

Att bevara

# Information

för framtiden

Feb 2002



Hällristningar från Tanumshede i Bohuslän.

Foto: Ulf Sjöstedt, TioFoto



Svensk Kärnbränslehantering AB

# Att lämna spår

Använt kärnbränsle är farligt under mycket lång tid. En fråga som kommer upp vid byggandet av ett djupförvar är om vi vill bevara någon information om anläggningen. Om svaret är ja måste vi ta ställning till hur informationen ska se ut och under vilka former den ska förvaras.

Mycket av det avfall som uppkommer idag är farligt under långa tider. Detta gäller inte minst det använda kärnbränslet. Ett djupförvar för använt kärnbränsle ska till exempel fungera i minst 100 000 år.

Djupförvaret ska byggas på ett sådant sätt att det fungerar och är säkert utan övervakning och kontroll. I samband med att vi bygger förvaret måste vi också bestämma oss för om vi vill bevara någon information om anläggningen till eftervärlden.

## Fullständig dokumentation finns

Idag finns en fullständig dokumentation hos de organisationer som ansvarar för avfallet och hos de myndigheter som övervakar hanteringen. I princip sparas allt material som handlar om avfallet och de anläggningar där det förvaras. Dessutom finns material från de säkerhetsanalyser som genomförts innan förvarsanläggningarna fick byggas och tas i drift. Den största delen av informationen är även lagrad digitalt.

## Liten volym

Dokumentationen upptar inte särskilt stor volym. För slutförvaret för radioaktivt driftavfall (SFR) omfattar den ungefär 7 000 sidor. Varje år tillkommer ytterligare ett par hundra sidor.

Myndigheterna har inte reglerat vad den slutliga informationen ska innehålla. Det brådskar inte heller. SKB kommer inte att försluta förvaret förrän tidigast omkring år 2060. Det gäller snarare att se till att den information som finns och som ska produceras i framtiden bevaras på bästa sätt.

## Fler skäl att bevara

Det finns flera skäl till att bevara information. Ett är att riskerna

minskar för att någon i framtiden tar sig ner till förvarsdjup av misstag. Detta skulle till exempel kunna ske i samband med prospektering, gruvdrift eller vid bygget av en jordvärmeanläggning.

Ett annat skäl för att bevara informationen är att ge framtida generationer möjlighet att ta upp bränslet igen för att utnyttja energiinnehållet eller oskadliggöra det om tekniken för detta finns.

## Ökar risken för intrång

Omvänt kan man argumentera för att information om var förvaret ligger och vad det innehåller ökar risken för oönskade avsiktliga intrång under exempelvis en krigssituation. Eftersom förvaret är konstruerat för att effektivt isolera avfallet under mycket lång tid behöver, enligt detta resonemang, ingen information bevaras.

Problemet har diskuterats både i Sverige och utomlands, bland annat vid internationella konferenser. Det råder en bred enighet om att informationen verkligen ska bevaras, inte minst för att ge framtida generationer handlingsfrihet.

Frågan har diskuterats ytterligare inom ett projekt som drevs i Nordiska Rådets regi. Gruppen bestod av representanter för bland annat tillsynsmyndigheterna i Sverige och Finland, kärnkraftsindustrin och universiteten. Dessutom anlätades externa experter från USA och Tyskland.

## Tre uppsättningar

Den totala och noga utvalda information som finns när förvaret försluts kallas den primära informationsuppsättningen. I de rekommendationer som lämnas från det projektet ingår att skapa ytterligare uppsättningar.

En andra uppsättning skulle kunna innehålla ett urval av den viktigaste



Foto: Jakob Halasa, eyeOnet

I samband med att vi bygger förvaret för använt kärnbränsle måste vi också bestämma oss för om vi vill lämna några spår av anläggningen till eftervärlden.

information i primäruppsättningen. Dessutom bör det finnas en beskrivning av innehållet i den primära uppsättningen och uppgifter om var den finns.

En tredje uppsättning skulle kunna vara en sammanfattning av den information som finns i uppsättning nummer två.

