

**SERO, Sveriges Energiföreningars RiksOrganisation**Box 57, 731 22 KÖPING Tfn 0221-824 22 E-post info. [sero@koping.net](mailto:sero@koping.net) [www.sero.se](http://www.sero.se)

2010-03-04

**Svensk Kärnbränslehantering AB****Box 250****101 24 Stockholm****SERO - Komplettering till samråd Östhammar och Oskarshamn  
februari 2009****1. Schaktmassor ur bottensediment Forsmark - Radioaktivitet i Östersjön****I redovisningen för samråd och MKB finns inga uppgifter om radioaktivitet i mark och bottensediment för det planerade arbetsområdet vid Forsmark.**

- Radioaktivitet i bottensediment med fokus på slutförvarsområdet utanför Forsmark Kärnkraftverk. (Bilaga sediment i Östersjön samt radioaktivitet i fisk, djur och svamp i avrinningsområden i inlandet med koppling till Forsmarkområdet)
- Att schaktning och schaktmassor via vattendränage/avrinning kommer att transportera radioaktiva ämnen från land till vattenområdet utanför.
- Att uttag av sprängstensmassor (ca 50 000 m<sup>3</sup>) vid piren sker i ett område med hög kontaminering av Cesium 137 mfl fissionsprodukter. Även läckage från SFR? (se bilaga – radioaktivitet).

**2. Olämpliga broar över kylvattenkanaler**

- Att ha broar och transporter över intagskanal för kylvatten är direkt olämpligt. Vid en olycka eller ett sabotage där en eller flera långtrader faller ner i eller dumpas i kanalen kan inte tillåtas.

**Alla broar och transporter över kylvattenkanaler skall förbjudas.****3. Ökad haveririsk vid effektökning i befintliga reaktorer**

Granskning av avstånd till reaktorer för CLAB och planerat slutförvar i Forsmark i relation till det så kallade Tjernoby-lavståndet där rekommendationen att inte placera framtida aktiviteter närmare en reaktor i drift än 30 km.

Effekthöjning i befintliga reaktorer med 40% kan innebära att haveririsken ökar med **faktor tre**.

Genom effekttökningen som troligen inte kan genomföras genom temperatur och tryckökning i reaktortanken utan troligen sker genom ökning av mängden ånga, det vill säga man ökar troligen mängden ånga genom hastighetsökning utan tryck och temperaturstegring. Förfarandet kan innebära kritiska ånghastigheter som närmar sig ljudhastigheten och därvid orsakar "ångexplosioner" eller kraftiga tryckstötter med åtföljande vibrationer i bränsle och styrstavar, samtidigt som den kritiska temperaturen där vatten kan hållas i vätskefas är ca 374 grader och trycket 220 bar. När vatten övergår till ånga förlorar reaktorn vattnets dämpning i kärnprocessen. Skillnaden mellan drifttemperaturen 283 grader och den superkritiska 374 grader **endast 91 grader**

**Kritiska punkten:** Den punkt där mättad vätska och mättad ånga förekommer samtidigt. Ovanför den kritiska punkten sker inget distinkt fasbyte mellan vätska och ånga. Kritiska punkten för vatten är  $P_{crit} \approx 22 \text{ MPA}$ ,  $T_{crit} \approx 374 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $v_{crit} \approx 0.0032 \text{ m}^3/\text{kg}$ .

#### **4. CLAB**

Mot bakgrund av planerade och påbörjade effekthöjningar är avstånden i CLAB ca 710 meter mellan CLAB och Ol. Avståndet mellan reaktorerna i Forsmark och det planerade slutförvaret är i stort sett lika med CLAB.

Avstånden är att betrakta som superkritiska. CLAB Har dubbla pumpsystem och reservkraft men måste ha daglig tillsyn. CLAB utgör i dagsläget en apterad bomb enl. Nollalternativet. Redan efter en vecka med förlorad kylning börjar vattnet koka!

