

REMISSUTLÅTANDE
från Stockholms Universitet
över ”FUD-program 2004” (SKB)

del 2
utlåtande från enheten för
Paleogeofysik & Geodynamik
genom dess föreståndare
Nils-Axel Mörner

Innehållsförteckning	sid
Förord	2
Några ord om Etik och Moral	3
Årets FUD-program – 28 år kantade av missbedömningar	4
Verklighet och Förvrängd Verklighet	6
Jordbävningsscenariots totala kollaps	7
Tomt prat om ”respect distance”	10
Metanis och metangassprängning en allvarlig ny faktor	11
Ett otryggt berggrundsförvar	12
DRD alternativet vida överlägset KBS-3	13
Hänsyn till kommande generationer	15
Slutsatser och rekommendationer	16
P&G-skrifter i ämnet	17

*“stån upp till svars.
Den tunga vredens murar
sig sluter om det öde
ni beredde”*

(Harry Martinson, Aniara, sång 59)

Förord

Ämnet Paleogeofysik & Geodynamik blev 1991 en separat enhet vid Stockholm Universitet under ledning av Nils-Axel Mörner. Ett centralt tema har hela tiden varit paleoseismicitet – det vill säga den seismiska aktivitet som ligger före den sentida instrumentregistreringen och där vittnesbörden kommer från strukturer i berg och sediment; förkastningar, sprickor, olika former av deformationer, skred, liquefaction av sediment, seismiter i den varviga leran, tsunamieffekter, etc. Hela tanken på och studiet av paleoseismicitet och neotektonik byggdes successivt upp under min tid som president för INQUA's Commission on Neotectonics (1981-1987) och som redaktör för dess "Neotectonics Bulletin" (1977-1996). Redan 1973 startades vi specialstudier av landhöjningsregelbundenheter inom Geodynamics Project. 1977 organiserade jag en stor internationell kongress, med efterföljande exkursion, i Stockholm rörande "Earth Rheology, Isostasy and Eustasy" (med 599-sidig bok tryckt av Wiley & Sons, 1980).

Det är sant att Sverige nu för tiden är ett område av låg till medelhög seismisk aktivitet. Det är på denna bas SKB (tidigare KBS) bygger hela sitt så kallade jordbävningsscenario. Det kan emellertid inte längre råda någon tvekan om att Sverige vid tiden för isavsmältningen var ett område med superhög seismisk aktivitet; i enskilda skalvs styrka (magnitud) så väl som skalvens antal och täthet (frekvens). Det är på den basen – d.v.s. verkligheten som vi bygger vår kritik och utmönstring av SKB's jordbävningsscenario över 100.000-tals år in i framtiden.

Av enhetens 10 doktorsavhandlingar, är 3 ägnade just dessa frågor

1994, Rabbe Sjöberg, urberggrottornas förekomst och bildning, inte mins Boda grottan som senare kom att bli centralpunkt i ett mycket omfattande internationellt lagarbete.

1997, Per-Einar Tröften, paleoseismicitet med speciell hänsyn till sedimentkarakteristika i Stockholmstrakten.

2005, Guayugu Sun, magnetiska korns rörelser i jordbävningstörda sediment med metodik att skilja flytande och plastisk deformation.

Till detta kommer ett mycket stort antal vetenskapliga (peer reviewed) artiklar (se avslutande referenslista). Som "krona på verket" kan man väl säga att min bok "*Paleoseismicity of Sweden – a novel paradigm*" (2003, 320 sidor, färg) kommer. Där sammanfattas hela vårt material med noggranna lokalbeskrivningar. Totalt beskrivs 52 forntida jättejordbävningar (nu ökade till 54), varav minst 15 med tillhörande tsunamivågor.

Vi har dessutom presenterat (och diskuterat) våra resultat vid en rad stora internationella möten (vid flera tillfällen som keynote speaker) t.ex. INQUA Ottawa 1987, INQUA Beijing 1991, INQUA Berlin 1995, IUGG Uppsala 1997, EGS Nice 1998, EUG Strasbourg 1999, IUGG Birmingham 1999, INQUA Durban 1999, IGC-31 Rio 2000, INQUA London 2001, EGS-EUG Nice 2002, EGS-AGU-EUG Nice 2003, INQUA Reno 2003, IGC-32 Fienze 2004.

Som ett synnerligen kraftfullt alternativ – i vår mening klart överlägsen metod – har vi lanserat DRD-metoden internationellt (vid möten och i t.ex. *Radwaste Solutions*, 2004) så väl som nationellt (i remisser och i debatter). Vår bedömning fick nyligen ett viktigt och tungt stöd i den analys som gjorts av forskare vid MIT (se *MITs Magazine of Innovation Technology Review*, 2004, p. 38-44).

När enheten för Paleogeofysik & Geodynamik lägges ner per April-05, innebär detta inte slutet av vår verksamhet och den fria forskningens omutbara röst. Jag forstätter mina studier. Men viktigare är att kunnandet får en framtida kanalisering via Per-Einar Tröften (makrostrukturerna och frågan som helhet) och Guangyu Sun (mikrodeformationer och rörelser av små korn).

P&G-enheten, Kräftriket, Stockholm 2005-01-22

Nils-Axel Mörner

Några ord om Etik och Moral

I en seriös säkerhetsanalys måste säkerheten vara ledstjärna och stå över varje egenintresse. Om så inte är fallet blir den s.k. säkerhetsanalysen svag, otillförlitlig eller kanske t.o.m. direkt missvisande – och därmed äventyras just det man skulle slå vakt om; nämligen säkerheten.

Det sätt på vilket en organisation bemöter kritik, problem och obekväma fakta säger mycket om dess grundläggande attityd och arbetsmetodik.

Om problem signaleras, så kan dessa bemötas på två fundamentalt olik sätt (Fig. 1):

A svarar: *”Så intressant och viktigt för en tillförlitlig säkerhetsanalys”.*

Den som gör så sätter **Maximal Säkerhet i Långtidsperspektivet** i centrum.

När vi presenterat våra observationsfakta hade vi förväntat oss en sådan reaktion.

Vidare är det just denna principen som får oss att förorda ett DRD förvar.

B svarar: *”Så upprörande! Varför störa och ifrågasätta vårt fina projekt?”*

Den som gör så sätter **Maximal Framgång i Korttidsperspektivet** i centrum.

Om och om igen under gångna 28 år ser jag exempel på denna attityd från SKB, KBS och allierade organisationer.

ETIK & MORAL

hur vi bemöter problem och negativa aspekter
säger mycket om attityd och arbetsmetodik

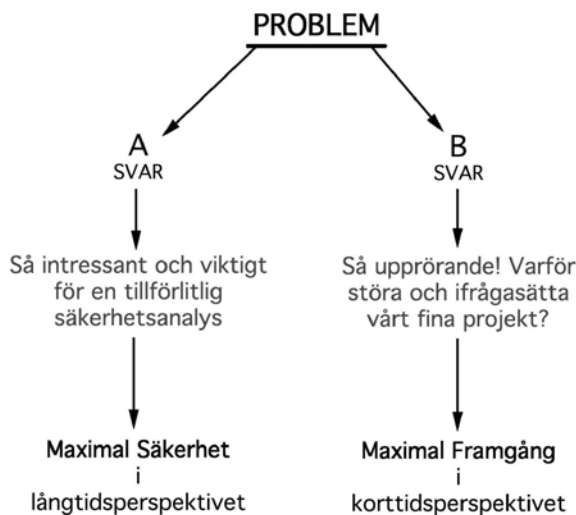


Fig. 1. Sättet att bemöta kritik, problem och obekväma fakta speglar svararens grundläggande attityd och arbetsmetodik och därmed även dess etik & moral. Medan A tänker på ”maximal säkerhet i långtidsperspektivet”, så tänker B på ”maximal framgång i korttidsperspektivet” (från powerpoint presentation av Mörner vid Oskarshamnsmötet 04-04-21).

Medan A-attityden är vad ett samhälle måste sträva efter, så är det B-attityden som ligger till grunden för ”FUD-program 2004” (liksom dess föregångare). Inte ens nu i slutfasen är det för sent att ändra riktning, attityd och arbetsmetodik – vad vi talar om är ju en fullständig säkerhet under 100.000 år eller mer.

Årets FUD-program – 28 år kantade av missbedömningar

Det FUD-program vi tillställs innehåller inga direkta nyheter av avgörande betydelse för frågans tillfredsställande vidareutveckling. Egentligen är det väl bara ett finputsande av all tidig argumentering.

KBS & SKB; ett 28-årigt framåtskridande kantat av missbedömningar och fel

När man idag läser SKB:s FUD-program, så ser det både fint och imponerande ut, och det är lätt att förvillas och tro att allt står rätt till. Vad var det Jeremia sa om ”falska profeter”, jo:

*de säga ”Allt står väl till”
och dock står icke allt väl till*

Under tiden 1977 till 2005 har KBS och senare SKB självsäkert kommit med det ena efter det andra påståendet, som visat sig vara ounderbbyggt, missvisande och felaktigt. Steg för steg har man tvingats erkänna det man tidigare negerat och haft motsatt åsikt om. Man frågar sig därför med fog;

Hur mycket av det man hävdar idag kommer i morgon att vara reviderat?

Vad är egentligen verkliga fakta och vad är påståenden bara för att rädda det egna konceptet?

Låt mig påminna om några (av en lång rad) pinsamma påståenden som man med tiden tvingats revidera och acceptera motsatsen för.

