

Rivning – och sedan?

Sid 4–7

Varför koppar?

Sid 12–13

Alf flyttar fokus

Sid 14–15

Effektivaste jordbrukarna är små – men många

Sid 10–11

Lagerbladet är Svensk Kärnbränslehantering AB:s externa informationstidning. Den vänder sig i första hand till kommun- och invånarna i Östhammars och Oskarshamns kommuner, där det pågår platsundersökningar för en eventuell lokalisering av ett slutförvar för använt kärnbränsle. Tidningen ges ut i två lokala editioner, en för Östhammars kommun och en för Oskarshamns kommun, fyra gånger per år.

Redaktör: Moa Lillhonga-Åberg,
Platsundersökning Forsmark,
742 03 Östhammar
Telefon 0173-883 82
E-post: moa.lillhonga-berg@skb.se
www.skb.se/forsmark

I redaktionen ingår också
Anna Wahlstéen, Oskarshamn, och
Inger Brandgård, Stockholm.

Ansvarig utgivare: Sten Kjellman

Huvudkontor: SKB, Box 5864,
102 40 Stockholm, telefon 08-459 84 00,
fax 08-661 57 19, www.skb.se
Lagerbladet produceras i samarbete med
Intellecta Tryckindustri.

ISSN 1651-8683

Om du har frågor om SKB:s verksamhet i din kommun, kontakta gärna oss på platsundersökningens kontor, telefon 0173-883 10.



Inger Nordholm Informatör
Gerd Nirv Informatör/
informationsansvarig

Detta nummer av Lagerbladet delas också ut till hushållen i den del av Tierps kommun som geografiskt ligger nära Forsmark där platsundersökningen pågår.



Omslaget: Astrid Taylor från SLU undersöker maskarnas vanor.
Foto: Lasse Modin

Med omsorg mot faror

Vi får många läsareaktioner på Lagerbladet. Mycket ros (tack för det!) men också ris (tack även för det!). Det kommer från personer som inte tycker som vi – att kärnkraftens avfall ska läggas ner i berget. Eller så kommer det från personer som inte gillar kärnkraft alls. Över huvud taget. Och bara säger nej, nej, nej.

Det är för sent för det. Oavsett vad man anser om kärnkraft så finns avfallet redan. Vi kommer inte undan detta faktum – sedan får man tycka och tänka vad man vill om dess upphov. Det går inte att tänka bort avfallet. Följaktligen behövs en lösning.

Vi har fått kritik för att vi i Lagerbladet "vilsleleder", inte talar om terroristhot, inte talar om hotet mot kommande generationer, att vi inte skriver hur farligt avfallet är.

Det är fel. Vi har aldrig vilselett om avfallets farlighet. Det är mycket farligt och just därför måste vi ta hand om det så att det utgör minsta möjliga fara. Hotet mot kommande generationer är inte en framtid med ett slutförvar utan en framtid utan ett slutförvar. Slutförvar handlar om omsorg om kommande generationer. Att inte göra någonting alls åt ett avfall Sverige har producerat i 30 år, är däremot bristande omsorg.

För att kunna lösa förvaringen av det använda kärnbränslet så gör vi platsundersökningar – i Forsmark och i Oskarshamn. De är omfattande och detaljerade undersökningar av utvalda områden. Faktiskt är de unika i sitt slag – aldrig har någon plats skärskådats så som vi nu gör med kandidatområdena i norra Uppland och östra Småland.

Lagerbladet Östhammar handlar i första hand om platsundersökningen i Forsmark och därför om så mycket mer än kärnavfallets farlighet. Lagerbladet vill berätta om en platsundersökning vars like Sverige aldrig har skådat – det väller in information om både blommor och bin, om berg och jord, om skog och hav, om våtmarker och bäckar, om konsekvenser för samhället nära och på håll, om effekter på möss och människor.

Om detta ska vi berätta. Aldrig har vi skrivit – och kommer heller inte att skriva – att det använda kärnbränslet inte är farligt. Och aldrig kommer vi att låtsas att det inte finns. Det finns. Över 4300 ton farligt använt kärnbränsle väntar på en lösning.



Foto: Aif Sevastik

Moa Lillhonga-Åberg, redaktör

Ett halvår till avslut

Text Moa Lillhonga-Åberg Foto Alf Sevastik

Om ett halvår – i mars nästa år – har platsundersökningen i Forsmark sin sista datafrys. Månaderna därefter avslutas platsundersökningen och Forsmark intar vänteläge medan resultaten bearbetas och analyseras.

Med datafrys avses den tidpunkt då all data ska vara inlagd i SKB:s databas. Datafrysen den 31 mars är platsundersökningens femte och sista. Vad som sedan återstår är att avsluta projektet vilket torde vara gjort vid halvårsskiftet. Därefter fortsätter ett kontrollprogram som bland annat innebär långtidsmätningar av exempelvis grundvattentryck och grundvattnets kemiska sammansättning.

Kvar att göra

Vad återstår då att göra under hösten och vintern? Tre djupa borrhål, mellan 600 och 850 meter långa, kommer att borraras. Ett borraras från borrhåls elva i Forsmarks hamn för att undersöka Singözonen, som gränsar till kandidatområdet i nordost.

– När SFR, slutförvaret för radioaktivt driftavfall, byggdes på 80-talet drevs två tunnlar genom Singözonen, men då

handlade det om passage på en ytlig nivå. Nu ska vi borra igenom zonen på 500 meters djup och kommer att få mycket ny information om den, säger Kaj Ahlbom, platschef.

En annan sprickzon som ska skärskådas är Forsmarkszonen som gränsar till kandidatområdet i sydväst. Vid skjutbanan i Forsmark, inte långt från väg 76, ligger borrhåls tolv varifrån ett cirka 600 meter långt kärnborrhål planeras.