Projektet rekommenderade också att de nordiska länderna ska arbeta för att ett internationellt arkiv skapas för denna typ av material. Det skulle kunna innehålla material motsvarande den tredje uppsättningen ovan.

## Arkiv kan kompletteras

Genom att samarbeta internationellt ökar möjligheten för att materialet alltid finns tillgängligt. Markörer, dvs arrangemang som visar att här ligger det något begravt, kan komplettera arkiven i det korta tidsperspektivet. Det nordiska projektet rekommenderar därför att någon enkel form av markör anläggs på markytan vid förvaren. Dessutom kanske någon form av information bör finnas i eller i anslutning till själva förvaret.

## Markörer och symboler

Om vi väljer att inte bara förlita oss på att arkivera uppgifter om djupförvaret och det använda bränslet kan vi komplettera denna information med att använda oss av markörer, symboler för radioaktivt avfall och till och med av den muntliga traditionen.

En markör kan i princip utformas hur som helst. Syftet är att tala om att platsen bör uppmärksammas av dem som i framtiden stöter på den. Markören bör dessutom ge någon ledtråd till varför platsen ska uppmärksammas.

## På eller under ytan

Markörer kan placeras på eller under markytan. En fördel med markörer under markytan är att de är mer skyddade, men ändå kan påträffas innan någon tar sig ner i förvaret. En underjordisk markör kan till exempel vara ett gruslager som färgas på ett speciellt sätt.

Istiderna kommer att ställa till problem under de kommande 100 000 åren. Ett tjockt istäcke kommer då att täcka markytan. Tyngden krossar allt som finns på markytan. Det innebär att en markör som placerats ut antingen kommer att förstöras eller flyttas.

## Symboler markerar faror

Symboler används för att markera olika faror. En möjlighet är att använda sig av sådana för att markera

att förvaret innehåller farliga ämnen. Symbolerna kan till exempel användas på markörer ovan eller under jord, samt i eller i omedelbar anslutning till förvaret.

Problemet är att vi inte vet om den som stöter på symbolen någon gång i framtiden vet vad den betyder. Vissa forskare rekommenderar att man ska ta fram en speciell symbol för radioaktivt avfall. Det gäller då att göra den tillräckligt välbekant och dessutom se till att kunskapen sprids till framtida generationer.

## Tradition och religion

Andra möjligheter att överföra kunskapen om det radioaktiva avfallet till framtiden är att utnyttja undervisning, tradition och religion. Genom att undervisa om avfallet skulle kunskapen föras vidare från generation till generation. Det skulle också öka motivationen för att bevara den information som finns i olika arkiv. Frågan är emellertid hur länge man räknar med att denna undervisning ska fortsätta.

## Myter lever länge

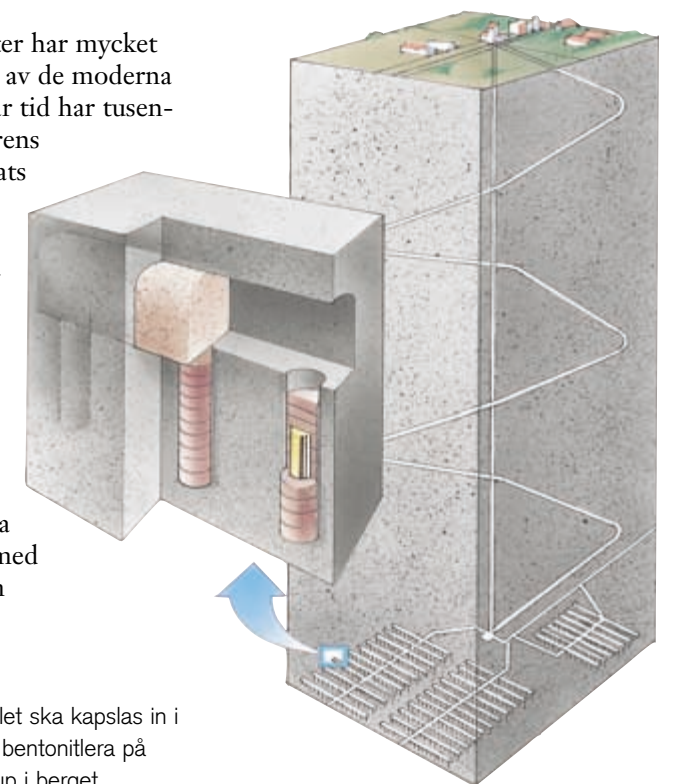
Traditioner och myter har mycket lång livslängd. Vissa av de moderna myter som finns i vår tid har tusenåriga anor. Under årens lopp har de förändrats mycket lite. Ett förslag är därför att utforma markörerna på ett sådant sätt att det uppmanar till mytbildning. En uppenbar invändning är att myter kan förvanskas. Om detta händer skulle i värsta fall avfallet till och med kunna uppfattas som något begärligt.