(1) I AKA-utredningen och vid ett KBS-möte i januari 1977 sa SGU:s chef Otto Brozen ”alla sprickor i Sverige är äldre än 1,6 miljarder år”. Det var detta yttrande som fick mig ”att hoppa högt” och fick mig att starta arbeten som bevisade motsatsen. I dag låter yttrandet närmast löjligt.

(2) I den internationella remissen över KBS-projektet skrev New York Academy of Sciences ”om Mörner har rätt, håller inte KBS-konceptet. Men eftersom han tycks vara i minoritet, följer vi majoritetens åsikt att postglacial sprickor och förkastningar inte förekommit och då bör konceptet fungera”. Men det var ju jag som fick rätt med tiden.

(3) KBS analyserade svensk seismicitet under en 25 års period och hävdade (KBS-3, 1983, Vol. II) att denna aktivitet skulle gälla även över framtida 100.000 år, ja, ända upp till 1 miljon år. Den maximala jordbävningen angavs till 4,5 och dess effekt på berggrörelser angavs till maximalt 3,8 cm.

Naturligtvis är denna prediktion totalt värdelös och inget annat än desinformation (Fig. 2). Redan efter 7 år visade jordbävningarna i Kattegatt att KBS:s poisson fördelning i tid och rum var rena rama nonsens. När vi så går bakåt i tiden faller hela KBS-prediktionen platt – så även det ”jordbävningsscenario” som ännu idag framförs och hävdas av SKB.

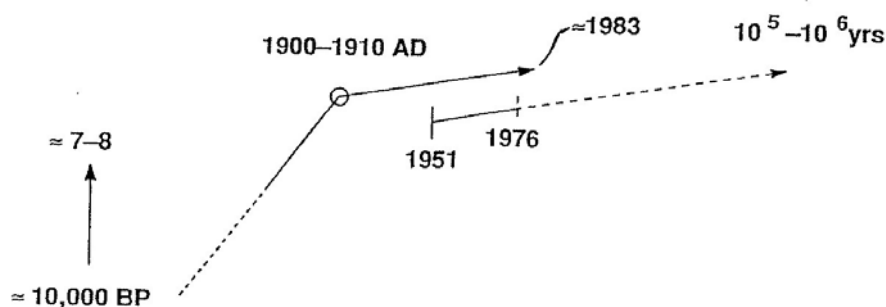


Fig. 2. KBS:s 25-årsserie och långtidsprediktioner för 10^5-10^6 år in i framtiden och verklighetens kalla fakta (1) 80-talets höga aktivitet i Kattegatt, (2) energiändringen kring 1900 och (3) den förkrossande paleoseismiska databasen (från Mörner, *Quaternary International*, 1995). Ännu i dag (FUD 2004) har SKB inte inkorporerat verkligheten i sitt ”jordbävningsscenario” vilket därmed förblir värdelöst och måste klassas som ren desinformation i en vital och avgörande fråga.

(4) ”Som Push visat har istider ingen effekt på ett KBS-förvar” skrev Vattenfall (1980) och så var allt jag sagt om jordbävningar, förkastningar och sprickor, istider, permafrost och geoiddeformationerna i ett huj negerat, neutraliserat och bortblåst. Idag är situationen en annan. Nu har man tvingats erkänna att just istiderna och med dem förknippade skeenden utgör det stora problemet och att många frågor återstår. ”En viktig fråga för säkerhetsanalysen...är att kartlägga vilka klimatförhållanden som är möjliga och beskriva hur de kan påverka djupförvarets säkerhet” (sid 7 i FUD-program 2004). Idag vet vi att Vattenfalls gamla yttrande var både ogrundat och helt felaktigt, men vi glömmar kanske att det hade mycket stor betydelse för projektets vidareutveckling. Det är det som är ”framåtskridande kantat av misslyckande och fel”.

(5) Mycket länge hävdade SKB att postglaciala jordbävningar bara förekommit i nordligaste Sverige. Vid ett internationellt möte i Strasbourg 1999 hade man t.o.m. fräckheten att hävda att detta var ”a general consensus” (Stephens & Ahlbom). Vi, å andra sidan, hävdade att hela Sverige varit ett hög-seismiskt område vid isavsmältningen. Och det var ju vi som fick rätt (Fig. 3; min bok 2003) – fast SKB ännu inte erkänner detta. Så gjorde däremot den internationella grupp av specialister som deltog i vår ”Sweden Excursion” 1999 och då kunde bedöma vårt observationsmaterial på plats i fält.

(6) La Pointe et al. (2000) har presenterat en jordbävningssprediktion för kommande 100.000 år. Denna prediktion bildar basen för SKB:s hela ”jordbävningsscenario”. Eftersom den inte håller 10.000 år bakåt i tiden, så håller den naturligtvis inte 100.000 år framåt i tiden. Här måste vi tala om en total kollaps för SKB:s jordbävningsscenario (se vidare nedan).

(7) Nyligen började man tala om ”respect distance” och påstod att avfallet kan lagras 50-100 m från en regional förkastningszon. Detta är helfel ur alla synpunkter (se vidare nedan). Vi måste snarare tala om 5-10 km.

Och så har det fortgått under åren.

Vad KBS och SKB hävdar som sanning och använder som in-put data i sina säkerhetsanalyser faller med tiden och avslöjas – på punkt efter punkt – som felaktigt och falskt.

Det är därför man med fog måste fråga sig:

**Hur mycket av det SKB hävdar idag
kommer i morgon att vara reviderat**

?

Vi vet att ”jordbävningsscenario” är grundlöst
Vi vet att talet om ”respect distance” är nonsens
Vi vet att KBS-SKB-vägen är kantad av missbedömningar
Vi vet att man handlar vårdslöst med fakta som inte passar
Och
Vi hävdar att DRD-metoden är överlägsen

Verklighet och Förvrängd Verklighet

SKB (och Posiva) säger sig ha ett oeftergivligt krav om ett ”slutförvar”. För att ett sådant ”slutförvar” skall ha en meningsfull relation till huvudkravet ”full säkerhet”, så måste vår kunskap och metod vara sådan att ”högsta möjliga säkerhet uppnås” och, vad mera är, ”kan garanteras för minst 100.000 år, helst ännu mer” in i framtiden.

Det behövs ringa fantasi och kunskap för att inse att vi naturligtvis inte är i stånd att ge några säkerhetsgarantier över sådana ofantliga tidsrymder.

Vi ställs då inför två möjligheter:

(1) att ”förvränga verkligheten” så att den synes uppfylla ställda krav och lagar.

Det är den vägen SKB envist vandrat och krampaktigt hållit fast vid.

Andra synpunkter har förtigits eller negerats, och på alla sätt motarbetats.

Men när man väljer denna strategi, så blundar man för faktum att man därigenom bryter mot det allt annat överskuggande huvudkravet på ”full säkerhet”

(under ofantliga tidsrymder, kan tilläggas).

(2) att rätta metodik och lagar efter verkligheten

Det är den vägen jag envist förordat i remissutlåtande efter remissutlåtande

vid föredrag och diskussioner, samt i vetenskapliga artiklar och böcker

Verklighetens jordbävningar och dynamiska processer tillåter

ingen säker, tillsyningsfri ”slutförvaring” under 100.000 år eller mer.

I det läget förordar vi en torr berggrundsförvaring av DRD-typ

där avfallet är lika väl skyddat, men fortfarande tillgängligt och kontrollerbart

d.v.s. öppet för framtida transmutering, reparation, användning och destruktion

Jag har utvecklat detta i tidigare remisser så väl som vetenskapliga publikationer (t.ex. Mörner i *Engeneering Geology*, 2001; Mörner i hans bok 2003; Cronhjort & Mörner i *Radwaste Solutions*, 2004). Tankar och argument kommer att vidareutvecklas i denna remiss.

Till frågan hör ”jordbävningsscenarioets totala kollaps”, ”tomt prat om respect distance”, nya rön om metanexplosioners bergdeformationer, det reverterade grundvattenflödet vid istider, men också fördelarna med ett DRD-förvar.

Man kan summera situationen med sentensen nedan (hämtad från mina tidigare inlägg):

*”månd ädlare att rätta lagen efter verkligheten
än att förvränga verkligheten efter lagen”*

SKB har slutat att tala om ”slutförvar” och använder i stället ”djupförvar”. Vidare hävdar man – efter uppmaning – att avfallet är återtagbart.

Om det nu är ett ”återtagbart djupförvar” så är det ju inte längre ett ”slutförvar” i ordets (och lagens) ursprungliga mening. Gränsen till vad SKB kallar ”mellanlager” suddas därmed ut och blir oskarp.

Vad gäller den s.k. ”återtagbarheten” så är det intressant att se vad man själva sa (i Komplettering till FUD-program 98); nämligen ”ett återtag efter förslutning är dock inte enkelt att göra”, utan vore ”en operation med en omfattning i tid och pengar av nästan samma storleksordning som deponeringen”, vilket jag kommenterade med ”i klartext innebär detta att ett återtagande efter deponering är helt uteslutet. Och då har vi ändå inte diskuterat de ofantliga risker som vore förknippade med ett sådant återtagande ” (remissutlåtande 2001).

Jordbävningsscenariots totala kollaps

Seismiska instrumentdata (KBS-3, SKB, La Pointe et al.) utan paleoseismiska data (vår paleoseismiska katalog) kan aldrig bli annat än meningslösa och missvisande.