Dessutom görs kompletterande bergspänningsmätningar i ett nytt kärnborrhål från borrhåls två vid Jungfruholm.

När detta är gjort närmar vi oss våren och den sista datafrysen. Projektet avslutas sedan på sommaren och Forsmark intar vänteläge. Det varar ungefär två år. 2009 väljer SKB plats för ett slutförvar för använt kärnbränsle – Forsmark eller Oskarshamn.



Höstens borrhningar är i gång. Henry Karldorff från Drillcon sköter borrhningen från borrhåls elva i Forsmarks hamn. Utsikten är inte den sämsta.

Forsmark

Oskarshamn

Sista året i fält

Text Anna Wahlstéen Foto Curt-Robert Lindqvist

Platsundersökning Oskarshamn planerar nu sitt sista intensiva år med undersökningar i fält. Platsundersökningens sista datafrys är planerad till 31 augusti 2007.



Material från havsbotten samlas in för analys.

Under det resterande året koncentreras undersökningarna av berget till de södra och västra delarna av Laxemar. Det är här vi bedömer att de bästa förutsättningarna för slutförvaret finns. Vi kommer även att borra i närheten av Oxhagen, där ovanjordsanläggningen planeras.

För att göra vår bild av berget i Laxemar ännu ett snäpp bättre har vi under hösten grävt långa diken där vi granskar bergets yta. Det här är ett av höstens större fältarbeten och ska ge oss bättre kunskap om hur berget mellan de större sprickzonerna ser ut.

På fem platser runt om Laxemar ska också jordborrningar göras. Syftet är att

undersöka jordlagren och deras vattenförande egenskaper. På de här platserna sätter vi även ut jordrör för att fortsättningsvis kunna följa upp med löpande mätningar och regelbundna vattenprovtagningar.

Flera ekologiska undersökningar har också gjorts. I jorden undersöker vi maskarnas och myrornas aktivitet (se rapportage på sid 10–11). Från hav och sjöar har växter och djur samlats in. Här har vi använt både fisknät för att fånga olika slags fisk och skopa för att samla in material från botten. De insamlade växterna och djuren skickas sedan till laboratorium för analys.

UPPDRAG: RIVNING



1

Efter stängning

Alla svenska kärnkraftverk ska rivas någon gång i framtiden. Finansieringen är redan ordnad, likaså finns en plan för hur det ska gå till. Det är en plan som involverar i stort sett hela det svenska systemet för hur kärnkraftens avfall tas om hand. Det ansvaret vilar på SKB.

I och med stängningen av Barsebäcks två reaktorer (bilden) har nu rivningsfrågorna blivit aktuella än någonsin. Tillsammans lägger Barsebäck och SKB upp detaljerna kring hur rivningen ska gå till. Och redan nästa år börjar SKB förbereda utbyggnad av SFR i Forsmark för att ge plats åt rivningsavfallet (se artikel på sid 6-7).

"Det är ingen höjdare att ha ett nerlagt kärnkraftverk på kommunens mest attraktiva tomt."

Roland Palmqvist (s), ordförande i Kävlinge kommunstyrelse, kommenterar i Sydsvenska Dagbladet kommunens skrivning till miljödomstolen att Barsebäck bör rivras så fort som möjligt.

På kanten till Öresund i den lilla kommunen Kävlinge, ligger Barsebäcksværkets grå byggnader. Rakt över vattnet kan konturerna av Köpenhamn urskiljas i soldiset och i söder syns Malmös stolta byggnad Turning torso.

Den 30 november 1999 stängdes den första av Barsebäcksværkets två reaktorer. Fem och ett halvt år senare, den 31 maj 2005, togs den andra reaktorn ur drift. Nu tycks framtiden med avveckling och rivning komma närmare och planeringen är i full gång.

– Tidigare var det bara SKB som arbetade med rivning men nu har vi också fått sätta fart och vi jobbar intensivt tillsammans med SKB, säger Leif Öst som leder företaget in i en ny era fram till den planerade rivningen år 2020.

– Vi ska vårda och underhålla anläggningen under många år, bland annat ingår vi i ett projekt för IAEA som handlar om att behålla säkerheten fram till rivning. Förslag finns att vi ska utbilda och träna personal från andra kärnkraftverk.

Kävlinge kommun har inget intresse av att ha ett obrukbart kärnkraftverk stående på Öresunds strand. Det är en perfekt plats för bostäder, menar kommunen och kräver att verket ska rivras snarast möjligt.

Leif Öst, liksom ägarna E.ON och Vattenfall, håller stadigt fast vid den plan som redan finns för rivningen av de svenska kärnkraftverken – en plan som går hand i hand med SKB:s plan för hur det radioaktiva avfallet ska tas om hand.

Delat ansvar

Ytterst är det kraftföretagen själva som ansvarar för rivningen. För SKB:s del handlar det om långsiktig planering för att ta hand om det radioaktiva rivningsavfallet. Planeringen sträcker sig ungefär ett halvt sekel framåt och innehåller en lång kedja av tillståndprocesser och byggande av nya anläggningar där avfallet ska mellanlagras och slutförvaras. Här finns många inblan-

dade: myndigheter, miljödomstolar, regering och kommuner som alla ska säga sitt i de olika tillståndsfrågorna.

– Det gäller att inte vara för självisk utan att se till helheten. Det vi gör i dag kan få efterverkningar för hela branschen i framtiden, säger Leif Öst.

Att riva en reaktor kostar ungefär en miljard kronor. Det blir tolv miljarder för landets samtliga reaktorer – under förutsättning att rivningsprojekten samordnas och följer SKB:s gemensamma plan. Ett avsteg kan bli mycket kostsamt och frågan är vem som då betalar. Rivningen finansieras nämligen av Kärnavfallsfonden till vilken verkens ägare varje år betalar in en knapp ettöring per producerad kilowattimme. Summan grundar sig på SKB:s beräkningar av de framtida kostnaderna för rivning och omhändertagande av avfallet.

