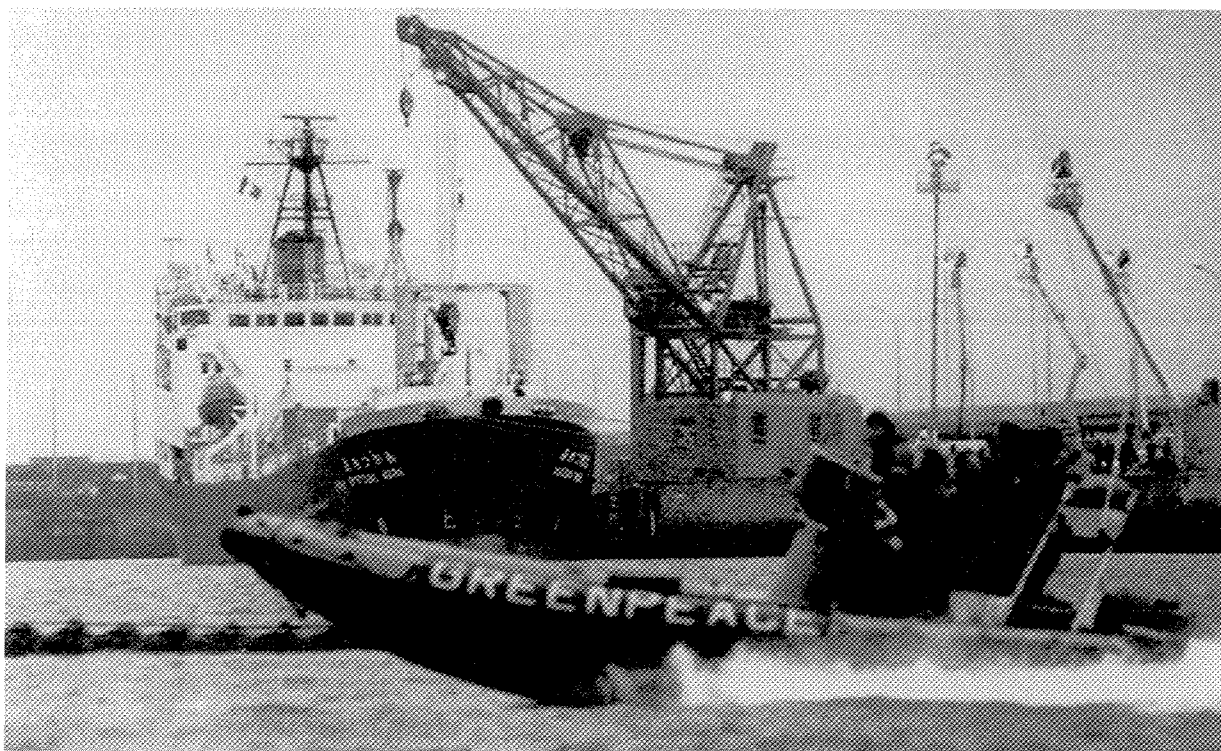




Cherbourg, Frankrike, 7 nov 1992: Greenpeace-aktivister försöker ta sig in på marinbasen när det japanska fartyget Akatsuki Maru (i bakgrunden) börjat inlastningen av 1,5 ton plutoniumoxid. (Foto: Mychele Daniau/Pressens Bild)

Perspektiv på Plutoniumtransport

Hösten 1992 kom ett stort pådrag i massmedia: "Dödens skepp" skulle transportera "världens farligaste gift" från Frankrike till Japan. Flera Greenpeacefartyg låg beredda för att ta upp jakten och rapportera till media.

Dessa kom att sköta nyhetsbevakningen helt på Greenpeaces villkor - ingen ställde den självklara frågan vad som skulle kunna hända fartyget och vilka konsekvenser en eventuell olycka skulle få.

Transporten gällde 1,5 ton plutoniumoxid (som innehåller 1,3 ton plutonium). Detta hade framställts vid den franska upparbetningsanläggningen i La Hague, från japanskt använt bränsle, och skulle nu transporteras med det specialbyggda fartyget "Akatsuki Maru" som den 7 november avgick från hamnen i Cherbourg till Tokai i Japan. Plutonet skulle bli nytt bränsle i den elproducerande japanska bldreaktorn Monju.