I min bok *Paleoseismicity of Sweden – a novel paradigm* (2003) presenterade jag 52 paleoseismiska superjordbävningar i Sverige efter istiden. Senare arbeten har dokumenterat ytterligare 2 händelser så att vår katalog nu omfattar 54 händelser, varav 15 orsakade stora tsunamivågor.

I vår paleoseismiska katalogen förekommer 6 skalv på >8, 17 skalv på 7–8, 26 skalv på 6–7 och 5 skalv på 5–6. Deras fördelning i rum och tid framgår av Figs. 3 och 4.

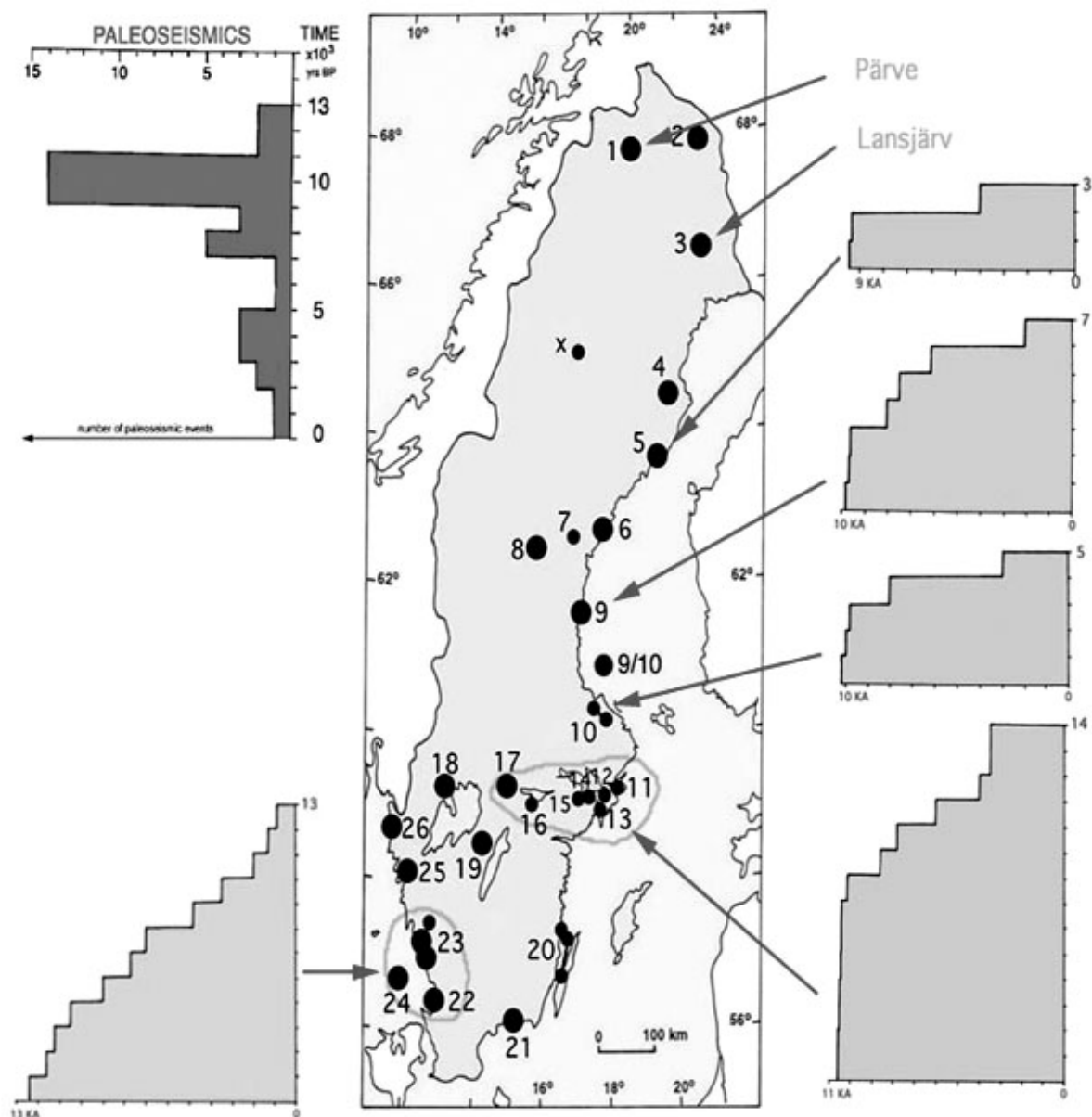


Fig. 3. Geografisk fördelning av registrerade 54 stora paleoseismiska jordbävningar med rekurrensdiagram för 5 regioner visande 13 skalv på 13.000 år i Västkusten-Kattegatområdet, 14 skalv på 10.500 år i Mälardalen, 5 skalv i norra Uppland på 10.000 år, 7 skalv på 9800 år i Hälsingland, 3 skalv på 9500 år i Umeåtrakten samt Pärve och Landsjärv skalven. Samtliga skalvs fördelning i tiden syns i diagrammet uppe till vänster; med klart maximum vid tiden för isavsmältningen men även med en serie unga skalv. Materialet utmönstrar allt vad SKB hävdar och framgent hävdar vad gäller jordbävningar, deras antal och styrka och deras geografiska fördelning. Med denna databas faller SKB's hela "jordbävningsscenario" – det rör sig om en total kollaps.

Fig. 4 visar Sveriges registrerade jordbävningar under de sista 13.000 åren; dels dagens instrumentdata (B) plus tre historiska händelser med magnituder strax över 5 (på Richterskalen), dels våra 54 paleoseismiska händelser (A). Det är ju ganska självklart att B-data inte har något som helst värde för långtidsprognoser. En meningsfull prognos för längre tider måste naturligtvis inkludera A-data. KBS, SKB och La Pointe et al. (2000) baserar sina seismiska analyser och prediktioner blott och bart på dagens instrumentdata (B). Därmed är deras slutsatser vad gäller den långtids seismiska aktiviteten i Sverige inte bara felaktig utan direkt missvisande. Eftersom detta förhållande påpekats i tidigare remisser och i vetenskapliga publikationer (t.ex. Mörner i *Engeneering Geology* 2001 och i min bok 2003, samt Cronhjort & Mörner i *Radwaste Solutions*, 2004) och SKB ändå framhärdar i att hänga kvar i sitt helt missvisande "jordbävningsscenario" – utan att ens referera andra åsikter och fakta – så frestas man dra slutsatsen att villfarelsen t.o.m. är medveten.

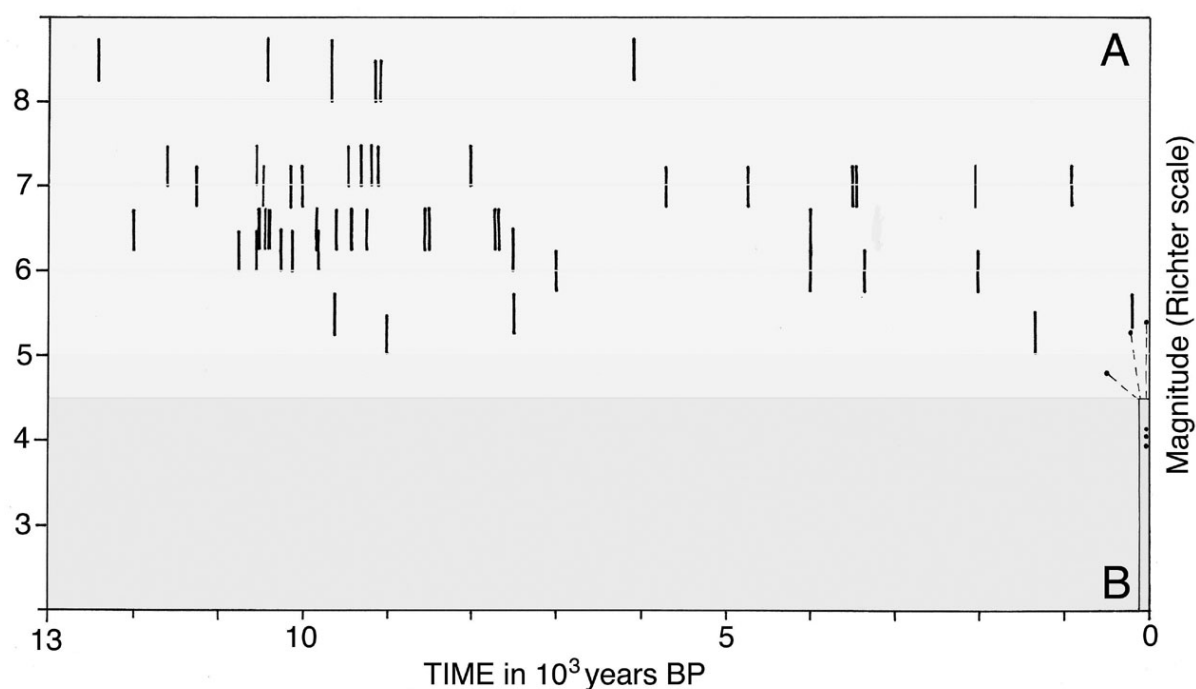


Fig. 4. Paleoseismiska (A) och seismiska (B) händelser i Sverige under sista 13.000 åren (från Mörner *Paleoseismicity of Sweden*, 2003, sid 307, och *Tectonophysics*, 2004, 380:139-157). A-data omfattar 54 högmagnitud skalv. Dagens instrumentdata (B) når inte över 4.2-4,3 (dock med 3 händelser på runt 4 inom 1,5 år i Kattegatt i mitten på 80-talet). Historiska skalv på ca magnitud 5 skedde 1497 (4,8), 1759 (5,3) och 1904 (5,4). Naturligtvis kan inga som helst meningsfulla prediktioner göras enbart på B-data. För seriösa långtids prognoser måste A-data inkluderas, vilken ännu inte skett i SKB:s så kallade "jordbävningsscenario".