Bränslet körs iväg

Ett år efter stängningen av en reaktor kan det använda kärnbränslet köras bort. Under hela sommaren och större delen av hösten har därför SKB:s specialbyggda fartyg, m/s Sigyn, gått skytteltrafik mellan Barsebäck och Clab (Centralt mellanlager för använt kärnbränsle) norr om Oskarshamn. Sigyn sköter även transportererna av det låg- och medelaktiva avfallet vilket betyder att fartyget, eller möjligtvis hennes efterträdare, kommer att ha en nyckelroll även under rivningen av kärnkraftverken.

För Barsebäcksværkets del följer nu en väntetid till 2020. När SKB planerar för att ta

hand om rivningsavfallet utgår man från att alla reaktorer drivs i 40 år. I dagsläget finns därför ingen beredskap att i framtiden ta emot rivningsavfall. Men tidtabellen håller på att ses över och under 2007 kan SKB ge svar på om, och i så fall under vilka förutsättningar, det finns möjlighet att pressa den något.

Bara en liten del, cirka tre procent, av rivningsavfallet är radioaktivt och måste tas om hand i det svenska systemet. Det låg- och medelaktiva avfallet ska slutförvaras i Forsmark (se nästa sida!). Styrstavar och vissa inre delar i reaktorn klassas som långlivat avfall och är så pass radioaktiva att de måste strålskärmas under lång tid.

Planer för marken

Men hur går det då med Kävlinge kommuns önskemål att bygga bostäder på platsen?

Egentligen finns inga hinder för andra verksamheter efter att rivningen är avslutad. Men det är en sak för markägaren att bestämma, poängterar Leif Öst.

– Det är E.ON som äger både marken och byggnaderna och de har inte uttalat några önskemål om vad man har tänkt använda den till. Inte annat än att den är lämplig för elproduktion även i framtiden eftersom infrastrukturen redan finns med vägar, hamn, kylvattentunnlar, ställverk och andra industribyggnader.

Från Barsebäck (1) transporteras det använda kärnbränslet med m/s Sigyn (2) till Clab (3) norr om Oskarshamn. Låg- och medelaktivt avfall transporteras också med m/s Sigyn men till Forsmark och SFR (4).

Tillsammans med SKB lägger vi nu upp en avvecklingsplan för Barsebäck, berättar vd Leif Öst.



Foto: Bengt O Nordin



Foto: Alf Sevastik





Under jorden. En av bergsalarna i SFR under Öregrundsgrepen.

SFR i Forsmark måste bli större

– Vi anser att ett utbyggt SFR kan stå klart år 2020, alltså om 14 år. Det är realistiskt, men vi har lovat att utreda om det är möjligt att pressa tidsplanen så att SFR tidigare kan ta emot rivningsavfall från Barsebäck.

Text Moa Lillhonga-Åberg **Foto** Lasse Modin
Illustration Jan Rojmar

Det säger Jan Carlsson som jobbar med planeringen av omhändertagandet av låg- och medelaktivt kärnkraftsavfall på SKB i Stockholm. När platsundersökningen för ett slutförvar för använt kärnbränsle är slut kanske nästa tar vid – nu en undersökning som ska möjliggöra en utbyggnad av SFR i Forsmark.

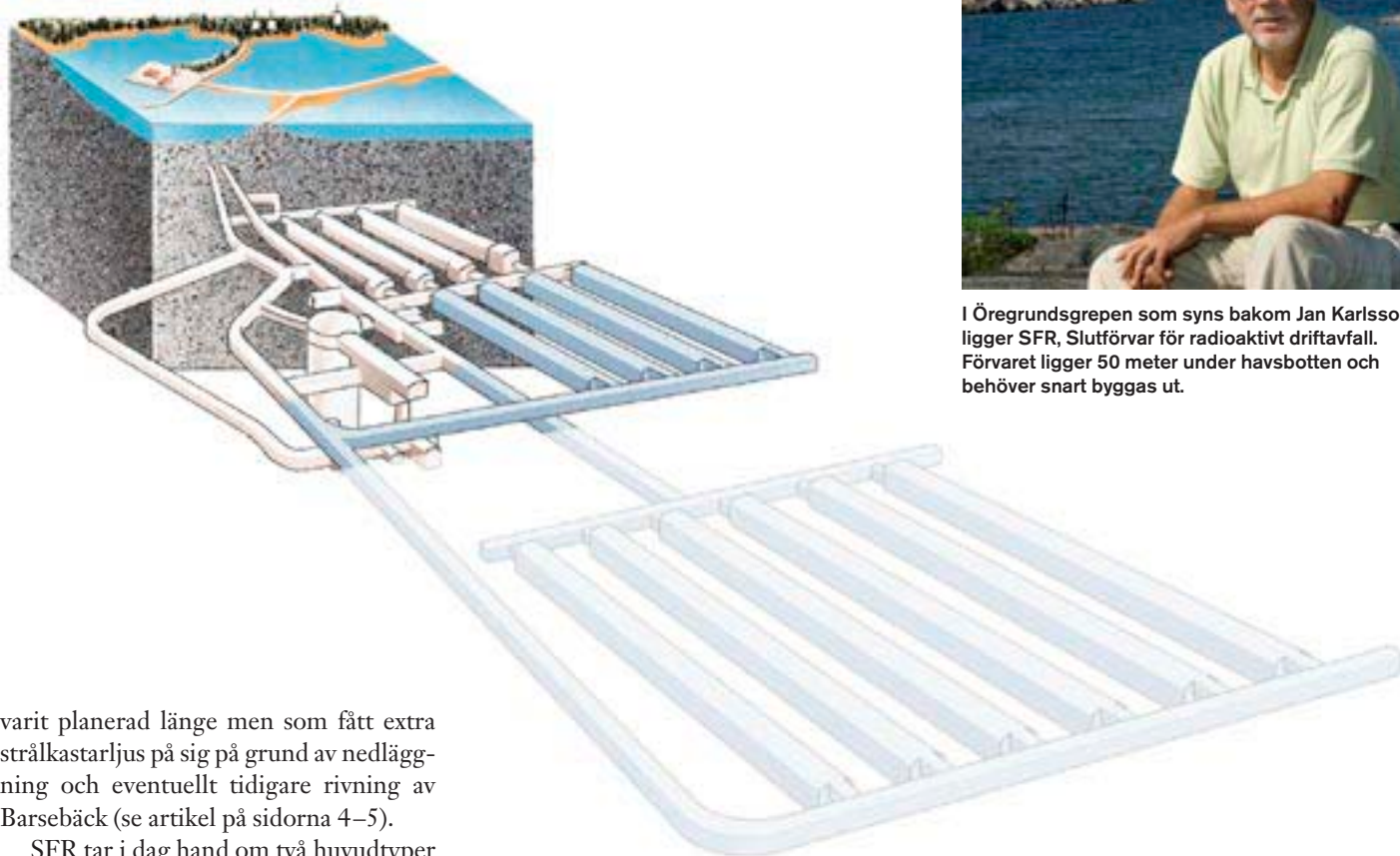
När Jan Carlsson promenerar ner till badklipporna i Söderboda hamn från sitt fritidshus i Sjöäng på Gräsö, ser han "jobbet" vid horisonten i väster = SFR, Slutförvar för radioaktivt driftavfall i Forsmark. Det togs i drift för drygt 18 år sedan och före-