Transportfartyget Akatsuki Maru är specialbyggt, har dubbla skrov och avancerade kommunikationssystem, allt för att uppfylla högsta säkerhetskrav. Analyser av miljökonsekvenser hade dessutom visat att inte ens ett ytterst osannolikt totalhaveri skulle ge allvarliga omgivningseffekter.

Greenpeace hade tre fartyg på plats för att ta upp jakten och transporten väckte stor uppmärksamhet i media. Två av fartygen, "Beluga" och "Moby Dick" kvarhölls av franska myndigheter, medan det tredje, "Solo" fortsatte. I engelska kanalen kolliderade "Solo" med det japanska eskortfartyget "Shikishima". Inga större skador uppstod, båda parter ansåg att den andra var vållande till sammanstötningen. Därefter gick transporten vidare.

Greenpeace följde nu efter med ett fjärde fartyg, "Smit New York" i 8 000 sjömil, men detta fartyg använde 60% mera bränsle än väntat så man fick ge upp. Den 5 januari 1993 anlände "Akatsuki Maru" till hamnen Tokai i Japan och kunde lossa sin last. Därmed hade transporten genomförts enligt planerna.

Under tiden hade ett annat fartyg, den gamla oljetankern Braer, med låg säkerhetsstandard och lastad med 85 000 ton olja, förlit vid Shetlandsöarna och vållat en miljökatastrof. Flera franska tidningar jämförde de två transporterarna: å ena sidan ett specialbyggt fartyg med omfattande säkerhetsutrustning, "Akatsuki Maru", å andra sidan den gamla oljetankern "Braer" med låg säkerhetsstandard.

Den avgörande frågan blev: Varför ägnar Greenpeace så mycket energi åt att övervaka (jaga) ett säkert fartyg medan man inte övervakar gamla oljetankers som kan åstadkomma stora miljöskador?

I denna Bakgrund beskrivs omständigheterna kring transporten och följande frågor besvaras

Varför vill Japan använda plutonium som reaktorbränsle?

Kan plutonium från lättvattenreaktorer användas i kärnvapen?

Är plutonium världens farligaste gift?

Hur sker den internationella kontrollen?

Vad hade i värsta fall kunnat hända vid en olycka?

Plutonium som bränsle i lättvattenreaktorer

Hur var fartyget "Akutsi Maru" utrustat?

Varför vill Japan använda plutonium?

Plutonium i kretslopp ger mer energi

Japan har nästan inga egna energiråvaror och är därför starkt beroende av importerad olja och andra importerade fossila bränslen. För att minska beroendet av fossila bränslen satsade Japan tidigt på ett betydande kärnkraftprogram.

Vid Riokonferensen förra året betonades från Japan att man väsentligt kan minska koldioxidutsläppen till atmosfären genom att ersätta fossila bränslen med kärnkraft.

Det finns nu 43 reaktorer i drift i Japan som tillgodoser ca 25% av landets elbehov. Ytterligare 11 reaktorer är under byggnad.

Japans långsiktiga energiprogram innebär att använt bränsle från lättvattenreaktorerna upparbetas. Detta betyder att bränslet delas upp i uran, plutonium och högaktivt avfall. Plutonium kan sedan användas för att producera energi.

Detta kan ske i lättvattenreaktorer, i avancerade termiska reaktorer (en speciell reaktortyp som finns i Japan) eller i bridreaktorer.

(En bridreaktor kan omvandla den icke-klyvbara isotopen uran-238 till klyvbart plutonium i sådan omfatt-

ning att mängden klyvbart material ökar).

Japan tillämpar således ett kretslopp där plutonium från använt bränsle återanvänds till nytt bränsle för att producera mera energi.