Fig. 5 visar den förkrossande skillnaden mellan den seismiska prediktionen av La Pointe et al. (2000) baserad enbart på B-data vad gäller de framtid 100.000 åren (med maximalt 1 jordbävning av magnitud 7) och vår databas (A-data) där man, under en 100.000 årsperiod, måste räkna med:

- 1000-tals jordbävningar på magnitud 6,
- 100-tals jordbävningar på magnitud 7,
- 10-tals jordbävningar på magnitud 8
- och några jordbävningar kanske även på runt magnitud 9

(och då väljer man ändå låga till medellåga värden).

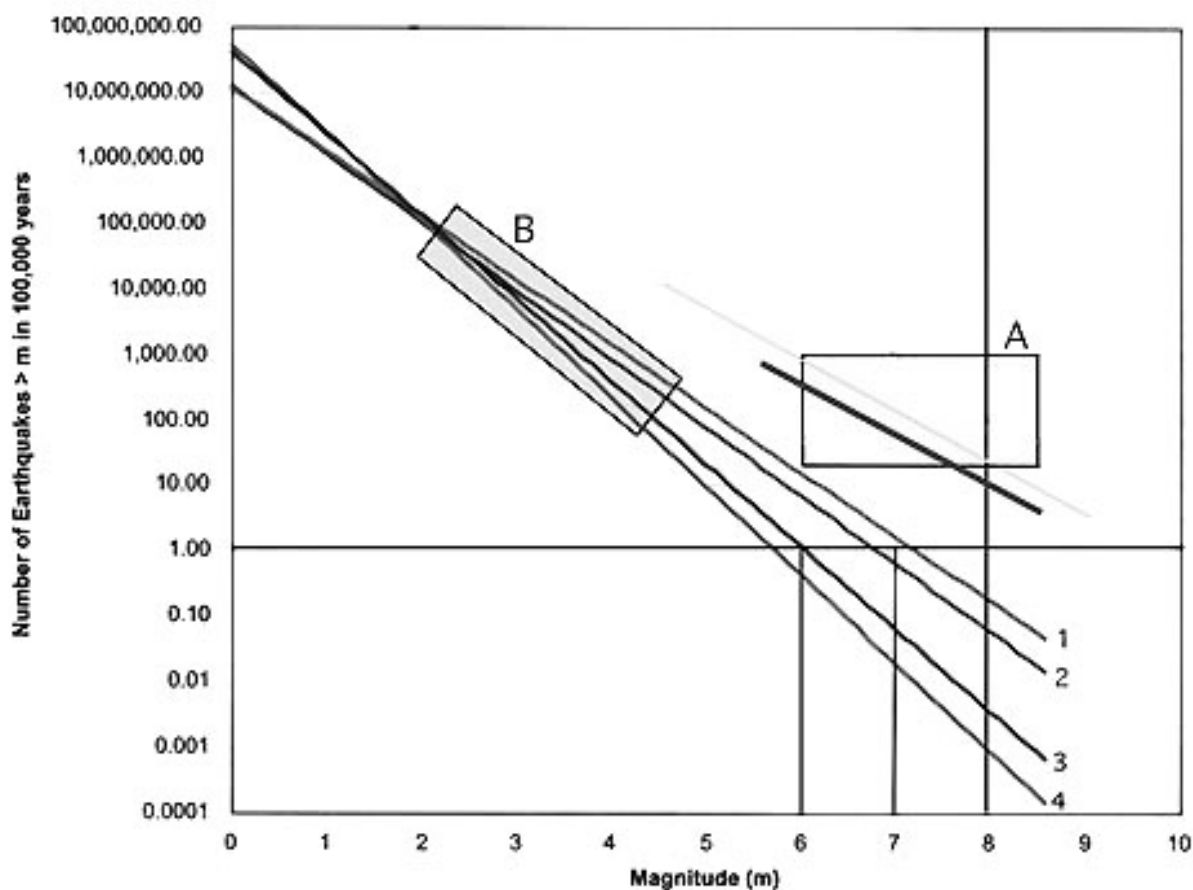


Fig. 5. La Pointe et al. (2000) utnyttjade dagens seismiska databas (B-data) och kickade upp dessa för 100.000 år framåt i tiden, vilket maximalt skulle ge 1 jordbävning på maximalt 7 under denna kolossala tidsrymd. Prediktionen är inte bara meningslös, vad värre är, den är direkt missvisande; en desinformation (vilket jag påpekat vid många tillfällen).

När A-data inkluderas blir bilden fullkomligt annorlunda; man måste nu, som minimum, räkna med 1000-tals på magnitud 6, 100-tals på magnitud 7, 10-tals på magnitud 8 och några även på upp till magnitud 9 (från Mörner *Paleoseismicity of Sweden*, 2003, p. 217).

Därmed faller hela SKB:s så kallade jordbävningsscenario!

Basen för SKB:s prediktion för kommande 100.000 år framstår som ”ruffel och båg”, d.v.s. totalt grundlös.

Därmed borde även deras slutförvaringsmetod falla – d.v.s. om våra beslutsfattare hade insett vad ”jordbävningsscenarioets kollaps” innebär *de facto* för säkerheten i ett berggrundsförvar av KBS-3 typ.

Tomt prat om "respect distance"

"An earthquake up to magnitude 8.2 occurring at distances greater than about 1000 metres from the repository will not lead to displacements greater than 0.1 m" påstår La Pointe et al. 1997 (SKB TR-97-07).

Vad är det?

"Tomt prat" - ja, naturligtvis är detta fullkomligt ogrundat prat

"En geologisk oförsämndhet" – ja, det strider mot alla geologiska observationsdata

"En vidlyftig desinformation" – ja, vad värre är, så är just detta fallet; man vilseleder

SKB (Bäckblom & Munier, 2002) påstår att ett "säkerhetsavstånd" på 100-150 m till en större deformationslinje (zon) skulle räcka för ett säkert förvar av KBS-3 typ. SKB har senare modifierat detta att gälla enligt följande:

100 m för en större regional deformationszon, och

50 m för en större lokal deformationszon

För mig och vår P&G-grupp (liksom för de flesta inom INQUA's Subcommission för Paleoseismology) framstår detta som rent nonsens.

Mer realistiskt (och i harmoni med observationsdata) vore **10-15 km** (just detta värde föreslogs från italiensk sida vad gäller magnitud 7 händelser)

Vid våra stora paleoseismiska skalv i Sverige sprack berget upp över mycket stor ytor på **20-50 km** från epicenter (och detta är rena observationsdata).

Vid den stor jordbävningen 9663 vBP i Hudiksvallsområdet så registrerar vi sprucket berg up till 50 km från epicenter, och den kolossala uppspräckningen vid Bodagrottan ligger hela 12,5 km från epicenter. Observation står mot datamodellering, och vi kan inte ändra på naturens vittnesbörd däremot på datamodellerna.

Vi den kolossala jordbävningen på hösten 10.430 vBP i Mälardalen så noterar vi mycket stora förskjutningar och frakturer i berget i en minst 20 km bred zon längs iskanten och förkastningslinjen över åtminstone 250 km.

Vid nutidens stora internationella jordbävningar ser man ofta nya förkastningssprickor 10-20 km från de gamla och även i nya riktningar (som t.ex. i Grekland 1981). Den kolossala submarina jordbävning som, på Annandagen, orsakade den stora tsunamikatastrofen synes även ha orsakat en djup öppen spricka mycket långt från själva epicenter.

Vi måste därför dra följande slutsatser:

SKB's säkerhetsavstånd på 50-100 m håller inte
sådana avstånd är inget annat än falsarium

För sann och realistisk säkerhet måste vi upp till ~20 km
och därmed får hela KBS/SKB-konceptet en "dödsstöt"

Metanis och metangassprängning en allvarlig ny faktor

Professor Alf Björklund i Finland var den förste (1990) som förde fram tanken att explosive dehydrering av metanis skulle kunna ha orsakat deformationer av berggrunden, speciellt skapandet av de s.k. ”urbergsgrottorna”. Urbergsgrottor finns över hela Sverige. Deras förekomst och ursprung har diskuterats av Rabbe Sjöberg i hans doktorsavhandling (1994). Svenska Speleologiska Förbundet (SSF) har registrerat 3495 grottor i Sverige fördelade över hela landet (vilket är intressant med tanke på säkerhet, lämpliga platser och SKB-åsikter).

I vår analys av Bodagrottan (Mörner et al., 2001, sid. 29-223 i min bok *Paleogeophysics of Sweden – a novel paradigm*, 2003) synes det mycket troligt att den stora jordbävningen 9663 vBP även genererade synkrona metanisexplosioner på sätt som illustreras i Fig. 6.