gicks bland annat av en debatt om att priserna på fritidshus skulle rasa i förvarets närhet. Så har inte skett. Även i övrigt har förvaret fört en ganska anonym tillvaro där det ligger cirka en kilometer från stranden och 50 meter under Öregrundsgrepens botten. Så anonym man nu kan bli med cirka 11 000 besökare per år ...

På dagordningen

SKB för nu upp SFR-utbyggnaden på dagordningen. Redan 2007 hoppas vi inleda en platsundersökning för en utbyggnad av förvaret. Det är en utbyggnad som

På stranden: Forsmarksverket, Forsmarks hamn och SFR. Det gråmarkerade utgör nuvarande SFR, det blå planerad utbyggnad till 2020, och längst fram en framtida etapp två av utbyggnaden.



varit planerad länge men som fått extra strålkastarljus på sig på grund av nedläggning och eventuellt tidigare rivning av Barsebäck (se artikel på sidorna 4–5).

SFR tar i dag hand om två huvudtyper av avfall. Dels driftavfallet från kärnkraftverken, dels avfall från industri, sjukvård och forskning. Inget använt kärnbränsle lagras i SFR. Den totala aktivitetmängden i driftavfallet är liten jämfört med mängden i det använda kärnbränslet.

Det har hänt en del sedan nuvarande SFR planerades och byggdes på 80-talet. Såväl utbyggnadstakt som säkerhetstänkande har anpassats till dagens situation. Dagens SFR har en kapacitet på 63 000 kubikmeter i en silo och fyra bergsalar.

– Under åren har kärnkraftverken lärt sig att minimera och komprimera avfallet så att det inte behövs de volymer vi räknade med från början, säger Jan Carlsson. Vi trodde att nuvarande SFR skulle räcka till år 2000. I dag tror vi att även med förlängd kärnkraftsdrift till 60 år per reaktor kommer SFR nästan att räcka till för allt driftavfall. Men bara nästan och då utan det rivningsavfall som väntas från nedlagda kärnkraftverk.

I drift 2020?

Om platsundersökningen för en utbyggnad påbörjas nästa år kan byggstarten upp-

skattas till omkring 2016 och drifttagning 2020. Om det går att pressa tidsplanen för att bli klar tidigare utreds alltså av SKB. Jan Carlsson vill inte föregå utredningen och gissa om och i så fall hur mycket snabbare det skulle kunna gå.

– Enkelt uttryckt kan man säga att säkerhetskraven har tiodubblats sedan vi byggde SFR på 80-talet, säger han. Det går inte att skynda för fort.

Utbyggnaderna är tänkta i första hand för avfall från rivning av kärnkraftverk men även för det driftavfall som inte får plats i nuvarande SFR.

En första utbyggnad är tänkt att omfatta 50 000 kubikmeter avfall i fyra stycken 100 meter långa bergsalar som en direkt fortsättning på nuvarande förvar. För detta krävs att cirka 130 000 kubikmeter berg sprängs ut. En andra utbyggnadsetapp skulle omfatta utsprängning av ytterligare 300 000 kubikmeter berg för att ge plats åt 100 000 kubikmeter avfall. Tidtabellen för den är flexibel och handlar ytterst om i vilken takt resten av de svenska kärnkraftverken läggs ner och rivs.



I Öregrundsgrepen som syns bakom Jan Carlsson ligger SFR, Slutförvar för radioaktivt driftavfall. Förvaret ligger 50 meter under havsbotten och behöver snart byggas ut.



Vid Jan Carlssons tumme finns Forsmarks hamn och SFR. På andra sidan Öregrundsgrepen ligger Gräsö och vid pennspetsen Söderboda.



Ny buss klarar strängare regler

Text Moa Lillhonga-Åberg Foto Alf Sevastik

Desirée Boman rattar besöksbussen ner till slutförvaret för radioaktivt driftavfall i Forsmark. Det gör hon flera gånger om dagen. Men denna gång kör hon en ny buss – en buss före sin tid i säkerhetstänkande. I backspeglarna ses Marie Skogsberg, SKB, ansvarig för entreprenörsfrågor vid SFR, och Åke Sundberg vid Sundbergs Busstrafik AB som äger bussen.