#### **SPENT FUEL POOL STORAGE**

The ability to remove decay heat from the spent fuel also would be reduced as the water level drops, especially when it drops below the tops of the fuel assemblies. This would cause temperatures in the fuel assemblies to rise, accelerating the oxidation of the zirconium alloy (zircaloy) cladding that encases the uranium oxide pellets. This oxidation reaction can occur in the presence of both air and steam and is strongly exothermic—that is, the reaction releases large quantities of heat, which can further raise cladding temperatures. The steam reaction also generates large quantities of hydrogen:

Reaction in air:	$\text{Zr} + \text{O}_2 \rightarrow \text{ZrO}_2$	heat released = $1.2 \times 10^7$ joules/kilogram
Reaction in steam:	$\text{Zr} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ZrO}_2 + 2\text{H}_2$	heat released = $5.8 \times 10^6$ joules/kilogram

**Nollalternativ enl MKB liktydigt med läget idag: Alternativet är inget nollalternativ eftersom CLAB inte kan överges utan förödande konsekvenser**

### **11.1.2 Risk- och säkerhetsfrågor**

#### **11.1.2.1 Risker vid förlängd kontrollerad drift**

I tidigare säkerhetsanalyser för Clab har ingående missödesanalyser genomförts. Olika scenarier som analyserats är bland annat brand, hanteringsmissöden, långvarig förlust av kylning och spädmatning av bassängerna, yttre påverkan, jordbävning och nedfallande stenblock i bassängen. Gemensamt för dessa är att konsekvenserna vid en förlängd lagring blir lägre än de som beräknats i säkerhetsredovisningen

eftersom radioaktiviteten i bränslet liksom resteffekten i bränslet avklingar med tiden. En förlängd mellanlagring i Clab innebär inte några väsentliga risker för omgivningen under förutsättning att dagens höga kvalitet på drift och underhåll kan upprätthållas. Clab kan med rimligt underhåll drivas på ett säkert sätt i 100–200 år och bränslets tålighet för långtidslagring är god. Om Clab skulle överges i framtiden kan det få allvarliga konsekvenser.

### 11.1.2.2 Risker vid oplanerat övergivande

Då samhällsutvecklingen i ett långtidsperspektiv är osäker går det inte att utesluta att Clab vid någon tidpunkt skulle komma att överges. Vid ett oplanerat övergivande av anläggningen ökar risken främst till följd av att samtliga system sätts ur spel och att underhållet uteblir. Utsläpp av radioaktiva ämnen till luft och vatten, till följd av ett oplanerat övergivande av Clab, har beräknats för ett scenario med 60 års drift av alla de reaktorer som nu är i drift. Det innebär att beräknade nivåer är något överskattade i förhållande till det referensscenario som gäller i dag för driften av kärnkraftverken.

### Utsläpp av radioaktiva ämnen till luft

Vattnet i lagringsbassängerna kan torrkokas till följd av avsaknad av ventilation och kylning av bränslet om anläggningen överges. Vissa radioaktiva ämnen kommer då att förångas och frigöras från bränslet för att sedan transporteras ut ur anläggningen genom självdragsventilation. Torrkokning skulle gå snabbast då bränslet har sin maximala resteffekt, vilket inträffar år 2042. Om anläggningen överges vid denna tidpunkt tar det cirka en vecka innan vattnet börjar koka och därefter tar det ytterligare tio till tolv veckor innan bassängerna är torrlagda. Atmosfäriska spridningsberäkningar har genomförts för ett oplanerat övergivande av Clab. Beräkningarna visar att dosen som en person erhåller minskar med avståndet från anläggningen och är beroende av vid vilken tidpunkt övergivandet sker.