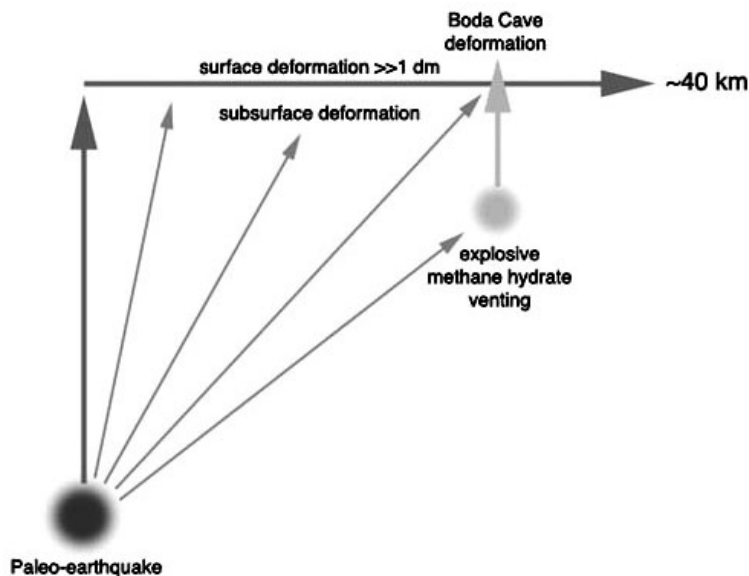


Fig. 6. Den kolossala deformationen av berget vid Bodagrottan utgör en kombination av seismisk deformation och deformation p.g.a. explosiv dehydrering av metanis enligt den samlade bedömning som gjordes av den internationella grupp som genomförde projektet (Mörner et al., *Paleoseismicity of Sweden*, 2003, 29-223).

Analys av ^{18}O och ^{13}C i karbonat ”fläckar” i den varviga leran visar att vi med all säkerhet har att göra med explosiv metanavgång vid jordbävningen 9663 vBP (se sid 289-294 i min bok 2003).

För ca. 2000 år sedan utsattes området runt Skålboberget, NO om Hudiksvall, för en enorm explosive deformation som bl.a. orsakade en tsunamivåg som vräkte in över land och slog in i sjöar och myrar minst 20 m över havsytan (se sid 105-109 in min bok 2003). Troligen höjde denna tsunamivåg även Dellensjöarnas utlopp med ca. 3 m. I detta fall kan det knappast vara frågan om något annat än en kolossal metanisexplosion. Den unga tiden för händelsen och dess enorma styrka är förbluffande – men så är det ofta när man, genom klara observationsfakta, lär sig nya dimensioner av verkligheten.

Denna metanistektonik har på intet sätt behandlats av SKB. Den finns helt enkelt inte med i deras bedömningsmaterial, inte heller i deras planerade studieobjekt.

Denna tektonik och deformation synes inte möjlig att förutse – och därmed undvika – vare sig till geografiskt läge eller till djup ner i berget. **Därmed har en utomordentligt negativ faktor adderats till tidigare paleoseismiska databas.**

Man skulle till och med kunna tänka sig att metanis skulle kunna ackumuleras just runt ett föreslaget KBS-förvar där temperaturgradienterna är stora (inte minst vid istider och permafrost) och där hålrum kan tänkas uppstå i tunnlar och deponeringsschakt.

Metanisisens troliga (eller möjliga) deformationspotential borde vara ”en ny spik i kistan” på KBS/SKB-scenariet.

Ett otryggt berggrundsförvar

Ett berggrundsförvar enligt KBS-3 metoden säges vara säkert och tryggt under minst 100.000 år. Men hur är det egentligen med denna utfästelse?

Endast genom (1) att envetet ”blunda” för paleoseismiska fakta, (2) införa ett vettlöst ”säkerhetsavstånd” på 50-100 m, (3) glömma metangasexplosion, (4) glömma geoidytans effekter på grundvattenflödet, så kan man framhärda i sin illusion.

Om man däremot ser till fakta (Fig. 7), så blir bilden en helt annan. Då vilar avfallet inte längre tryggt i berget.

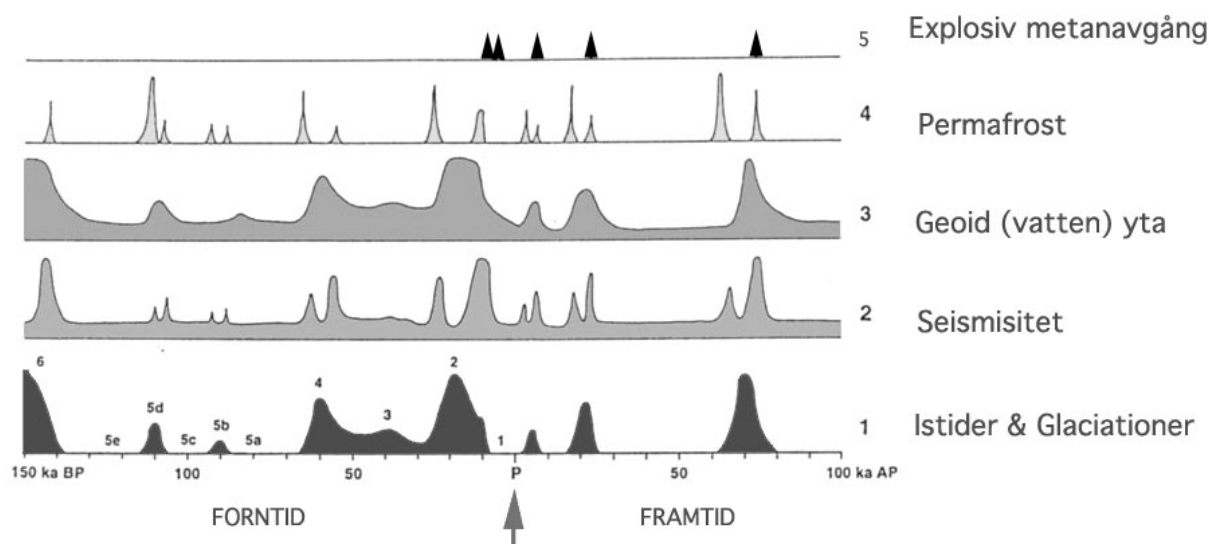


Fig. 7. 150.000 år bakåt i tiden och 100.000 år framåt i tiden (från Mörner, 2001, *Engeneering Geology*, 68: 405-407). Under kommande 100.000 år måste man räkna med 3 glaciationsfaser (1). Då kommer seismisiteten att öka på samma dramatiska sätt som den gjorde under isavsmältningsskedet för 9000-11000 år sedan (2). När isen tillväxer och trycker ner berggrunden deformeras geoidytan (3). Detta får till följd att grundvattenflödet växlar riktning från generell sänkning (idag) till generell stigning; vattnet tenderar vandra mot geoidens nollyta (för vatten). Vad som ”döljes i djupen” kan nu komma till ytan (bergytan under den täckande ismassan). Runt glaciationsfaserna kan permafrost komma att spela en stor roll och nå stora djup (4). I analogi med vad som nyligen blivit uppenbart vad gäller senaste deglaciationsfasen, så kan man förvänta sig explosiv metanavgång vid glaciationsfasernas slut och årtusendena därefter (5).

I denna nya verklighet (inte längre förvrängda verklighet) över den ofantliga tidsrymden av 100.000 år, så måste man räkna med att kapslarna torde kunna komma att bli allvarligt skadade av jättejordbävningar och metangasexplosioner, och att snabba flöden till ytan kan förekomma.

Därmed blir en slutlig, tillsyningsfri, berggrundsdeponering av KBS-3 typ osäker, otrygg och helt utan de långtidsgarantier som man låter påskina föreligger.

I detta nya läge anser jag att ett KBS-3 förvar inte längre kan anses acceptabelt och därför måste frångås och ersättas med en lämpligare deponeringsmetod (enligt nedan).

DRD alternativet vida överlägset KBS-3

Vårt svenska högaktiva kärnbränsleavfall förvaras för tillfället i mellanlagret CLAB, vilket innebär ett tillfälligt förvar i en vattenfylld basäng nersänkt i bergytan. Förvaret saknar säkerhet för terrorism och attentat. Här säges (SKB) förvaret kunna lagras ”in 100 år eller mer”, något som synes ytterst olämpligt dels med tanke på den obefintliga säkerheten, dels med tanke på vilket jätteproblem man därigenom vältrar över på kommande generationer.

Ett KBS-3 förvar skall vara ett ”slutförvar” där avfallet läggs ner i våt-miljö 500 m ner i berget och där schakt och tunnlar därefter plomberas. Man avsäger sig tillgänglighet och kontrollmöjlighet. Efter förslutningen ligger avfallet där det ligger. Kommande generationer bestjåls möjligheten att nyttja den kolossala energireserv som avfallet utgör. Eftersom ingen vet vad som sker i bergets djup, bör förvaret komma att utgöra en orosfaktor för kommande generationer (”vad är det som händer där nere egentligen?”). Någon långtida säkerhet, så som man hävdar, kan i verkligheten inte alls garanteras; inte ens förväntas (ovan).

Ett DRD-förvar å andra sidan innebär en torr berggrundsförvaring under fullgod säkerhet men med tillgänglighet och kontrollmöjlighet. En bevarad kontrollmöjlighet är fundamental såväl ur normal miljöhänsyn som med vår ackumulerade erfarenhet vad gäller handhavandet av avfall. En bevarad tillgänglighet innebär framtida möjligheter (1) till reparation (om något skulle gå illa), (2) till transmutering eller annan behandling (för att, under energiutvinning, mildra avfallets toxiska egenskaper) och (3) återtagande i en framtid då förvaret måste flyttas eller då det i en framtida energikris måste användas (ca 96% av energin kvarstår i det s.k. ”avfallet”).