Bussen kör ner i underjordsförvaret med besökare och är därför särskilt anpassad att möta nya hårdare säkerhetskrav. Mellan turerna ner i berget fungerar den i vanlig busstrafik och har

plats för 49 passagerare. Ner i SFR får dock bara 30 personer i taget åka.

Bussen har bland annat alternativa utrymningsvägar (dörrar på båda sidor), brandlarm och rökdetektorer, automatisk brandsläckning i motorrummet och även individuella sprinkler på varje hjul. Under instrumentbrädan finns ett fast släckningssystem som kan utlösas från förarplatsen. Vid ett brandtillbud kan släckningsutrustningen i SFR kopplas till bussen. Dessutom är bussen försedd med alkolås och tre bromssystem som fungerar var för sig. Särskilda flykthuvor finns i bussen, givetvis bilbälten på alla säten och digital färdskrivare.

– Även miljömässigt är bussen före sin tid och klarar utsläppskrav som träder i kraft senare i höst, säger Åke Sundberg.

Bussen är en Volvo vars kaross modifierats i Finland och specialutrustats i Kiruna. Ner i berget körs bussen av specialutbildade chaufförer.



Vi frågar:

Vad är SFR?



Yvonne Čavka, Östhammar:

– SFR? Ingen aning.

Jaså det! Jag visste inte att det hette så men att det finns i Forsmark det känner jag till. Däremot har jag inte besökt det. Jag känner också till planerna på slutförvaret för använt kärnbränsle.



Helena Lennström, Stockholm, fritidsboende i Sandika:

– SFR? Sveriges fritidshusägares riksförbund, kanske? Nähä.

Förvar i Forsmark? Heter det så? Att det finns ett sånt vet jag men jag har aldrig varit där. Inte heller hade jag den minsta aning om att ni kallar förvaret för SFR.



Inger Örnevik, Östhammar:

– SFR? Nej, jag vet inte vad det står för.

Aha, det förvaret? Där har jag varit för något år sedan. Jag har också varit på informationsresa till SKB:s anläggningar i Oskarshamn så visst känner jag till verksamheten.

Så här är det: SFR betyder **Slutförvar för radioaktivt driftavfall**. Det togs i bruk i Forsmark 1988 och där förvaras låg- och medelaktivt avfall. I Forsmark pågår dessutom en platsundersökning för ett eventuellt slutförvar för använt kärnbränsle.

Kan vi frysa ihjäl avfallet?

Halveringstiden hos radioaktiva ämnen kan förkortas om de bäddas in i metall och kyls till strax över absoluta nollpunkten. Det hävdar den tyske professorn Claus Rolfs.

Text Berit Lundqvist

Rolfs och hans forskargrupp har gjort försök där den radioaktiva isotopen natrium-22 har bäddats in i metallen palladium och kylts till strax över absoluta nollpunkten.

Resultatet visar att halveringstiden minskar något. Rolfs vill därför gå vidare och undersöka vad som händer med halveringstiderna för andra radioaktiva ämnen.

En av isotoperna som är på tapeten är radium-226, som finns i använt kärnbränsle. Samma behandling skulle kunna minska halveringstiden från 1 600 år till mellan ett och 100 år, har Rolfs räknat ut.

Är det då dags att lägga slutförvaret på hyllan och bygga en gigantisk frysbox i stället?

– Nej, inte alls. Rolfs hypotes är bara en av de många idéer som hela tiden presenteras inom fysiken och andra naturvetenskaper, säger SKB:s forskningschef Fred Karlsson.

– Påståendet är så sensationellt att många kärnfysiker kommer att vilja testa det och kanske visar någon även att det är grundlöst. Vi följer naturligtvis frågan.

Även om hypotesen skulle kunna klara sig genom det nälsöga som en vetenskaplig granskning innebär återstår många praktiska problem. Att kyla ner tusentals ton med bränsle till temperaturer nära absoluta nollpunkten är svårt och skulle dessutom kräva stora mängder energi.

Läs mer om Rolfs försök här:

<http://physicsweb.org/articles/news/10/7/13/1>



UNDERGROUND



BILLIG BILTVÄTT?

VAD BETYDER EN SYMBOL OM 100 000 ÅR?

Symboler är inte alltid lätta att tyda. Vad betyder till exempel de 4 000 år gamla stenarna i Stonehenge? Är stenarnas position mot solen och placering sinsemellan någon sorts kod som vi ännu inte lyckats knäcka?

Nu vill vi att du skapar en symbol som framtida generationer ska kunna förstå! En symbol som berättar att en halv kilometer ner i urberget har vi placerat ett slutförvar med farligt avfall från Sveriges kärnkraftverk. En symbol som förklarar för människor att de bör hålla sig undan. En symbol

som de ska kunna begripa. För vem säger att de i framtiden förstår de språk vi talar och skriver i dag? Vi kan inte vara säkra på att människor läser alls. Vänta ett tag – det kanske inte ens är människor som befolkar jorden...

Gå in på www.skb.se/underground och skapa en egen symbol. De tre bästa bidragen vinner en resa till London och Stonehenge!

Tävlingen pågår till den 29 oktober och är öppen för dig som är 16–20 år.

**VINN EN
RESA TILL
ENGLAND!**





Myriader av myror och massor med maskar

Många små gör storverk

Text Moa Lillhonga-Åberg Foto Lasse Modin

Redan Charles Darwin förstod deras potential.

De utgör en enorm kraft tack vare att de är så oerhört många.

I USA har den europeiska invandringen blivit ett bekymmer.

Vilka är de? Jo, daggmaskarna! När trippeltriljarder av dem blandar om i jordlagren händer det saker. Maskarna jobbar från ytan och några meter ner och kraften i deras verksamhet utgörs av att de är så många. Det delar de med en annan jordbearbetare – myran. Myriader av myror flyttar material till och från sina stackar.