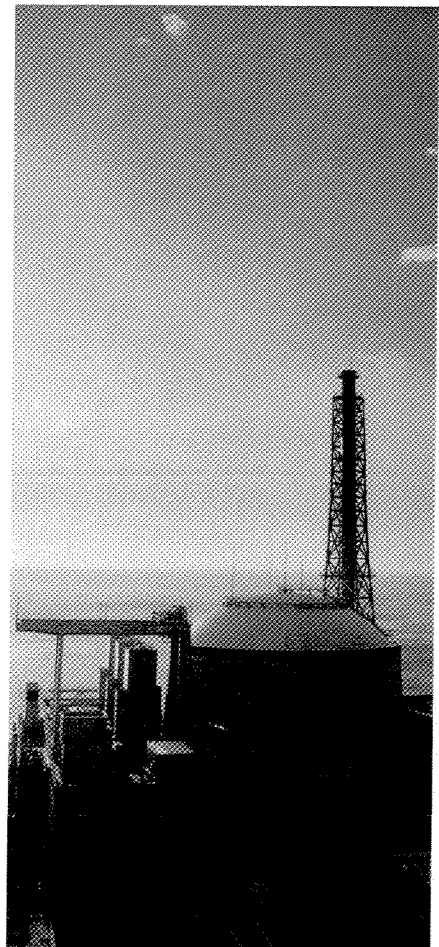
Även uran kan återföras för att ge mera energi.

Fram till och med år 2010 planerar Japan att använda 80 ton plutonium för energiproduktion, varav ca:

- 50 ton förbränns i lättvattenreaktorer
- 8 ton i avancerade termiska reaktorer
- något över 20 ton i bridreaktorer.

Detta plutonium kommer dels från upparbetning i Japan (ca 50 ton) där det finns en upparbetningsanläggning vid Tokai i drift samtidigt som en större byggs vid Rokkashomura, dels från upparbetning av japanskt använt bränsle i England och Frankrike (ca 30 ton).

Upprepade gånger har Japan framhållit att landet inte kommer att in-
neha mera plutonium än som be-
hövs för energiproduktionen.



Plutonet som fraktades från Frankrike under hösten 1992 är avsett som ersättningsbränsle för bridreaktorn Monju.

Världens farligaste gift ?

Det händer ofta att plutonium i massmedia kallas för "världens farligaste gift". Verkligheten är att plutonium är ett av många farliga ämnen som måste hanteras med försiktighet för att undvika de risker som finns, men som samtidigt är väl kända.

Naturligt plutonium finns endast i mycket små mängder i naturen, plutonium är huvudsakligen ett ämne som bildas i kärnreaktorer.

Plutonium förekommer i form av många olika isotoper, som alla är radioaktiva. Plutonium-239 är en sådan isotop. Den utsänder alfastrålning som har mycket kort räckvidd, endast 4 centimeter i luft eller mindre än 0.1 millimeter i kroppens vävnad. Alfastrålningen kan inte tränga igenom hudens yttre skyddande skikt.

En annan isotop, plutonium-241 utsänder mjuk betastrålning. Skyddskläder klarar denna strålning.

Eftersom strålningen från plutonium har mycket kort räckvidd är den inte farlig, så länge som plutoniet inte kommer in i kroppen - man kan hålla en plastpåse med plutonium i handen utan risk!

Plutonium är giftigt både på grund av sina kemiska egenskaper (tungmetall) och genom sin radioaktivitet. Vid förtäring går dock mer än 99% rakt igenom kroppen, mindre än 0.1% tas upp till andra kroppsdelar via mag-tarmkanalen.

Tyska strålskyddare har beräknat att det behövs ca 20 gram plutonium, vid förtäring, för en akut dödlig dos.

Däremot är det farligare att andas in plutonium, där blir motsvarande värde endast 50 milligram.

Kan man inandas plutonium? Jo, det går men det är bara inom ett litet storleksintervall, ca 0.5 - 1.5 tusendels millimeter som de inandade partiklarna når luftvägarna och lungan.

Kan plutoniumoxiden spridas i luft?