Det framstår som en nationell skandal och ett grovt svek att DRD-metoden envetet förvägrats den ingående analys och presentation som dess fördelar så klart påkallar (se nedan).

Fig. 8 ger en principiell jämförelse mellan ett DRD-förvar och ett KBS-3-förvar, och i Fig. 9 ges en jämförelse mellan ett DRD-förvar och ett kombinerat CLAB-KBS-3 förvar vad gäller den långsiktiga säkerheten. I Tabell 1 specificeras jämförelserna.

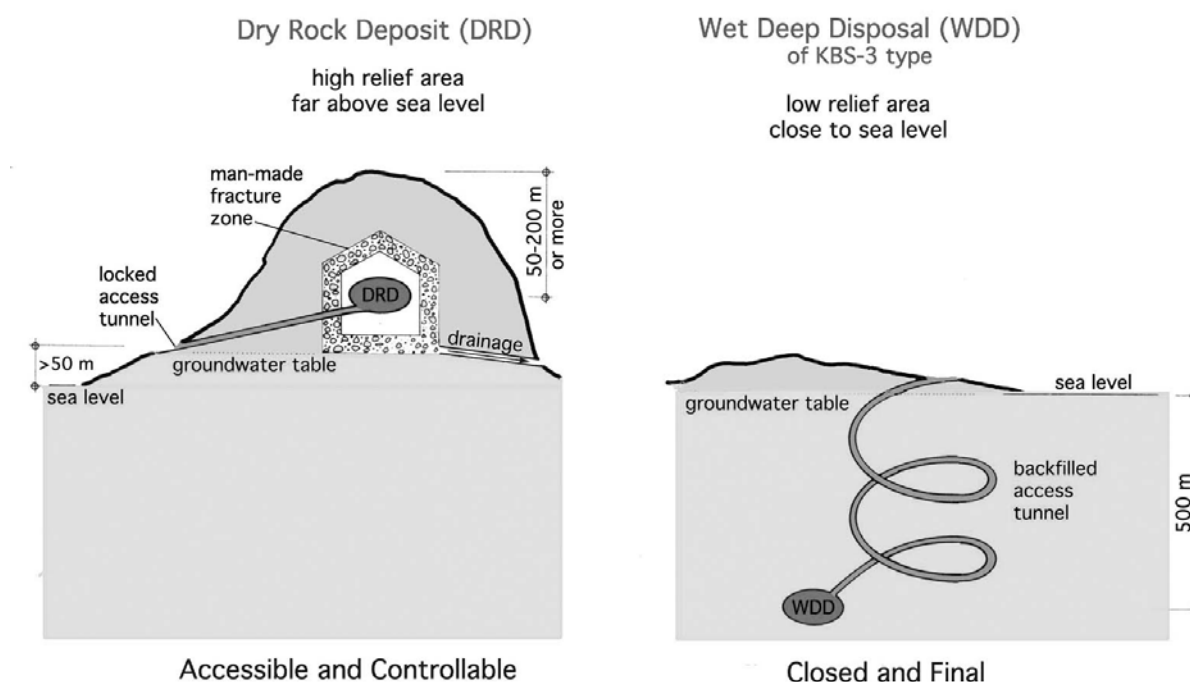


Fig. 8. En jämförelse mellan ett torrt DRD-förvar och ett vått KBS-3 förvar (från Cronhjort & Mörner, *Radwaste Solutions*, May/June 2004, p. 44-47).

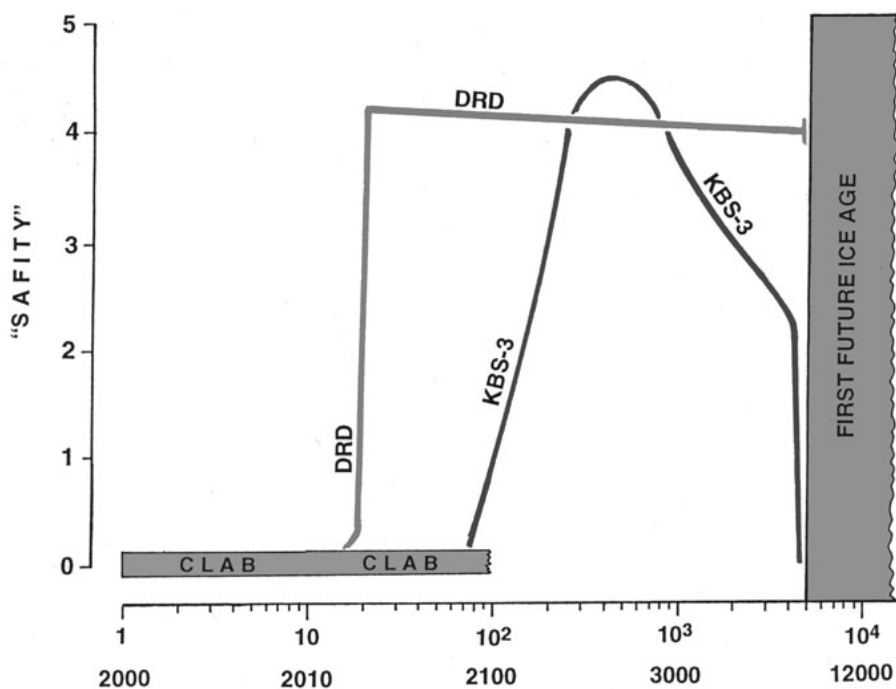


Fig. 9. En jämförelser mellan ett DRD-förvar och ett kombinerat CLAB-KBS-3 förvar med hänsyn till den långtida säkerheten (från Mörner, *Engeneering Geology*, 61, 2001, p. 75-82) graderad i en relativ skala från 0 till 5. Vid en framtida istid upphör all sund säkerhetsanalys.

Tabell 1. Jämförelser mellan CLAB (ett ytligt öppet vattenbasängförvar utan säkerhetsskydd), DRD (ett tillslutet, tillgängligt berggrundsförvar på 50–300 m djup) och KBS-3 (ett tillslutet, tillsyningsfritt slutförvar på ca 500 m djup).

CLAB	DRD	KBS-3	egenskap som jämförs
mellanlager	bergförvar	slutförvar	typ av förvar (Fig. 8)
ytlig basäng	50-300 m	ca. 500 m	förvarets läge i berget
30-100 år	till istid	till istid	förvarets varaktighet (Fig. 9)
ingen	stor	stor	säkerhet för terrorism
klar	några år	30-100 år	tid innan lagring kan ske
öppen	god	ingen	tillgänglighet
god	god	ingen	kontrollmöjlighet
ja	ja	nej	kan kombineras med transmutering
ja	idealiskt	nej	användbart i framtida djup energikris
kolossala	ringa	stora	problem för kommande generationer
urdålig	bra	dålig	miljöhänsyn

Den långtidssäkerhet som man velat tillmäta ett KBS-3-förvar håller på intet sätt när man (1) inkluderar existerande fakta i naturen vad gäller jordbävningars storlek och antal i Sverige efter istiden, (2) inkluderar nya fakta vad gäller metanisexplosioner och deras effekter, och (3) totalreviderar hela frågan om ”säkerhetsavstånd”.

Det är nu och här som DRD-metoden stiger in på scenen som ett överlägset alternativ (Fig. 8, Fig. 9 och Tabell 1, samt text ovan).

DRD-metoden harmoniserar med miljöhänsyn, energihänsyn och vetenskaplig faktahänsyn.

Hänsyn till kommande generationer

Vårt nuvarande energisystem ebbar ut och inom 100-200 år MÅSTE vi vara i ett nytt energisystem. I övergången från vårt nuvarande energisystem till ett framtida nytt, men ännu okänt, energisystem måste vi (kommande generationer) med stor sannolikhet komma att passera en ytterst smärtsam kristid då energitillgångarna blir otillräckliga (Fig. 10). I den situationen, torde man tvingas "damsuga" världen i allt vad energireserver heter. Det kärnbränsleavfall som SKB avser att begrava och slutförvara enligt KBS-3 metoden innehåller ca 96% kvarvarande energi. Därmed utgör det en enorm energireserv. Denna reserv kan i den djupa krisperiod – som torde komma inom framtida 100-200 år – **bli en direkt räddning för kommande generationer.**

Det synes förkastligt, för att inte säga direkt omoraliskt, att bestjäla framtida generationer från denna möjlighet till räddning i en krissituation som synes oundviklig.

Men det förutsätter att avfallet är tillgängligt. Den tillgängligheten finns i ett DRD förvar (men inte i ett KBS-3 förvar).

(Man bör kunna förutsätta att själva reaktortekniken under mellanliggande period hunnit förfinas så att nuvarande osäkerheter och brister då kan anses tillfredställande lösta).

Situationen illustreras i Fig. 10.