Vid ett övergivande år 2042, då bränslet har sin maximala resteffekt, kommer en person som befinner sig på en kilometers avstånd från Clab att få en dos på drygt 0,1 millisievert per timme. Detta motsvarar cirka 400 millisievert per år vid vistelse utomhus under åtta timmar per dygn på denna plats under ett år. Motsvarande dos från Clab om det överges år 2085 blir 0,06 millisievert per timme, vilket motsvarar en årsdos på 160 millisievert /11-2/. Enligt Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter (SSMFS 2008:51) är dosgränsen för allmänheten 1 millisievert per år för den sammanlagda dosen från alla verksamheter med joniserande strålning. Vid ett sent övergivande av Clab kommer bränslet inte att torrläggas eftersom resteffekten avtagit till en nivå som är lägre än förångningen av den vattenmängd som flödar in i anläggningen då vattennivån står i nivå med bassängernas överkant. År 2800 är den uppskattade tidpunkt efter vilken torrkokning möjligen kan undvikas enligt genomförda beräkningar. Radioaktiva ämnen kommer dock att lakas ut till bassängvattnet och avgå till luften med vattenångan. Vid ett sent övergivande av Clab blir den förväntade dosen avsevärt mycket lägre än vid ett tidigt övergivande /11-2/.

### Utsläpp av radioaktiva ämnen till vatten

Om anläggningen överges och så småningom fylls med inläckande grundvatten kan radioaktiva ämnen lakas ut i grundvattnet och spridas vidare till recipient. Spridning kan ske först när resteffekten i det lagrade bränslet är tillräckligt låg för att inte längre bidra till en tillräcklig förångning av grundvattnet för att hålla grundvattenytan i och runt anläggningen avsänkt. Detta förväntas ske ungefär år 3100. Spridningsberäkningar, enligt en starkt förenklad spridningsmodell, för aktivitetsspridning via grundvattnet till de kustnära delarna av Östersjön visar att den uppskattade stråldosen för individen i kustområdet då blir 0,03 millisievert per år. Dessa beräkningar tar dock bara hänsyn till lättroliga nuklider och gäller vid den givna tidpunkten cirka 1 000 år fram i tiden. I det långa tidsperspektivet måste hänsyn också tas till svårösliga radionuklider med lång halveringstid, särskilt americium-241, plutonium-239 och neptunium-237. En pessimistisk uppskattning av stråldoser från dessa nuklider har också genomförts med ett resultat på cirka 15 millisievert per år. Denna stråldos är betydligt högre än om hänsyn endast tas till de mer lättlösliga radionukliderna. I ett långt tidsperspektiv behöver man också ta hänsyn till landhöjningen eftersom den innebär att radionuklider når land istället för Östersjön och då skulle stråldoserna bli ännu högre /11-2/.

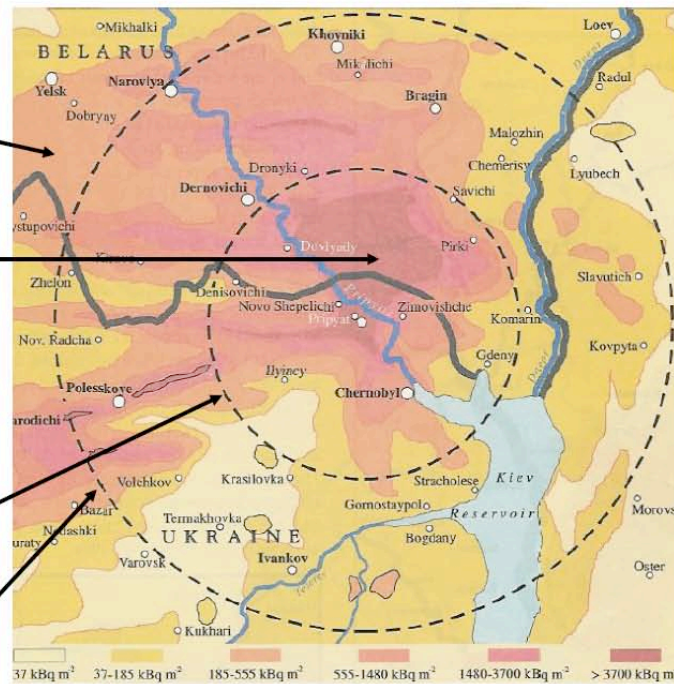
## 2 MCi of Cs<sup>137</sup> (30-year halflife) released by Chernobyl

