Hudiksvall (850 f.Kr.) och på Södertörn (1000-2000 f.Kr.). Båda händelserna genererade tsunamivågor, vars våghöjd motsvarar jordbävningar på omkring M 8. Metangastektonik kullkastar all säkerhetsanalys för 100.000 år.
- ⑦ En ny metod att konvertera tsunamivågor höjd till jordbävningmagnitud har just publicerats (OJER, 2017). Den bekräftar tidigare åsatta magnituder.
- ⑧ SKB:s klimatscenario underkänns. Vi måste förvänta oss 4 (inte 1) glaciation.

**REKOMMENDATION:**

**Avslå SKB:s ansökan\***

på grund av  
**KBS-3 metoden inte håller**  
**Bättre platser än Forsmark finns**  
**Säkerhetsanalysen totalhavererat**

med notering att  
SKB inte på ett seriöst sätt beaktat alternativ  
SKB envetet vägrat att beakta våra paleoseismiska data  
Metangastektonik nu dokumenterats och kullkastar säkerhetsanalysen  
Tsunamikonvertering nu verifierar våra ansatta magnituder  
Vostok iskärna anger 4 (inte 1 à 2) glaciationer under kommande 100.000 år

**\*och då menar jag totalt avslag, inte "ja" med förbehåll**

***”Sanningen ligger på marken  
men ingen vågar ta den”***

**Tomas Tranströmer, 1989**  
Nobelpristagare i litteratur, 2011