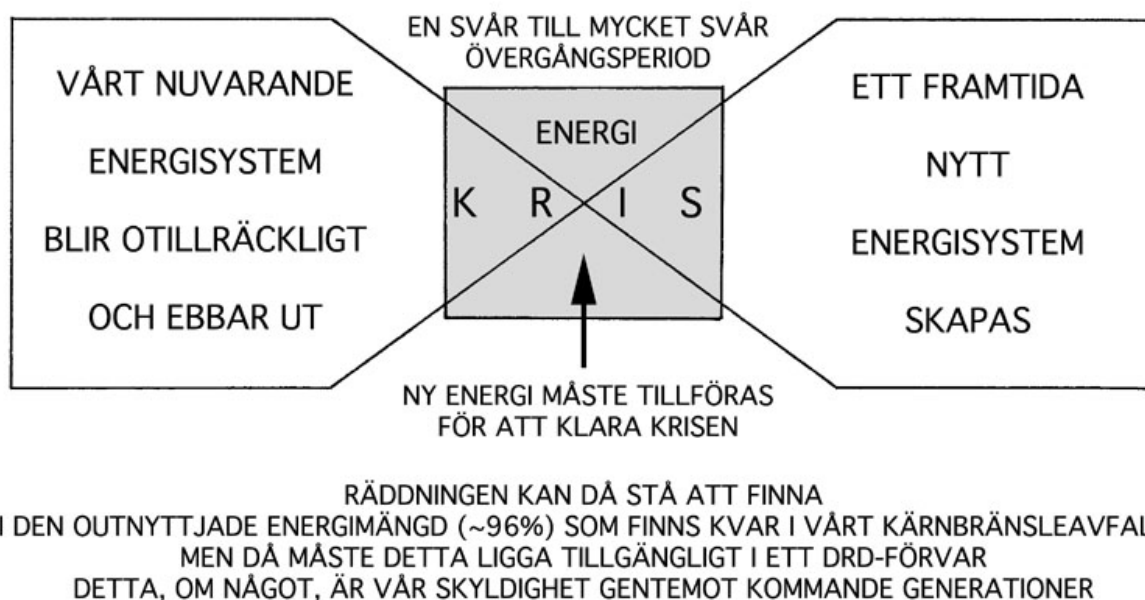


Fig. 10. Denna bild är fundamental om man önskar största möjliga verkliga hänsyn så väl till vår miljö som till kommande generationer och dessutom till vårt ständiga behov av energi. Med ett SKB/KBS-3 förvar skulle man bestjäla framtida generationer från denna möjlighet till "räddning" i en mycket svår övergångstid. Med ett DRD förvar tar man maximal hänsyn till denna aspekt liksom miljöhänsyn och faktabaserade kunskaper om rådande processer i berggrunden.

Vem har egentligen rätt att välja bort denna möjlighet? Ett KBS-3 förvar blir ur denna synvinkel fullkomligt förkastligt; nästan ett svek mot kommande generationer. Samtidigt stiger DRD-metoden åter fram som ett överlägset alternativ.

Självfallet måste DRD-metoden utredas och presenteras i alla sina detaljer. Det är en gåta hur man kunnat finna svepsjäl att inte bekosta en sådan utredning. DRD är det verkliga alternativet. Andra sidospår är snarast villospår bara ämnade att förhärliga den egna metoden.

Det synes nu motiverat med en expressutredning. Den forskargrupp som 1999 ansökte om en sådan utredning står redo genomföra denna utredning (med utökad besättning).

Slutsatser och Rekommendationer

- (1) De 28 år under vilken period KBS och SKB drivit frågan om en slutlig, tillsyningsfri, deponering av högaktivt kärnbränsleavfall i den svenska berggrunden har varit kantad av en rad mycket allvarliga missbedömningar där SKB på punkt efter punkt tvingats till reträtt och revidering. Det material som torgförs i FUD-program 2004 är inget undantag. Här finns både uppenbara och troligen även ännu fördolda uppgifter som inom kort måste revideras och tas tillbaka. Så är fallet med jordbävningsscenario och säkerhetsavstånd. Men vad mer står på tur för revidering?
- (2) Verkligheten måste alltid tillmätas större betydelse än tillfälliga lagar och förordningar. Som det nu är tycks man hänge sig till att förvränga verkligheten för att uppfylla lagen. Men det måste vara tvärt om; lagen som ändras efter verkligheten.
- (3) SKB's "jordbävningsscenario" måste anses havererat och totalkollapsat. Det måste därför omgående – och tämligen totalt – revideras.
- (4) Talet om "säkerhetsavstånd" på 50-100 m måste omgående utmönstras och revideras. Några sådana korta "säkerhetsavstånd" föreligger inte. Vi måste i stället tala om avstånd på 5-10 km, kanske 20 km.
- (5) Explosiv dehydrering av metanis utgör en ny faktor som man måste räkna med. Här måste en stor forskningsinsats göras, och göras omgående.
- (6) Eftersom det nu står klart att SKB's jordbävningsscenario kollapsat, att deras säkerhetsavstånd måste drastiskt revideras och att explosiv metangasdeformation är en ny allvarlig faktor som man måste räkna med, så är det dags att fråga sig om KBS-3 metoden fortfarande kan användas eller om det inte är dags för en helomvändning i metodvalet (DRD i stället för KBS/SKB).
- (7) DRD-metoden erbjuder många fördelar framför KBS/SKB-metoden; tillgänglighet och kontrollmöjlighet i kombination med ett tillförlitligt skydd (Fig. 9, Tabell 1). Dessutom är priset för ett sådant förvar avsevärt mycket billigare.
- (8) En fullkomligt oemotståndlig fördel med ett DRD-förvar – som bör kunna uppskattas av såväl kärnkraftsmotståndare som kärnkraftsentusiaster – är att avfallet förblir tillgängligt för kommande generationer i en trolig framtida krissituation i övergången från gamla till nya energisystem och då det torde komma att bli nödvändigt att använda alla tillbuds stående kända energikällor (Fig. 10). Eftersom vårt "avfall" innehåller ca. 96% outnyttjad energi, så är det en synnerligen god energireserv, vilken kan komma att bli av avgörande betydelse (t.o.m. räddningen) vid en övergången mellan energisystem.
- (9) Detta, i sin tur, innebär att DRD-metoden måste ges en ingående analys och presentation och att detta måste ske med expressfart. Det synes fatalt att tidigare äskanden (1999) om en sådan analys ensidigt avslagits av både SKB och SKI. Vår forskargrupp, ombildad och utökad, står redo att genomföra en sådan expressanalys.

Kräftriket 24, SU, Stockholm
2005-02-10

Nils-Axel Mörner

Paleogeopysik & Geodynamik, Stockholms Universitet
Tel. 08-164671, E-mail: morner@pog.su.se

P&G-skrifter i ämnet

I vetenskaplig litteratur är det kotym att man refererar all relevant litteratur i ämnet, i doktorsavhandlingar är det ett krav, med i utredningar tycks man ta sig rätten att bara ta med och referera till det material som passar det man vill uppnå. Så är det även med detta års FUD-program. Vad vi gjort nämns inte med ett ord eller ens en referens. För att bestyrka att vår insats är betydande, följer referenslistan nedan (i fallande årsföljd):

A: Sammanfattande bok

Mörner, N.-A., 2003. *Paleoseismicity of Sweden – a novel paradigm*. A contribution to INQUA from its Sub-commission of Pleistocene Geology, Reno 2003, ISBN-91-631-4072-1, 230 pp, hard cover, colour print.

B: Doktorsavhandlingar

Sun, G., 2005. Title. *PhD-thesis 10 at P&G*, in press, Stockh. Univ.

Tröften, P.-E., 1997. Neotectonics and paleoseismicity in southern Sweden with emphasis on sedimentological criteria. *PhD-thesis 8 at P&G*, 124 pp, Stockh. Univ.

Sjöberg, R., 1994. Bedrock caves and fractured rock surfaces in Sweden. Occurrence and origin. *PhD-thesis 6 at P&G*, 110 pp, Stockh. Univ.

C: "Peer reviewed articles" i internationella vetenskapliga tidskrifter

Mörner, N.-A., 2005. An investigation and catalogue of paleoseismology in Sweden. *Tectonophysics*, in press.

Mörner, N.-A., 2004. Active faults and paleoseismicity in Fennoscandia, especially Sweden: Primary structures and secondary effects. *Tectonophysics*, 380, 139-157.

Cronhjort, B. & Mörner, N.-A., 2004. A question of dry vs wet. The case for Dry Rock Disposal of nuclear waste. *Radwaste Solutions*, May/June, p. 44-47.

Mörner, N.-A., 2003. Reply to Discussion. *Engineering Geology*, 68, 405-407.

Mörner, N.-A., 2001. In absurdum: long-term predictions and nuclear waste handling. *Engineering Geology*, 61, 74-82.

Mörner, N.-A., Tröften, P.E., Sjöberg, R., Grant, D., Dawson, S., Bronge, C., Kvamsdal, O. & Sidén, 2000. Deglacial paleoseismicity in Sweden: the 9663 BP Iggesund event. *Quat. Sci. Rev.*, 19, 1461-1468.

Tröften, P.E., 2000. The use of varved clay chronology for dating paleoseismic events: the Erstavik record in the Stockholm area, south Sweden. *Sedimentary Geol.*, 130, 167-181.

Mörner, N.-A., 1999. Paleo-tsunamis in Sweden. *Phys. Chem. Earth*, 24, 443-448.

Tröften, P.E. & Mörner, N.-A., 1997. Varved clay chronology as a means of recording paleoseismic events in southern Sweden. *J. Geodynamics*, 24, 249-258.

Mörner, N.-A., 1996. Liquefaction and varve disturbance as evidence of paleoseismic events and tsunamis: the autumn 10,430 BP event in Sweden. *Quat. Sci. Rev.*, 15, 939-948.

Mörner, N.-A., 1995. The Baltic Ice Lake – Yoldia Sea transition. *Quat. Int.*, 27, 95-98.

Mörner, N.-A., 1995. Paleoseismicity – the Swedish case. *Quat. Int.*, 25, 75-79.