**Red (>5 Ci/km<sup>2</sup>):** radiation control area: > 10,000 km<sup>2</sup>

**Darkest red (>100 Ci/km<sup>2</sup>):**  
**>4% chance of radiation-caused cancer from 50 years external radiation**  
**~700 km<sup>2</sup> (0.4 Sv in 50 yrs)**

**30-km radius (permanently evacuated)**

**60-km radius**



>100 Ci/km<sup>2</sup>

(UNSCEAR-2000)

## Användning av kompaktkassetter i CLAB ställer nya frågor mot bakgrund av

### FUD 2007

#### 22.1.8 Gapinventarium Program

Medelutbränningen föreslås öka till 60 MWd/kgU för både BWR- och PWR-bränsle. Konsekvenserna av detta kommer att utredas som underlag för SR-Site.

Detta mot bakgrund av:

### Parlamentsfrågor om utbränning 8 maj 2008

#### Angående: Risker med hög utbränning av kärnbränsle vid EPR-reaktorer

EPR-reaktorn (European Pressurised Water Reactor), en tryckvattenreaktor som konstruerats av Areva/Siemens, kommer att ha en bränsleutbränning på 60 GWd/tU eller mer, vilket är mer än någon annan kommersiell kärnreaktor hittills. Två EPR-reaktorer är under uppbyggnad i Europa, en i Olkiluoto i Finland, och en annan i Flamanville i Frankrike.

Den amerikanska kärnkraftsinspektionen NRC undersöker säkerheten med hög bränsleutbränning. En grupp under ledning av Michael Billone vid Argonne National Laboratory i Illinois förklarade nyligen att kärnbränsle som bränns ut till mer än 45 GWd/tU orsakar tidigare oförutsedda säkerhetsproblem och skulle strida mot NRC:s gällande säkerhetsbestämmelser om inte förpackningen av bränsleelementen förändras. Faran uppstår vid

plötslig brist på kylvatten, som på Three Mile Island 1979. Om plätering har blivit bräcklig kan stavarna gå sönder och läcka plutonium och andra radioaktiva material i reaktorbyggnaden.

NRC:s nuvarande bestämmelser tycks inte passa en hög utbränning på mer än 45 GWd/tU. I tester där man simulerade en olycka på grund av förlust av kylvätska blev zirkoniumet bräckligt innan oxideringen hade nått den nuvarande gränsen på 17 procent av pläteringens tjocklek. NRC har inlett ett treårigt samråd för att skärpa bestämmelserna, enligt uppgifter i New Scientist (14 april 2008).

Om konstruktionen av reaktorn i Olkiluoto i Finland fortsätter enligt den senaste tidsplan som meddelats av finska tvO skulle den kunna tas i drift 2011, samtidigt som resultaten av amerikanska NRC:s samråd väntas.

Förbrukat bränsle med en utbränning på 55 GWd/tU skulle bli cirka 50 procent mer radioaktivt än bränsle med 33 GWd/tU under den tid det behöver lagras. Högre radioaktivitet innebär att mer värme genereras under avfallsagringen. Bränslestavarna behöver dessutom lagras mer avsides och kräver mycket längre mellanlagringsperioder innan de kan slutförvaras.

I Europa bygger standarderna fortfarande på en bränsleutbränning på upp till 45 GWd/tU. De större riskerna för härdsmälta och kärnavfallens ökade radioaktivitet måste vägas in vid planeringen av nya kärnkraftsverk i Europa.

Känner kommissionen till studierna om hög bränsleutbränning i Förenta staterna och det samråd som NRC har inlett? Kommer kommissionen att uppmana europeiska nationella kärnsäkerhetsmyndigheter, särskilt i Frankrike och Finland, att se över säkerheten vid de reaktorer som använder hög bränsleutbränning för att minimera den ökade risken för härdsmälta och läckage av radioaktivt material och de särskilda riskerna i samband med lagring av kärnavfall? Planerar kommissionen att vidta åtgärder för att ompröva sitt godkännande av förslag på kärnreaktorer där bränsleutbränningen kommer att ligga över 45 GWd/tU, tills resultaten av det pågående arbetet i Förenta staterna är klara och alla försiktighetsåtgärder har vidtagits, för att se till att de nya riskerna undanröjs eller minskar?