Även det är svårt. Vid ett försök i laboratorium brändes vävnad innehållande plutonium med syrgas vid 900°C. Plutoniumoxiden följde dock inte med

syrgasströmmen utan stannade i provet.

Det kan behövas något slags explosion för att plutoniumoxid skall spridas i luft.

Ingen människa har hittills fått så stora doser av plutonium som nämnts ovan. Nästan alla plutoniumföreningar har nämligen svårt att förflyktigas och bli tillgängliga för inandning.

Lång halveringstid

Plutonium-239 har en lång halveringstid, ca 24 000 år, därför kommer bara en bråkdel av plutoniumatomerna att sönderfalla och ge strålning under en människas livstid.

Om man jämför med andra gifter, är t ex dioxin och botulinustoxin, vid förtäring, mer än hundra gånger farligare än plutonium.

Dixie Lee Ray, tidigare ordförande i USAs kärnkraftinspektion, jämförde plutoniums giftighet med giftet i flugsvampar. Flugsvampsgiftet (i koncentrerad form) var vid förtäring mer än tusen gånger giftigare.

Faktiskt finns också medel som kan driva ut plutonium ur kroppen, vissa komplexbildare (kalcium- och zinkdietylentriaminpentaättiksyra) ger 50 till 100 gånger snabbare utsöndring från kroppen.

Förutom akuta risker finns risken att plutonium i låga koncentrationer kan ge upphov till cancer många år senare.

Epidemiologiska undersökningar har gjorts för forskare som arbetat med plutonium, men ingen ökning av cancerfrekvensen har påvisats som kan hänföras till plutonium.

Ingen ökning av lungcancer

En uppföljning av 25 män i USA som arbetade med plutonium under andra världskriget och som tog upp ämnet i kroppen, visade ingen ökning av lungcancer, endast sjukdomar som är vanliga för deras åldersgrupp.

Naturligtvis kan några cancerfall ha inträffat på grund av plutonium, men de är för få för att kunna påvisas statistiskt.

Plutonium som kärnbränsle

Ett gram plutonium kan ge mer energi än en miljon gram, dvs ett ton olja.

I en lättvattenreaktor med uranbränsle omvandlas en del av uranet genom neutronbestralning till plutonium.

Först bildas huvudsakligen isotopen plutonium-239, så småningom även plutonium-240, 241, 242 och 238. Isotoperna 239 och 241 är klyvbara.

Även i en lättvattenreaktor med uranbränsle kommer faktiskt en del av energin från dessa plutoniumisotoper.

Om det använda bränslet upparbetas delas det upp i uran, plutonium och högaktivt avfall. Därefter kan plutonium i oxidform blandas med uranoxid till nytt kärnbränsle, där energiinnehållet till största delen kommer från plutoniet.

MOX-bränsle

För lättvattenreaktorer kallas detta bränsle för MOX (Mixed OXide = blandoxid). MOX-bränsle innehåller ca 5% plutonium, varav ca 60% är plutonium-239 och ca 10% plutonium-241.

De japanska kraftföretagen avser att använda MOX-bränsle i lättvattenreaktorer. Då skall MOX-bränsle tillverkas i Europa och sedan transporteras till Japan i form av färdigt MOX-bränsle.

Tillverkning av MOX-bränsle görs nu i industriell skala i Belgien och anläggningar finns även i Frankrike och England. Eftersom plutonium är farligare än uran måste man vara mycket noga med arbetsmiljön, en del av processen sker i inkapslade dragskåp.

Åter till Japan

Bridreaktorn Monju, med en elektrisk effekt av 280 MW (280 000 kW), håller just på att testas för uppstart under år 1993. Plutoniet kommer att användas för tillverkning i Japan av ersättningsbränsle till denna bridreaktor. Den är ett viktigt led i en långsiktig energipolitik där Japan vill bli mindre beroende av import.

Den ursprungliga tanken med bridreaktorer är att i betydande omfattning omvandla icke-klyvbart uran till plutonium som sedan kan klyvas - och

därmed öka energiuttaget från uran till ca 50 gånger mer än i lättvattenreaktorer.