Mörner, N.-A., & Tröften, P.E., 1993. Paleoseismotectonics in glaciated cratonal Sweden. *Z. Geomorph. N.F.*, 94, 107-117.

Mörner, N.-A., 1993. Boulder trail from subglacial earthquake, Äspö, Sweden. *Z. Geomorph. N.F.*, 94, 159-166.

Mörner, N.-A., 1992. From 100,000 BP to 100,000 AP. *GFF*, 114, 176-177.

Mörner, N.-A., 1991. Intense earthquakes and seismotectonics as a function of glacial isostasy. *Tectonophysics*, 188, 407-410.

Mörner, N.-A., 1991. Course and origin of the Fennoscandian uplift: the case for two separate mechanisms. *Terra Nova*, 3, 408-413.

Sjöberg, R., 1991. Caves as indicators of neotectonics in Sweden. *Z. Geomorph. N.F., Suppl.Bd.* 63, 141-148.

- Mörner, N.-A., 1990. The Swedish failure in defining an acceptable bedrock repository for nuclear waste deposition. *GFF*, 112, 375-380.
- Mörner, N.-A., 1990. Glacial isostasy and long-term crustal movements in Fennoscandia with respect to lithospheric and asthenospheric processes and properties. *Tectonophysics*, 176, 13-24.
- Mörner, N.-A., 1989. Introduction. *Tectonophysics*, 163, 181-184.
- Mörner, N.-A., Somi, E. & Zuchiewicz, W., 1989. Neotectonics and Paleoseismicity in the Stockholm intracratonal region of Sweden. *Tectonophysics*, 163, 289-303.
- Mörner, N.-A., 1987. Dynamic and gravitational groundwater levels – A two-layered groundwater model. *J. Geol. Soc. India*, 29, 128-134.
- Mörner, N.-A., 1985. Paleoseismicity and geodynamics in Sweden. *Tectonophysics*, 117, 139-153.
- Mörner, N.-A., Lagerlund, E. & Björck, S., 1981. Neotectonics in the province of Blekinge. *Z. Geomorph. N.F.*, Suppl.Bd. 40, 55-60.
- Mörner, N.-A., 1980. The Fennoscandian uplift: geological data and their geodynamical implication. In: *Earth Rheology, Isostasy and Eustasy*, N.-A. Mörner, Ed., p. 251-284. Wiley & Sons.
- Mörner, N.-A., 1980. A 10,700 years' paleotemperature record from Gotland and the Pleistocene/Holocene boundary events in Sweden. *Boreas*, 9, 283-287.
- Mörner, N.-A., 1979. The Fennoscandian uplift and Late Cenozoic geodynamics; geological evidence. *GeoJournal*, 3, 287-318.
- Mörner, N.-A., 1979. Earth movements in Sweden 20,000 BP to 20,000 AP: recorded and expected. *GFF*, 100, 279-286.
- Mörner, N.-A., 1978. Faulting, fracturing and seismic activity as a function of glacial-isostasy in Fennoscandia. *Geology*, 6, 41-45.
- Mörner, N.-A., 1977. Past and present uplift in Sweden: glacial isostasy, tectonism and bedrock influence. *GFF*, 99, 48-54.

D: Övriga skrifter

- Mörner, N.-A., Sjöberg, R. & Audemard, F., 2003. Tre jättejordbävningar i Umeå trakten. *Markkontakt*, 1/03, 3-6.
- Mörner, N.-A., 2002. Methane venting and rock fracturing in deglacial environment. Abstracts, *EGS*, Nice 2002, SE3.03.
- Mörner, N.-A. & Dawson, S., 2002. Tsunami events as a tool of identifying paleoseismic events in Sweden. Abstracts, *EGS*, Nice 2002, DG11.
- Mörner, N.-A., Audemard, F., Bronge, C., Dawson, S., Grant, D., Kvamsdal, O., Nikonov, A., Sidén, A., Sjöberg, R., Strandh, L., Sun, G., Tröften, P.E., Wigren, H. & Zykov, D., 2001. *The Boda Cave and its surroundings. The 9663 BP paleoseismic event*. Unpublished report to SKB, 196 pp. Also: www.pog.su.se (2001-2003) & pp. 29-222 in Mörner, 2003.
- Mörner, N.-A., 2001. Remissutlåtande över SKB:s komplettering till FUD-program 98. SKB, Also: www.pog.su.se.
- Mörner, N.-A., 2000. The Swedish situation. *Cit. Nucl. Inf. Centre*, No. 319, p. 10-13 (in Japanese).
- Mörner, N.-A., 2000. Nuclear waste siting in view of glacial bedrock instability and geodynamics. *31st IGC*, Rio 2000, Extended Abstracts.
- Mörner, N.-A., 1999. Sweden Excursion: Sea level changes, uplift, paleoseismicity, climate, coastal dynamics. *Excursion guide*, May 1999, P&G, Stockh. Univ., 181 pp.
- Mörner, N.-A., Tröften, P.E., Sjöberg, R., Grant, D., Bronge, C., Kvamsdal, O. & Sidén, A., 1999. *On the Boda Cave project*, Report 2 from the P&G-group, 27 pp, SKB, unpublished
- Mörner, N.-A., Sjöberg, R. & Kvamsdal, O., 1999. The true geodynamics of Sweden, the insanity of a final unguarded bedrock deposition, and the possibility to use the DRD-method. Proc. SEI conference on Nuclear Waste Disposal. Health and Environmental Criteria and Standards, *SEI Publ.*, p. 223-233.
- Mörner, N.-A., Kvamsdal, O. & Rustan, A., 1999. Ansökan om Forsknings- & Utredningsbidrag för Alternativ lagring av kärnbränsleavfall i torrt berggrundsförvar enligt metoden "Dry Rock Deposit", DRD. 30 pp.

- Mörner, N.-A., Tröften, P.E., Sjöberg, R., Grant, D., Bronge, C. & Sidén, A., 1998. *On the Boda Cave project*, Report 1 from the P&G-group, 11 pp, SKB, unpublished.
- Mörner, N.-A., Swedish paleoseismicity and varve dating. *Ann. Geophys.*, 16 suppl IV, C1183.
- Mörner, N.-A., 1997. Marviksleden; dess natur och kultur. 10.500 år på 17,5 km. *Sörmlandsbygden* 1997, 167-188.
- Mörner, N.-A., 1997. Neoseismotectonics and glacial isostatic uplift deformations and changes of prevailing conditions in the Swedish bedrock. *SKB*, Report 97:13, p. A49-52.
- Sjöberg, R., 1997. Occurrence and origin of bedrock caves and fractured bedrock surfaces in Sweden. *SKB*, Report 97:13, p. 67.
- Mörner, N.-A., 1997. Seismomagnetization: Increased intensity due to sediment vibration. *IAGA 97*, Abstracts, p. 90.
- Tröften, P.E. & Mörner, N.-A., 1997. Varved clay chronology and other deformed sediments as a means of recording paleoseismic events in southern Sweden. *SKB*, Report 97:13, p. A73-74.
- Mörner, N.-A., 1996. Geologisk sensation! Jättejordbävning skakade Mälardalen för 100.476 år sedan. *Forskning och Framsteg* 5/96, 30-33.
- Mörner, N.-A., 1996. Remissutlåtande över SKB FUD-program 95, 37 pp.
- Sjöberg, R., 1996. En seismotektonisk förkastning i nordligaste Umeå. *Markkontakt*, 3-4, 39-41.
- Sjöberg, R., 1995. Tavelsjöbergets blockbrant – en neotektonisk bildning? *Markkontakt*, 3, 12-14.
- Mörner, N.-A., Sjöberg, B., Tröften, P.E., Zheng, F. & Wigren, H., 1994. Slutrapport över resultat av SGU-anslag för Tektonik och Bergartskarakteristik via Magnetiska Egenskaper. Unpublished report to SGU.
- Mörner, N.-A., 1994. The Fenris wolf and Swedish paleoseismicity. *Bull. INQUA Comm. Neotectonics*, 17, 47.
- Mörner, N.-A., 1994. Nacka i geologiskt perspektiv. *Nackaboken* 1994, 3-23.
- Mörner, N.-A., 1993. Methane dehydration tectonics. *Bull. INQUA Comm. Neotectonics*, 16, 71-72.
- Mörner, N.-A., 1989. Postglacial faults and fractures on Äspö. *SKB*, PR 25-89-24, 79 pp.
- Mörner, N.-A., 1986. Supposed ice wedge casts and neotectonics; Swedish data. *Bull. INQUA Comm. Neotectonics*, 9, 93.
- Mörner, N.-A., 1980. *Ecce Homo*. Rädda oss för Guds skull för kärnkraften och dess fasor. 56 pp.
- Mörner, N.-A., 1980. Över bergen vill jag gråta och sjunga sorgesonger (Jer. 9:10). FRN, *Källa/10*, 25-40.
- Mörner, N.-A., 1977. Rörelser och instabiliteter in den svenska berggrunden: geo-arv, landhöjning, oregelbundenheter, sen-glacial tektonik/seismicitet, framstisutsiker. *KBS*, Teknisk Rapport 18, 36 pp.
- Mörner, N.-A., 1977. Excursion guide. Intern. Symp. GDP/IUGG, *Earth Rheology, Isostasy and Late Cenozoic Isostatic Movements*, Stockholm, 55 pp.
- Mörner, N.-A., 1975. *Postglacial Earth Movements*. Swedish Geodynamics Project. A summary of current research activities, Project B, 10 pp.