Talar man Muminspråk så är maskar och myror ett slags "rådd-djur", det vill säga de "råddar till det, rör om och blandar". Med ett vetenskapligt ord är både maskar och myror bioturburerande djur. Enligt Nationalencyklopedin är bioturbation en "inom geologin använd beteckning för organismers grävning i och omrörning av sedimentära avlagringar".

I säkerhetsanalysen

Om maskar och myror flyttar löv, insekter och barr så kan de givetvis transportera annat också. Radionuklider, till exempel. Om en kapsel i ett slutförvar mot förmo-

dan går sönder och radionuklider lyckas leta sig hela vägen från 500 meters djup, genom berg och jord, så skulle sista sträckan från djupare marklager till ytan kunna klaras med hjälp av maskar och myror.

Hur skulle det kunna gå till? Hur stora mängder handlar det om? Hur långt? Hur fort? Olika fort i olika marker? Hur stor betydelse har detta?

Bioturbationens effekter är en av många frågor som måste besvaras för den säkerhetsanalys som SKB gör för ett slutförvar för använt kärnbränsle. För att kunna få ett hum om detta så behövs forskning och forskar åt SKB gör Institutionen för ekologi och miljövård vid Sveriges lantbruksuniversitet. Under professor Tryggve Perssons ledning ägnar sig Lisette Lenoir och Astrid Taylor åt avancerad insyn i myrors och maskars liv och beteende. Samma forskning pågår både i Forsmark och i Oskarshamn men i något skilda miljöer även om granskogen har högsta prioritet på båda platserna.

Det finns maskar och maskar ...

En daggmask är en daggmask är en daggmask – en slingrande sak som man trär

på en metkrok. Ånej, det finns maskar och så finns det maskar – ett 20-tal arter i Sverige, därav ett 10-tal vanliga. Det finns korta och smala, feta och långa, korta och feta, långa och smala, helt violetta, delvis violetta, blekgrå, blekrosa och så vidare. De rumsterar om från ytan ner till flera meters djup.

I Forsmark och Oskarshamn granskar vi tre grupper av daggmaskar. En grupp är de småväxta maskar på runt max fem centimeter som lever nära ytan. De vertikalt grävande maskarna, som ofta sätts på metkroken, är en annan grupp. De drar ner löv från ytan och lägger högar med bajs uppe på ytan. Den tredje gruppen är halvstora blekgrå maskar som hela sitt liv lever under jord på 10–30 centimeters djup, berättar professor Tryggve Persson.

... och myror och myror

Det finns hela 70–80 myrarter i Sverige. I bioturbationsforskningen skärskådas tre grupper. Skogsmyran eller stackmyran som bildar enorma samhällen och som gräver sig ner till cirka 1,5 meters djup. De transporterar material till och från



Astrid Taylor och Tryggve Persson letar mask.

"Det är tveksamt om det finns några andra djur som har haft så stor betydelse för jordens utveckling som dessa enkla varelser."

Charles Darwin 1881.



”Men snälla ni, de är inga vargar!”



Myrexperter Lisette tycker att vi sjåpar oss när myrorna ”anfaller”.

stacken, hämtar byten och byggnadsmaterial på upp till 100 meters avstånd i alla riktningar från boplatsen. Även från höga träd.

– Vi studerar också svartmyran som bygger myrtuvor på öppna fält. Det kan finnas mellan 200 och 500 sådana tuvor per hektar och då förstår man vilka effekter myrors slit kan ge, säger Lisette Lenoir.

Den tredje gruppen som granskas är rödmyran, som också kallas ettermyra, det vill säga vår vanliga pissmyra. De har små samhällen på allt mellan 50 och 500 individer och bor exempelvis på betesmarker och i rabatter.

Forskarna använder sig av många metoder för att kartlägga maskars och myrors liv och leverne. De fångar, räknar,

gräver, uppskattar, mäter, väger, sorterar, artbestämmer, färgmärker, gör laboratoriestudier och litteraturstudier. Bit för bit får de svar på SKB:s fråga: Hur och hur fort och djupt blandas jorden med maskars och myrors hjälp? Svar kommer vid årsskiftet.

Emigrerande maskar

Hur var det nu med USA:s problem med massinvandring av daggmaskar? Jo, USA har sina egna maskar som blandar om i marken på sitt amerikanska vis. När europeiska daggmaskar invandrade (med människans hjälp) fortsatte de att jobba i marken på sitt europeiska vis och plötsligt blev det ändrade förhållanden. De nya maskarna blandade om jorden på ett effektivare

Finns barndomens myrstack kvar?

Hur gammal blir en myrstack? Tja, det är egentligen ingen som vet. De är ju inte inprickade på kartorna, precis. Det enda register som finns över myrstackar är mannaminnet och det är inte alltid pålitligt.

Myrorna flyttar när stacken blir mörklagd, det vill säga när skogen omkring växer upp och inte släpper ner ljus. Eller att det blir sämre förhållanden av något annat skäl.

Lisette Lenoir är myrexpert och inte ens hon vet – men skulle gärna vilja veta hur gamla stackarna blir. 30 år? 40 år? 50 år eller ännu äldre?

Finns din barndoms myrstack kvar? Från 60-talet, kanske, eller ännu tidigare? Bidra till myrvetandet – **skriv eller ring och berätta!** Adress, telefonnummer och e-postadress till Lagerbladets redaktör finns i vänsterspalten på sidan 2. Alla tips om gamla myrstackar belönas.



Flitig som en myra: Uttrycket är inte svårt att förstå. Titta på en myrstack: aktiviteten är svindlande hög. Ordet flit är självklart, för att inte tala om oförtröttlighet! En myrstack är en evighetsmaskin.