Under de senaste åren har en ny målsättning kommit fram i ett japanskt forskningsprogram, nämligen att kunna bränna - och därigenom förstöra - de långlivade ämnena i kärnavfall: neptunium, americium, curium och plutonium i en särskild bridreaktor som kan komma att byggas efter Monju.

Om detta lyckas skulle kärnavfallet inte vara farligt under så lång tid.

Varför har Sverige valt ett annat system?

Sverige har enbart lättvattenreaktorer, inga bridreaktorer. Det använda bränslet från svenska reaktorer kommer att slutförvaras utan upparbetning.

Hur kommer det sig att Japan och Sverige väljer olika system?

Satsningar på bridreaktorer och upparbetningsanläggningar blir mycket dyra. För ett litet land som Sverige med begränsat kärnkraftprogram är det både enklare och billigare att koncentrera sig på drift av reaktorerna och slutförvaring av använt bränsle.

Dessutom är uran nu en billig energiråvara och det är knappast lönsamt idag att upparbeta och framställa MOX-bränsle.

Japan som är fattigt på energitillgångar och vill planera på lång sikt ser detta på ett annat sätt - de kan betala mera idag för ett energisystem om de blir mindre beroende av import i framtiden.

Internationell och nationell kontroll



Även om plutonet på "Akatsuki Maru" ägs av japanska kraftföretag har det producerats från uran som isotopanrikats i USA, och som levererats till Japan under ett bilateralavtal mellan USA och Japan om kärnenergisamarbete.

Det reviderade avtalet från 1988 ger Japan tillåtelse att transportera plutonium om ett antal villkor är uppfyllda. USA har gett tillstånd avseende dessa för transporten med "Akatsuki Maru".

Det internationella atomenergiorganet i Wien, IAEA, har uppställt regler för säkra transporter av radioaktivt material sedan 1961.

IAEAs målsättning är att skydda allmänhet och transportarbetare från strålningens direkta och indirekta verkningar under transporten. IAEA-reg-

lerna innehåller särskilda krav för bärare som transporterar plutonium.

Det finns en särskild internationell konvention om fysiskt skydd av kärnämne som både Frankrike och Japan har undertecknat. Japan har inför denna transport deklarerat att det fysiska skyddet till havs kommer att vara lika stort eller större än det som anges i konventionen.

Japan har undertecknat det internationella "Icke-spridningsavtalet" och därmed lovat att inte framställa egna kärnvapen. IAEA kontrollerar därför kärnämne i alla kärntekniska anläggningar i Japan, reaktorer, bränslefabriker, forskningscentra etc. Kontrollen är omfattande, 25% av IAEAs inspektioner utförs i Japan.

Kan plutonium från reaktorer användas i kärnvapen?

I kärnladdningar används uran eller plutonium som innehåller höga halter (mer än 94%) av isotoperna uran-235 respektive plutonium-239.

Plutonium för kärnvapen, "vapenplutonium", framställs i särskilda reaktorer där bränslet byts ofta och därefter upparbetas.

Det krävs en mycket komplicerad teknologi för att först separera plutonet, och sedan tillverka metalldelar av detta plutonium och få sådana delar att sammanfogas på någon miljondels sekund.

Plutonium från kraftproducerande reaktorer där det använda bränslet producerat energi ca fem år i en reaktor, "reaktorplutonium", innehåller endast ca 60% plutonium-239.

Detta plutonium utvecklar mer värme och är därigenom svårare att hantera, temperaturen bli upp mot 200° C om det inte kyls.

Den höga halten plutonium-240, ett ämne som bildas när bränslet producerar energi under lång tid, medför dels att ännu mer komplicerad teknologi måste användas, dels att det krävs en större plutoniummängd. Plutonium-241 sönderfaller till americium vilket med tiden ger starkare alfastrålning.

Slutligen blir styrkan hos en kärnladdning gjord av reaktorplutonium troligen låg eftersom kedjereaktionen med stor sannolikhet "tjuvstartar" av de neutroner som sänds ut bl a från plutonium-240.

Reaktorplutonium innebär således en rad extra svårigheter.