Det använda kärnbränslet ska kapslas in i koppar och bäddas in i bentonitlera på ungefär 500 meters djup i berget.



Denna ryska varningsskylt finns på Kola-halvön och är redan svårt märkt av tidens tand.

Världsreligionernas innehåll har förändrats mycket lite under den tid som de har existerat. Japanska framtidsforskare tror att informationen kan överleva länge om religiösa företrädare förvaltar den. I Japan finns nämligen en lång tradition där historisk information förvaltas i olika tempel.



# Informationens livslängd

Det krävs två saker för att se till att information förblir information även i framtiden. Dels måste den kunna bevaras och återfinnas rent fysiskt, dels måste den kunna tolkas.

Information har större chans att överleva om den finns i flera uppsättningar eller i flera olika former. Det finns stora fördelar med att ha flera uppsättningar av samma faktamängd. Möjligheten att återfinna informationen ökar. Samtidigt minskar risken för att den ska förstöras – avsiktligt eller oavsiktligt. Information kan dessutom sparas i flera olika former, till exempel på olika språk. Då ökar sannolikheten för att den ska tolkas på ett korrekt sätt.

## Trespråkig sten

Ett historiskt exempel på detta är Rosettastenen. Den är en svart drygt meterhög stenplatta fullklottrad med

inskriftioner. Den hittades år 1799 av franska fortifikationstrupper i den lilla egyptiska staden Rashid (Rosetta) inte långt från Alexandria i Nildeltat. Det som gör stenen så märkvärdig är att den har inskriftioner med tre olika alfabet. Först fornegyptiska hieroglyfer, sedan de egyptiska tecknen som brukar gå under beteckningen demotisk skrift. Dessutom finns texten översatt till grekiska.

Den grekiska texten citerar ett prästerligt dekret från kung Ptolemaios Epiphanes tid, utfärdat år 196 f Kr. Det handlar bland annat om regler för skatteindrivning.

De franska ingenjörer som fann stenen insåg omedelbart dess värde.

Här fanns uppenbarligen samma text på gammalegyptiska och grekiska. Avtryck av stenen skickades ut till språkforskare och egyptologer över hela Europa.

## Koptiskan nyckeln

Rosettastenen konfiskerades av engelska trupper när Napoleons egyptiska expedition kapitulerade år 1801. Numera finns den på British Museum i London.

Det blev en ung fransk språkforskare vid namn Jean-Francois Champollion, som löste gåtan år 1822. Han hade studerat koptiska, det språk som fortfarande talas av den kristna minoriteten i Egypten. Champollion insåg att koptiskan hade fornegyptiska som grund och därigenom lyckades han ge hieroglyferna deras rätta fonetiska värden.

De första bevarade exemplen på mänsklig kommunikation är stenristningar. Sådana förekommer över hela världen och de äldsta är omkring 40 000 år gamla. I Norden finns det ju en omfattande skatt av runstenar.

Sten är ett mycket beständigt material, men knappast praktiskt när det gäller att lagra så stora mängder information som det blir frågan om när djupförvaret ska dokumenteras.