Latmask: Maskar är inte särskilt lata, hur kommer det sig då att man talar om latmask? Uttrycket kommer från den parasitmask som i äldre tider ansågs framkalla lättja. Numera vet vi att det inte förhåller sig så. Moderna tider kräver moderna ord, nuförtiden talar vi om ”soffpotatis”.

sätt och följderna blev att nedbrytningen gick snabbare och den ursprungliga faunan och floran fick mindre livsrum. Än så länge är bara delar av USA och Kanada påverkade av maskinvasjonen, men många naturvårdare är oroade.

– Jag kan föreställa mig att daggmaskarnas invandring i Nordamerikas skogar är av samma dimension som granens invandring till Sverige för 3 000 år sedan. Då kom den till östra Svealand/södra Norrland. För 2 000 år sedan låg gränsen vid norra Östergötland och för 1 000 år sedan hade den nått Halmstad/Växjö. Vilken skoglig revolution! säger Tryggve Persson.

Varför *koppar* och



Foto: Curt-Robert Lindqvist

Kopparplåt, som legat begravd i lersten i mer än 175 miljoner år, i en ram av guld.
Bilderna är ett montage.

Koppar, det är ämnet som ska stå sig genom årtusenden och åter årtusenden. Djupt nere i berget ska kapslar av gedigen koppar hålla det använda kärnbränslet på plats. Vad är det då som gör att kopparen klarar sig därefter utan att förstöras? Och varför använder man inte andra ämnen som titan eller rostfritt stål? Eller kanske guld?

Lars Werme är SKB:s expert på området materialfysik och tillika professor i fysik vid Uppsala universitet. Han känner kopparen och dess egenskaper utan och innan. På frågan om det skulle gå att slutförvara använt kärnbränsle i en kapsel av guld svarar han med ett skratt.

– Jo, det skulle kanske gå, fast vi skulle inte ha råd med det.

Dyrt skulle det bli, för att inte säga väldigt dyrt. I en kapsel behövs 6,5 ton koppar och efter en titt på börssidorna och råvarupriserna kan man snabbt räkna ut att det blir runt 400 000 kronor. En kapsel av guld skulle kosta mångdubbelt mer, uppåt miljarden. Och med

Koppar i tiden



Renare luft fördröjer gröna tak

Gamla koppartak som med tiden fått en vackert grön färg är ett vanligt inslag i många svenska städer. Men faktum är att nya koppartak tar betydligt längre tid på sig att övergå i den ärgade gröna färgen. Den gröna färgen beror nämligen på föroreningar i luften, och då särskilt svavelföreningar. I takt med att svavelsläppen minskar och luften blir renare så tar det också längre tid för ett koppertak att få sin traditionellt gröna färg. Ett nylagt koppertak mörknar, övergår i svart och först efter flera decennier får det sin gröna färg. Koppertaket på Gripsholms slott i Mariefred har ännu efter 250 år inte blivit grönt.

Källa: Riksantikvarieämbetet

Foto: Curt-Robert Lindqvist

Inget liv utan koppar

Koppar är livsnödvändigt för troligtvis alla levande organismer. Växter använder till exempel ett speciellt kopparprotein i sin fotosyntes och hos många ryggradslösa djur som ringmaskar, insekter och kräftdjur sker syretransporten också med ett kopparhaltigt protein.

En vuxen människa har ungefär 80 milligram i kroppen och behöver varje dag fylla på med mellan två och tre milligram. Särskilt i hjärnan och levern finns mycket koppar. Gravida kvinnor har ett större behov och barn föds med 5–10 gånger högre halt koppar i levern än vad en vuxen människa har.



Foto: Curt-Robert Lindqvist

inte guld?

tanke på att det kan behövas 6 000 kapslar i slutförvaret så skulle inte den svenska Kärnavfallsfonden räcka långt.

Tåligt material

Men bortsett från priset är inte tanken helt dum, menar Lars Werme. Det viktigaste är nämligen att hitta ett material som inte åldras, inte rostar och inte påverkas av miljön nere i förvaret. Rostar förresten, det är egentligen bara järn som kan rosta i strikt bemärkelse. När andra metaller angrips av luft och vatten kallas det korrosion – de korroderar.

– Koppar är så att säga immun mot korrosion nere i förvaret, den angrips helt enkelt inte av andra ämnen därnere. Det är huvudskalet till att vi väljer koppar för slutförvaring, förklarar Lars Werme.

En förutsättning för att kopparen ska fungera i slutförvaret är att det inte finns löst syre därnere. Och det gör det inte, inte på någon av de två platserna som kan bli aktuella för ett slutförvar, Forsmark eller Oskarshamn. Det har man mätt vid de två platsundersökningarna.

Lars Werme funderar lite på den tidigare frågan om guld och tillägger:

– Ur korrosionssynpunkt skulle guld också fungera, kanske till och med bättre än kopparen eftersom guld är en ädlare metall och har ännu svårare att reagera med andra ämnen.

Men å andra sidan är guldet väldigt mjukt och en guldkapsel skulle knappast tåla trycket från vattnet och den omgivande bentonitleran.

Lång erfarenhet av koppar

Det är cirka trettio år sedan SKB insåg fördelarna med att använda koppar vid slutförvaring av använt kärnbränsle. Först funderade man på en kapsel av titan, men det övergavs ganska snart. Titan är tvärt emot vad man kanske tror, egentligen mycket instabilt och reagerar väldigt lätt med andra ämnen. Det som gör att titan är så hållbart är att det vid kontakt med luft och vatten bildas ett tunt skikt med titanoxid på ytan. Och det skiktet är till skillnad mot den rena metallen, mycket stabilt och skyddar mot yttre angrepp. Liknande fenomen sker på en yta av aluminium och rostfritt stål.

– Det här är fruktansvärt tunna skikt, vi pratar om miljondels millimeter. Att visa att ett så tunt skikt inte tappar gnistan utan håller i hundratusen år är inte så lätt, förklarar **Lars Werme**.