Brevet talar för att avstånden mellan bränsleelementen i CLAB snarare måst ökas än minskas.

## ***Mellanlagret i CLAB bör snarast överföras till "DRY CASKS" enl***

### ***Tysk eller Amerikansk modell***

#### ***5. Kopparkapsel – ingen beskrivning av inre miljö – kapseljämförelser saknas med ex. vis plasmasprutad borkeram US Patent WO 2007/117279 A2***

### **Av SKB kalkylerade händelseförlopp enl:**

#### **FUD 2007**

##### **22.1.8 Gapinventarium**

##### ***Slutsatser i Fud 2004 och dess granskning***

SKI påpekar att det är brist på data för den snabba frigörelsen av vissa radionuklider från bränsle. Detta skulle kunna ha ett stort genomslag i konsekvensberäkningar, till exempel när det gäller inverkan av jod-129.

##### ***Nyvvunnen kunskap sedan Fud 2004***

En analys av data för den del av radionuklidinventariet som segregerats vid gapet mellan bränsle och kapsling eller i korngränser genomfördes. En modell för utsläpp av lättillgängliga nuklider för bränsle med den utbränningsfördelning som analyserats för SR-Can togs fram /22-4/.

Forskning kring fissionsproduktfördelningens utveckling med tiden gjordes inom EU-projekt SFS (Spent fuel stability under repository conditions) och finns redovisad i /22-5/. Flera olika ansatser att modellera strålningsinducerad diffusion gjordes. Med de konservativa diffusiviteterna /22-5/ som

rekommenderades kan diffusionslängden för fissionsprodukter uppskattas till högst 0,1 till 0,2 mikrometer på en miljon år för bränsle med en utbränning av 55 MWd/kgU. För bränsle från det svenska kärnkraftsprogrammet finns det alltså ingen anledning att anta att en eventuell strålningsinducerad diffusion skulle leda till en ökning av gapinventariet av radionuklider ens efter en miljon år. I en modellering i atomskala av alfastrålningens materialpåverkan /22-6/ bestämdes koefficienten för strålningsinducerad diffusion i alla beräkningsfall till mindre än 10–26 meter per sekund. Detta motsvarar en diffusionslängd av mindre än 0,6 mikrometer på en miljon år. Eftersom diffusionskoefficienten beror av alfaaktiviteten kommer den att avta med tiden och den faktiska diffusionslängden kommer alltså att vara ännu kortare.

**Program**

Medelutbränningen föreslås öka till 60 MWd/kgU för både BWR- och PWR-bränsle. Konsekvenserna av detta kommer att utredas som underlag för SR-Site.

**22.1.9**

**22.1.11 Gassammansättning**

**Slutsatser i Fud 2004 och dess granskning**

Konsekvenserna av att mer vatten förs in i kapseln måste utredas. Inga direkta synpunkter på detta fördes fram vid granskningen.

**Ny vunnen kunskap sedan Fud 2004**

Genom att byta ut luften i kapseln mot argon kan mängden radiolytiskt producerad salpetersyra begränsas. Då det endast finns mycket lokala områden med dragspänningar kan risken för spänningskorrosionssprickning, som skulle leda till att kapselns hållfasthet minskar, uteslutas.

**Program**

Med 600 gram vatten i kapseln är mängden vätgas, som kommer att produceras genom korrosion inte försumbar. Effekterna av vätgasuppbyggnaden på kapselkomponenternas materialegenskaper

**22.2.9 Restgasradiolys/syrabildning**

**Slutsatser i Fud 2004 och dess granskning**

Radiolysberäkningar skulle genomföras för att bestämma om kapseln måste fyllas med en ädelgas för att begränsa radiolytisk bildning av salpetersyra om mängden vatten i kapseln ökar från 50 till 600 gram. Inga direkta synpunkter på detta fördes fram vid granskningen.