## Digitala dokument

Idag lagras fler och fler dokument i digital form. Det finns två typer av digitala lagringsmedia. Det ena är magnetiska media, exempelvis disketter, hårddiskar och magnetband. Det andra är optiska medier som CD-skivor. Äldre typer av lagringsmedia, som exempelvis hålkort och hålremsor, används knappast längre.

Magnetiska medier är känsligare än optiska. Förutom att de kan avmagnetiseras i ett magnetfält avtar magnetiseringen med tiden. Optiska

medier har också längre livslängd, kanske upp till hundra år.

## Kort livslängd

Livslängden för digitala medier är kort, drygt tio år. Det beror inte på att mediet i sig själv åldras eller förstörs, utan på den teknik (maskin- och programvara) som behövs för att man ska kunna läsa den lagrade informationen.

Utvecklingen inom datorområdet går så fort att tekniken snabbt blir föråldrad. Vissa maskiner som var vanliga för tio år sedan finns idag bara på museer.

Informationen måste också kunna tolkas och avkodas. Det första problemet är att veta hur många binära tecken, ettor och nollor, som används för att representera ett för oss läsbart tecken. Det andra är hur denna följd ska översättas till ett läsbart tecken. Datorn hanterar båda dessa uppgifter. Programvaran för hur avkodningen ska gå till måste således också bevaras.

## Tekniken begränsar

Det finns många exempel på hur detta kan vara ett problem. Alla data från 1960 års folkräkning i USA höll till exempel på att gå förlorade. Största delen kunde räddas i slutet av 1980-talet, men först efter omfattande och kostsamma åtgärder. Uppgifterna hade lagrats på magnetband i en form som inte använts på länge.

Digitala medier är alltså ingen kandidat när det gäller att lagra information för framtiden. Då är det bättre att lagra den i analog (icke digital) form. Däremot är datoriserade system ett utmärkt hjälpmedel för att sammanställa och katalogisera information som sedan förs över till analog form.

## Fibrer avgör livslängd

Ett av de äldsta bevarade pappersfragmenten finns på Folkens Museum i Stockholm. Det har daterats till tredje århundradet e Kr och är tillverkat av växt-

fibrer. I och med den industriella revolutionen började papper i stället framställas av trämassa. Då blev också papperets kvalitet och beständighet ett problem.

Papperets livslängd beror på vilken typ av fibrer som används. Papper som är tillverkat av träfibrer har ett högre syrainnehåll, vilket gör att de processer som bryter ned papperet går snabbare. Livslängden är mindre än 100 år.

Mycket energi har lagts ned på att ta fram papper med bättre beständighet, så kallat arkivpapper. Det ska uppfylla vissa krav när det gäller hållbarhet, innehåll av ämnen som oxideras lätt etc.

## Mikrofilm komplement

Den första mikrokopian framställdes redan på 1840-talet. Då exponerades en bild, förminskad 150 gånger, med hjälp av ett omvänt mikroskop. En kommersiell kamera för mikrofilm konstruerades för första gången av Kodak på 1920-talet. Tekniken fick sitt verkliga genombrott under andra världskriget. Då hade den explosiva nitratfilmen ersatts av acetatfilm. Samtidigt medförde kriget att viktiga arkiv mikrofilmades av säkerhetsskäl.

Mikrofilmen har fördelen att informationen är tätt packad, men i okodad form. Den kan läsas med en enkel uppförstorande optik. En mikrofiche kan rymma upp till



Stenristningar är den äldsta bevarade formen av mänsklig kommunikation. Bilden visar Rökstenen, vårt lands mest kända runsten.

500 A4-sidor och en kassett 16-millimetersfilm upp till 5 000 sidor. Livslängden beräknas vara upp till 200 år för varje generation film.

Mikrofilm är ett tänkbart medium för att lagra information om avfallet. Särskilt värdefull kan den vara för att skapa säkerhetskopior.