Ingen av de stater som skaffat eller misstänks ha kärnvapen har valt att gå via reaktorplutonium.

För en mindre terroristgrupp är det i praktiken uteslutet att kunna framställa kärnvapen från reaktorplutonium.

Specialfartyget

"Akatsuki Maru" är ett av fem specialbyggda fartyg som används av "Pacific Nuclear Transport Ltd", ett brittisk-fransk-japanskt gemensamt ägt företag.

De fem fartygen har gjort mer än hundra resor omfattande fem miljoner kilometer och därvid transporterat 4 000 ton använt bränsle från Japan till Frankrike och England utan någon olycka.

Mellan åren 1970 och 1980 gjordes åtta transporter av plutonium med flyg och fem med fartyg från Europa till Japan utan att någon olycka inträffade.

Inför en transport av 189 kilo plutonium år 1984 diskuterades flyg- eller fartygstransport i amerikanska kongressen, varvid överenskommelse nåddes med Japan om transport med fartyg. Denna genomfördes utan tillbud.

"Akatsuki Maru" har dubbla skrov, stark konstruktion, med speciell utrustning för brandskydd, strålskydd, navigation och kommunikation. Förutom den utvalda besättningen finns specialister på kärnämne ombord.

Det japanska transportministeriet kräver att fartyget skall förbli flytande även efter en kollision eller en grundstötning. Därför är fartyget byggt med dubbla skrov och ett inre skal med ett antal täta lastrum.

Fartyget har dubbel uppsättning av nästan allt, t ex dubbla dieselmotorer med varsin propeller och två oberoende elektriska system.

Eskortfartyg

Under resan från Frankrike till Japan skulle "Akatsuki Maru" eskorteras först av franska marinen på franskt territorium och därefter av det japanska eskortfartyget "Shikishima" som är specialbyggt för "Japan Maritime Safety Agency".

"Shikishima" är 150 meter lång och 17 meter bred med en total vikt av 6 500 ton. Det har 100 mans besättning och ombord finns två Superpuma helikoptrar och höghastighetsbåtar.

Bägge fartygen kunde göra hela resan utan att behöva tanka under sträckan.

Den japanska regeringen deklarerar

de att rutten lagts upp så att fartygen inte skulle gå in på andra nationers territorium än Frankrikes och Japans.

Transportplan

Transportplanen för resan hade förberetts i samarbete med Frankrike och USA. US Arms Control and Disarmament Agency och Japan Atomic Energy Research Institute hade i samarbete utvecklat och testat ett fjärrstyrt automatiskt verifikationsystem för kärnämne under transport till havs.

Detta system, TRANSSEVER, består av komponenter på fartyget, satelliten INMARSATs kommunikationssystem och en markstationscentral.

Systemet gör det möjligt att automatiskt kontrollera såväl fartygets position som att behållarna med plutonium inte har skadats, från en markstation i Japan.

Vad hade i värsta fall kunnat hända?

Transporten avsåg plutoniumdioxid i pulverform. Denna oxid har en smältpunkt av 2 400° C och är svårslutlig i vatten.

Den packas i 133 behållare (typ FS-47) med ca 10 kg plutonium i varje. Dessa behållare har utvecklats i Frankrike och godkänts av myndigheter i såväl Frankrike som i Japan.

Varje behållare är ca 2 meter hög, har en diameter upp till 0.8 meter, väger 1.5 ton och består av flera starka strukturer inuti varandra. Lastens totala volym är liten, ca 700 liter, dvs ca 5 liter per behållare.

För att transportera 10 kg på ett säkert sätt använder man alltså en behållare som väger 1 500 kg!

Behållaren har testats i vattentryck motsvarande ett djup av 10 000 meter, samt vid temperaturer upp till 1 000° under 90 minuter.

Genom att dela upp lasten på många behållare med särskild utformning undviks risken för kriticitet, dvs en plötslig kärnreaktion som skulle kunna ge höga stråldoser på fartyget.

De japanska kraftföretagens centrala

forskningscentrum har gjort en studie av miljöpåverkan för japanska "Science and Technology Agency, STA".