**23.2.9 Galvanisk korrosion**

Metallisk kontakt mellan gjutjärn och koppar ger förutsättningar för galvanisk korrosion.

**22.2.15 Heliumproduktion**

Alfapartiklar (heliumkärnor) från alfasönderfall i bränslet bildar gasformigt helium

**Inre tryck i kapsel enl patent ASEA Atom 1982 0061067**

Patentanwalt und Rechtsanwalt  
-Ing. Dipl.-Ing. Joachim Boecker

- 1 -

**0061067**  
6 Frankfurt/Main 1 5.3.1982  
Rathenauplatz 2-8 21 102 PE  
Telefon: (06 11) \* 28 23 55  
Telex: 4 189 068 itax d

15 tritt. Die Brennstoffrohre enthalten nämlich Gase, unter anderem Helium und Spaltgase, die bereits bei Zimmertemperatur einen Druck von 50 - 80 Bar in den Brennstäben verursachen können.

## Kapselpåverkan enl



(12) Patentskrift

(10) SE 531 261 C2

(21) Patentansökningsnummer: 0701280-0  
 (45) Patent meddelat: 2009-02-03  
 (41) Ansökan allmänt tillgänglig: 2008-11-26  
 (22) Patentansökan inkom: 2007-05-25  
 (24) Löpdag: 2007-05-25  
 (83) Deposition av mikroorganism: —  
 (30) Prioritetsuppgifter: —

(51) Internationell klass:  
**G21F 9/36** (2006.01)  
**G21F 5/005** (2006.01)

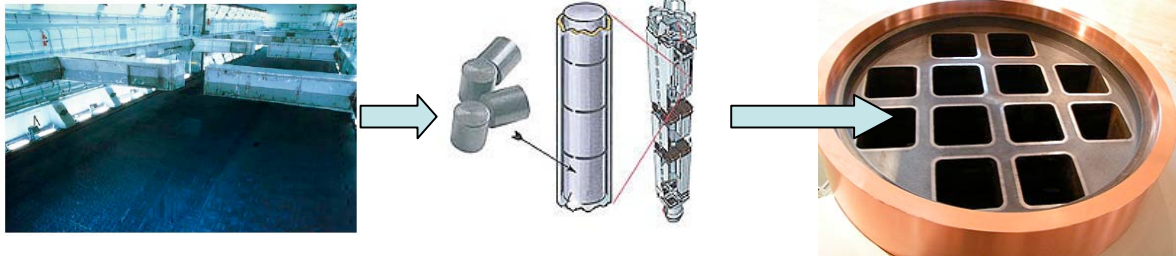
(73) Patenthavare: Olle Grinder, Furuvägen 6, 162 71 Vällingby SE  
 Gunnar Hultqvist, Östaviksvägen 13, 640 61 Stallarholmen SE  
 Peter Szakalos, Fridhemsgatan 29 B 3 tr, 112 40 Stockholm SE

### Utdrag ur patent SE 531 261 C2

för snabba transportvägar för gas, vatten och joner i denna. Det frigjorda vätet från anoxisk järnkorrosion resulterar vidare inte bara i vätgas ( $H_2$ ) utan också i en ansevärd del atomärtväte (H), vilket går in i metallen. Denna elektrokemiska väteladdning pga. järnkorrosion är farlig även för nickel och kopparlegeringar, vilka i sig inte klassas som speciellt vätekänsliga legeringar. Problemet är att väteladdning pga. järnkorrosion kan sägas motsvara vätestryck av storleksordningen 700 bar. En kraftig väteaktivitet degraderar i princip alla metaller (inkl. koppar och nickellegeringar) med avseende på mekaniska egenskaper (hållfasthet, krypduktilitet, seghet etc.), men även korrosionsmotståndet minskar hos koppar och nickellegeringar samtidigt som risken för spänningskorrosionssprickning (SCC) och väteförspredning ökar.