Ett av de äldsta bevarade pappersfragmenten finns på Folkens Museum i Stockholm. Det har daterats till tredje århundradet e Kr.

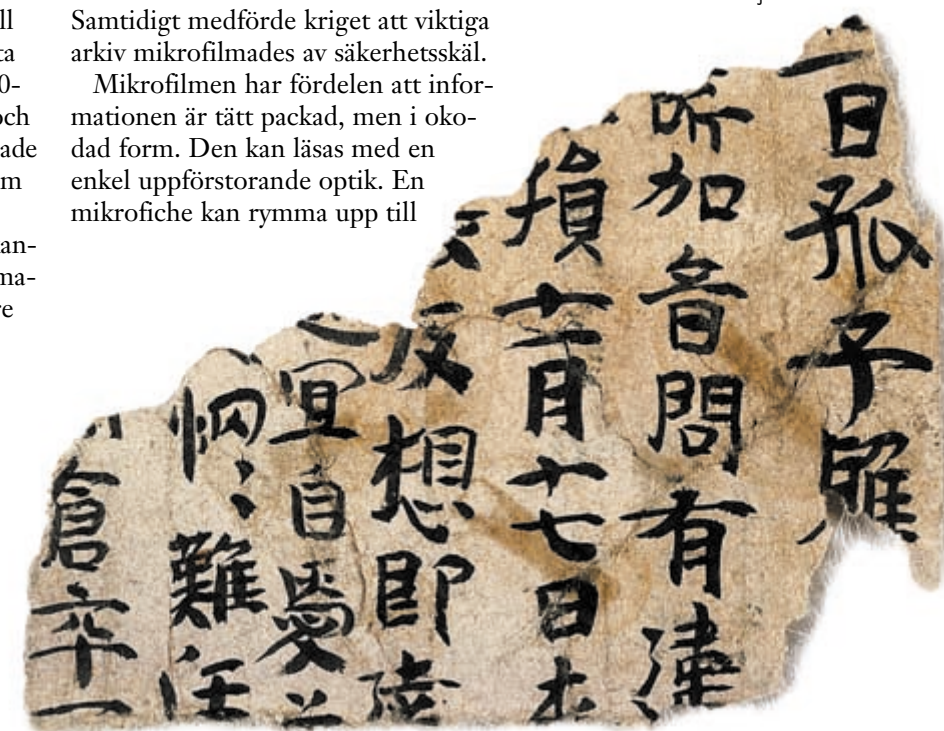


Foto: Etnografiska museet

# Att lära av historien

Att se bakåt är ofta ett bra sätt att förutse vad som kan hända i framtiden.  
Detta gäller inte minst när man vill bevara information.



Foto: Gamma Presse Images, IBL Bildbyrå

Vatikanen har ett av världens äldsta arkiv. Det betraktas som påvens personliga och fortfarande är vissa delar inte tillgängliga för omvärlden.

**M**yccket kan hända under århundradenas lopp. Krig, naturkatastrofer samt religiösa och politiska strömningar kan alla bidra till att information förstörs – avsiktligt eller oavsiktligt. Genom att blicka bakåt och titta på vad som hänt med olika arkiv tidigare i historien är det lättare att få en uppfattning om vad som skulle kunna hända med den information om ett djupförvar som vi vill att framtida generationer ska få ta del av.

## Hemligt arkiv

Vatikanen har ett av världens äldsta arkiv. Det kallas det hemliga Vatikanarkivet (Archivo Segreto Vaticano) och omfattar närmare 50 000 hyllmeter. Till detta kommer ytterligare 15 000 hyllmeter administrativa protokoll. De äldsta dokumenten härstammar från 800-talet.

Arkivets historia är intressant. När påvestolen flyttade till Avignon år 1308 flyttade också arkiven gradvis efter. Napoleon lade beslag på arkivet

år 1810 och flyttade det till Paris. I samband med båda dessa flyttar och efterföljande återflyttar gick delar av arkivet förlorade.