Studien antar att "Akatsuki Maru" sjunker utanför den japanska kusten och att ett ton plutonium omedelbart sköljs ut i vattnet. Ändå blir stråldosen till allmänheten inte allvarlig.

I ett allvarligt scenario har antagits att fartyget sjunker 40 km utanför Japans kust på 500 meters djup och att plutoniet sprids omedelbart.

Om varje japan fortsätter att äta 260 gram fisk per dag (dvs den japanska medelkonsumtionen), blir individuella stråldoser 0.054 millisievert per år och kollektivdosen 1.4 mansievert per år.

De individuella stråldoserna från en sådan olycka skulle således bli ungefär en hundradel av den stråldos som varje svensk får varje år, ca 5 millisievert (huvudsakligen radon inomhus, naturlig strålning och medicinsk undersökning och behandling).

Även om en olycka skulle ha skett med fartyget, skulle konsekvenserna ha blivit små, långt mindre än konsekvenserna från reaktorolyckan i Tjernobyl.

När massmedia beskrev fartyget "Akatsuki Maru" som ett "flytande Tjernobyl" var denna jämförelse inte relevant.

Erfarenheter

Vilka slutsatser kan man dra från en närmare granskning av plutoniumtransporten?

Den viktigaste är väl att en mängd säkerhetsåtgärder vidtagits, men att detta knappast kom fram i media. En annan är att visst är plutonium farligt - men inte världens farligaste gift.

Japan kommer också att samla erfarenheter från transporten. Science and Technology Agency, STA, har tillsatt en kommission av vetenskapsmän, safeguardtekniker, en journalist och en samhällsvetare för att gå igenom olika aspekter på plutoniumtransporter.

Man skall studera erfarenheterna av denna transport inför kommande plutoniumtransporter som beräknas inledas om två år. □

Ingemar Lindholm

Litteratur

"The Toxicity of Plutonium"
Medical Research Council, London HMSO 1975.

"Plutonium"
Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung, München, September 1989.

"Strahlenexposition und Strahlengefährdung durch Plutonium"
Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Stuttgart 1989.

"Japan's Sea Shipment of Plutonium"
Congressional Research Service CRS Issue Brief, Washington, updated October 5, 1992.

"FOA orienterar om kärnvapen"
Örebro, nummer 15, 1990.

"A taste of plutonium"
Eric Voice, New Scientist, 18 July, 1992.

Gunnar Walinder, Privat meddelande, februari 1993.

"Plutonium Fuel: An Assessment"
OECD-NEA, Paris, 1989.

"Japanese Plutonium Sea Shipment from Europe to Japan"
Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation, Tokyo, 1992.

"Plutonium - A Renewable Source of Energy"
Ministry of Foreign Affairs, Japan, 1992.

"Partitioning and transmutation. A review of the current state of the art"
Mats Skålberg, Jan-Olov Liljenzin, Chalmers Tekniska Högskola, "SKB Technical Report 92-19", oktober 1992.

"Nucleonics Week"
Nov 5, Nov 12, Dec 3, Dec 31, 1992, Jan 7 och Jan 14, 1993.

UIC Newsletter
No 6, Nov-Dec 1992.

Analysgruppen

Göran Apelqvist, civ. ing, Utveckling/Miljö, Vattenfall AB
Jean-Pierre Bento, civ. ing, Kärnkraftsäkerhet & Utbildning AB
Per-Åke Bliselius, tekn lic, Sydkraft AB
Monika Eiborn, fil. kand, ABB Atom AB
Monica Gustafsson, docent, Vattenfall AB
Ingemar Lindholm, tekn. lic, Sv Kärnbränslehantering AB
Anders Pechan, utr. sekr, Analysgruppen vid KSU
Agneta Rising, fil. kand, Ringhalsverket, Vattenfall AB
Evelyn Sokolowski, docent, Kärnkraftsäkerhet & Utbildning AB
Gunnar Walinder, professor
Carl-Erik Wikdahl, civ. ing, EnergiForum AB