- 4) Man räknar med att en viss andel av bränslestavarna (zircaloyrör med urandioxidkutsar) kommer att innehålla vatten som absorberats/adsorberats i de porösa  $UO_2$ -kutsarna under mellanlagringen som sker i en vattenbassäng i 30-40 år (alternativt från tiden i reaktorn). Det anses inte tekniskt/ekonomiskt möjligt att torka bränslestavarna efter mellanlagringen till en garanterad torrhet. Detta innebär att om  $UO_2$ -kutsarna utsätts för en värmebehandling så kommer de att snabbt reagera med fukt och vatten under uppvärmningen, vilket inte får ske (se punkt 3).

## Inkapsling – reaktioner inuti



Bassäng -

Bränsleelement

Kopparkapsel

- Kopparkapsel/ytterhölje
- Gjutjärnsinsats
- Ca 600 ml vatten från mellanlager i CLAB-bassäng
- Radioaktiv strålning
- Värmeutveckling från bränsleelement
- Sönderfall av bränsleelement ger Helium och spaltgaser (H + CO) ger ett tryck i kapseln mellan 50 – 80 bar vid rumstemp ABB EP00610067

### Granskade kapselpatent

Patentgranskning kapslar för kärnbränsle – enl **European classification**

- **NUCLEAR PHYSICS; NUCLEAR ENGINEERING G21**
- **Granskade patent avseende kopparkapsel se bilaga**

**DE 3103526 A1**

**EP 0 057 429 B1**

**4,292,528**

**US 2007/0153965 A1**

**4,562,001**

**WO 2007/117279 A2**

**0 057 429**

**A3**



# **4,192,765**

# **4,834,917**

## **WO 2009/106730 A2**

SERO – Sveriges Energiföreningars Riksorganisation

### **6. Utmärkning av lagret av radioaktivt avfall**

Lagret är tänkt att fungera under många generationer i framtiden. För att skydda framtida generationer från att av okunnighet om lagrets existens behövs en utmärkning som dels är tidsbeständig och dels förståelig utan kunskap om våra nutida språk. MKB:n bör innehålla ett förslag på utformning av en sådan utmärkning.

### **7. Vad händer om Östersjön bryter igenom då lagret är halvfyllt?**

En nackdel med att lägga slutförvaret intill Östersjön är att eventuellt läckage från lagret kan gå ut i havet utan att upptäckas på lång tid. Ett sådant läckage skulle bli nästan omöjligt att stoppa och definitivt omöjligt att återta. Med tanke på att sedimenten utanför Forsmark redan är hårt belastade med radioaktivitet skulle ett extra påslag ge risk för betydande skadeeffekt. Detta talar för att en inlandsplacering av lagret minst 30 km från reaktorerna i Forsmark är mera lämplig.

Ytterligare en risk som inte tas upp i MKB-förslaget är risken för att t.ex. ett jordskalv öppnar en spricka mellan Östersjön och lagret när detta är halvfyllt. Eftersom en större spricka vore ogörlig att täta måste i så fall lagret överges. Med en placering längre från kusten skulle risken för havsgenombrott minska liksom risken för läckage till havet.

### **8. Sammanfattning**

SERO har anfört ett antal kritiska synpunkter på SKB:s förslag till MKB.

När det gäller CLAB är bristerna i säkerhet så stor att stängning är befogad så snart det är tekniskt möjligt. SERO förordar i stället torr lagring i stålkapslar för en tid av upp till 100 år vilket ger rådrum samt möjlighet till återtag.

När det gäller förslaget till eventuellt slutförvar i Forsmark ifrågasätter SERO kopparkapslarnas hållbarhet samt lagrets placering intill havet och kärnreaktorerna. Ett säkerhetsavstånd på minst 30 km mellan närmaste reaktor och lagrets ingång rekommenderas.