Arkivet har också rensats ut flera gånger. Skälen har varit både politiska och religiösa. I samband med återflytten från Paris till Rom rensade påvens arkivarie ut de delar, som han bedömde som politiskt känsliga eller ointressanta. Papperet såldes kilovis som omslagspapper till affärer i Paris. Det har också förekommit att påvar

eller andra dignitärer har sålt delar av arkivet.

## Påvens personliga

Vatikanens arkiv har betraktats som påvens personliga. Det har medfört att bara ett fåtal kyrkliga dignitärer har haft tillgång till hela innehållet. Andra har under långa tider bara fått se ett censurerat urval. Dokumenten från rättegången mot Galileo offentliggjordes till exempel inte förrän år 1870.

Mot slutet av 1800-talet gjordes arkivet tillgängligt för forskare utanför kyrkan. Men det finns fortfarande restriktioner. Vatikanen vägrar exempelvis att offentliggöra de delar som rör kyrkans relationer till nazisterna under andra världskriget.

## Inga översikter

Vatikanarkivets stora svaghet är bristen på kataloger eller andra översikter över de arkiverade dokumenten. Arkivspecialister från bland annat USA arbetar för närvarande med att rätta till dessa brister.

Arkivets historia ger oss anledning att fundera över hur stor del av förlusterna som hade kunnat undvikas med moderna metoder för säkerhetskopiering. Sammanställningen av förlusterna i de tyska arkiven ger en intressant och märklig lista av katastrofer, krig, politiska omvälvningar och förbiseenden. Arkiven har drabbats av bränder och naturkatastrofer i form av översvämningar.

## Säkerhetskopior viktiga

De viktigaste lärdomarna av detta är – förutom att arkiven bör skyddas mot brand och översvämningar – att säkerhetskopior i form av exempelvis mikrofilm ökar chanserna för att informationen ska bevaras. Detsamma gäller vid krigshändelser. Vissa delar av de tyska arkiven kunde överleva kriget genom att de flyttades till säkrare platser som gruvgångar och vinkällare. Delar av dem förstördes dock i den dåliga lagringsmiljön.

## Utrensningar hot

Det är svårare att skydda arkiven mot utrensningar i samband med politiska omvälvningar. Både i samband med nazisternas maktövertagande och dess förestående fall gjordes utrensningar i arkiven. Samma sak hände innan regimen i DDR föll. Det är svårt att i efterhand uppskatta hur stora dessa utrensningar var.

Återföreningen av de båda tyska staterna ledde till andra problem. DDR-arkiven omfattade 30 000 hyllmeter. Det blev både dyrt och tidsödande att införliva dessa med de västtyska. Arbetet pågår fortfarande.



Foto: IBL Bildbyrå

Nazisterna gjorde omfattande utrensningar i de tyska arkiven när de kom till makten.



Foto: Pictor International LTD, IBL Bildbyrå

Påvepalatset i Avignon. När påvestolen flyttade från Rom till Avignon år 1308 flyttades också arkivet. Många dokument gick då förlorade.

Att bevara

# Information

för framtiden

Använt kärnbränsle är farligt under mycket lång tid. En fråga som kommer upp i och med att SKB bygger ett djupförvar är om vi bör efterlämna någon information om anläggningen till eftervärlden.

Om svaret är ja måste vi ta ställning till hur informationen ska se ut och under vilka former den ska förvaras. Det krävs två saker för att information ska förbli information även i framtiden. Dels måste den kunna bevaras och återfinnas rent fysiskt, dels måste den kunna tolkas.

I ett projekt som genomförts i Nordiska rådets regi har man kommit fram till att detta bäst sker genom att arkivera flera uppsättningar av informationen och komplettera denna med markörer, symboler för radioaktivt avfall och kanske till och muntlig tradition.



**Svensk Kärnbränslehantering AB**

Box 5864, 102 40 Stockholm  
Telefon 08-459 84 00 Fax 08-661 57 19  
[www.skb.se](http://www.skb.se) e-post: [info@skb.se](mailto:info@skb.se)