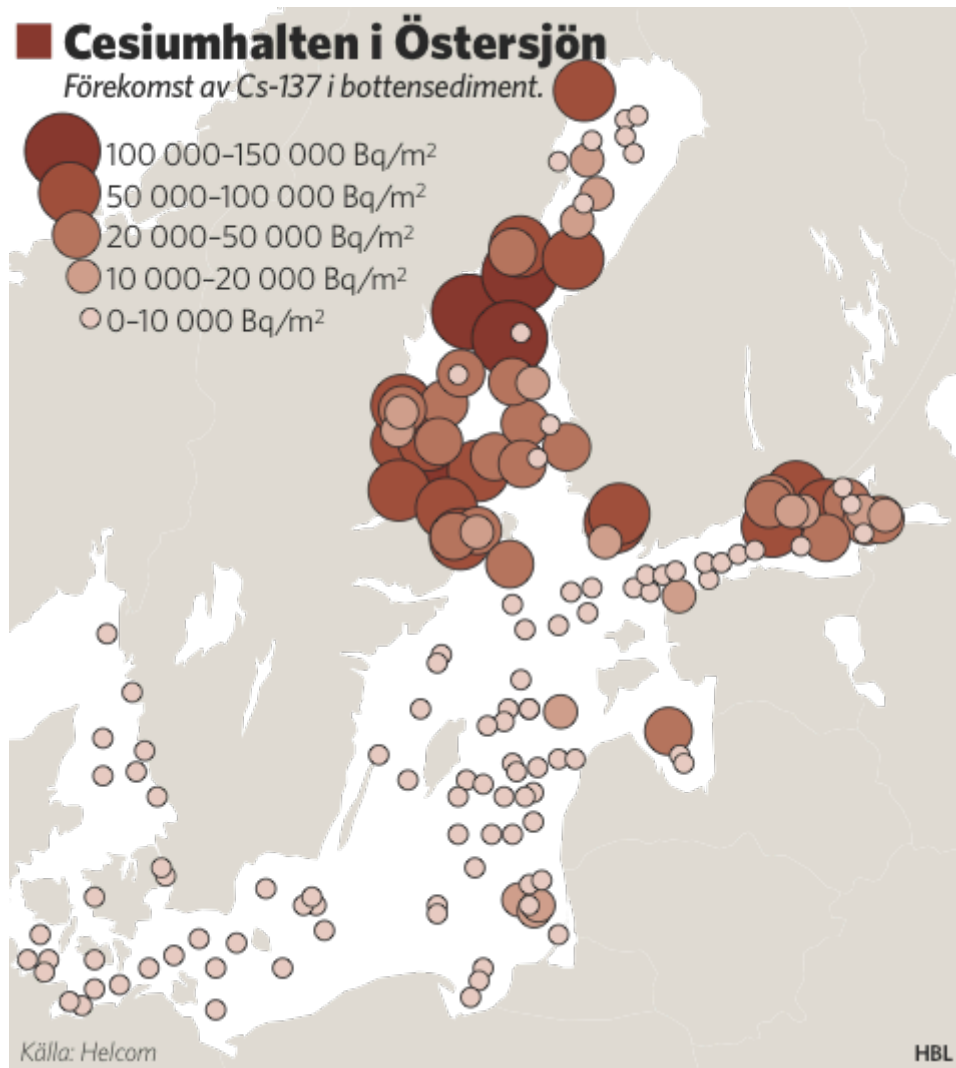
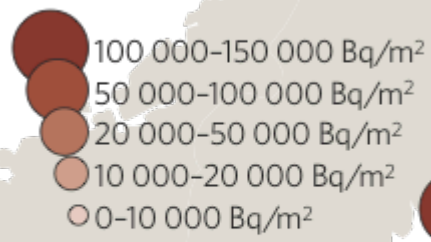
Olof Karlsson, V. ordf. SERO

Roland Davidsson, SERO:s styrelse  
Huvudförfattare

Ola Jönsson, SERO:s styrelse

## Cesiumhalten i Östersjön

Förekomst av Cs-137 i bottensediment.



Källa: Helcom

HBL