Nej, då är det bättre att förlita sig på ren koppar som forskarna har betydligt större erfarenhet av och dessutom vet hur den beter sig i olika miljöer. Det finns till och med viss kunskap om hur den har betett sig under mycket långa tidsrymder, liknande dem i ett slutförvar.

I naturen finns exempel på hur koppar bevarats i miljontals år utan att korrodera sönder. I södra England har man hittat kopparbitar som legat begravda i lersten i mer än 175 miljoner år. Undersökningar har visat att de behållit mellan 30 och 80 procent av sin ursprungliga tjocklek.

– Det här är inget bevis för att slutförvaret kommer att fungera men det hjälper oss att förstå hur kopparen beter sig.

Världsberömd koppar från Norge

Ett av världens mest berömda verk av koppar är kanske Frihetsgudinnan i New York. Hon består av inte mindre än 81 ton koppar som ursprungligen kommer från en koppargruva i Norge, närmare bestämt från ön Karmøy nära Stavanger. Att koppar är ett material som står sig bra mot väder och vind visade sig när statyn skulle renoveras på 1980-talet. Endast 0,1 mm av hennes 2,4 mm tjocka kopparbeklädnad hade gått förlorad på hundra år.

Källa: Copper Development Association

Foto: John Fox Images

Välbevarade kanoner på Kronan

Den 1 juni 1676 sjönk Regalskeppet Kronan utanför Ölands södra udde. Flera av kanonerna kastades ut från skeppet och begravdes till stora delar i lera på havets botten. Efter bärgning har SKB studerat hur en av kanonerna korroderat när den legat inbäddad i bottenleran. Det visade sig då att endast en hundradels millimeter per år hade försvunnit från ytan. Och det är tack vare att kanonen hade ovanligt högt kopparinnehåll, 96 procent.

Det här styrker forskarnas beräkningar att en kopparkapsel med använt kärnbränsle endast påverkas några millimeter på 100 000 år om den ligger inbäddad i lera.



Från Elen till Ellen:

Alf Lindfors flyttar fokus

I går: Spikade innertak på fritidshuset vid Dalälven.

I dag: Vattenfalls satellitkontor i Östhammar. Möte med Lagerbladet.

I morgon: Vattenfalls huvudkontor i Räcksta: Möte om bolagets strategi i Nordnorge.

I övermorgon: Mera ”spika”, nu på sonen Martins hus i Linköping.

Efter den 1 augusti ser vardagen helt annorlunda ut för Alf Lindfors som vid 60 års ålder valt att avgå som vice vd i Vattenfall AB och som chef för Elproduktion Norden. Med det senare följde uppdraget som styrelseordförande i Svensk Kärnbränslehantering AB. En jobb-nästan-dygnet-runt-tillvaro har förvandlats till en fjärdedelstjänst inom områden han själv valt. De är rådgivande avseende stora industrikunder, inlandsfrågor i norra Sverige (bl a samefrågor) och i den nya koncernfunktionen CM, som ansvarar för samordning och prioritering av produktionsinvesteringar i hela Vattenfall. Dessutom är han styrelseledamot i kärnavfallsföretaget Studsvik AB.

Livet på en pinne, kan man tycka lite avundsjukt, och Alf Lindfors håller med. Fast riktigt hur vardagen kommer att se ut vet han inte ännu – han har ju precis satt sig på pinnen. Men livet har tagit steget ”från Elen till Ellen”. Ellen är hans

första barnbarn och konkurrerar lätt ut vilken elbörs som helst. Efter att ha suttit i 24 olika bolagsstyrelser säger han:

– Jag har tröttnat ordentligt på långa möten!

Låg lokal profil

Alf Lindfors är ingen lokal kändis, utan han har hållit en ganska låg profil i det offentliga livet. Desto mer har han engagerat sig och verkat för Forsmark och orten i sitt arbete. Det var också de stora lokala insatserna och engagemanget för orten som koncernchefen Lars G Josefsson särskilt framhöll när Alf Lindfors avtackades.

Dit hör till exempel att han ”tog hem” Forsmarks Kraftgrupp AB:s huvudkontor från Stockholm till Forsmark. Han blev förste vd för FKA med kontor i Forsmark och bostadsort i kommunen. Han tog initiativet till förnyelsen av Forsmarksverket och därmed fortsatt verksamhet på platsen i mer än 40 år.

Exempel på engagemang för föreningslivet är idrottsplatsen, tennishallen och hamnklubbhuset i Östhammar. Han var också Öregrundsgolfklubbs förste ordförande trots att han inte spelar golf eller ens var medlem i föreningen! Kulturlivet fick sitt genom att han bland annat var med och grundade och ledde Vallonbruk i Uppland. Dessutom var han engagerad i numera nedlagda Opera i Forsmark.

Expert på elpriser

Ledningen för ett stort företag med många anställda efterfrågas ofta när det gäller engagemang och stöd till förenings- och fritidsliv på orten. Men i den offentliga debatten har Alf Lindfors inte haft någon framträdande roll. Varken när det gäller kärnkraften eller nivån på elpriser – en fråga som annars livligt diskuteras vid alla fikabord och som Alf Lindfors faktiskt är expert på.

– Får du någonsin vara i fred, brukar folk fråga mig. Jo, det får jag visst! Det är nästan för lite av den varan kan jag tycka. Elproduktion och elpriser är ett område jag behärskar och jag tar gärna både diskussionen och eventuella stötar.

Ja, han tycker att elpriserna är höga. Och nej, de höga elpriserna är inte Vattenfalls fel, förklarar han, utan marknad är marknad och kan inte styras av Vattenfall. Möjligen kan den vara svår att förstå sig på men be Alf Lindfors förklara: Han förvandlar elektriciteten till äpplen och elbörsen till marknadstorget och vips har man nästan förstått.

Ritar och förklarar

Fråga vad som helst av Alf Lindfors och han tar fram penna och block. Sedan ritar han – pilar, cirklar, staplar och kurvor – pedagogiskt och engagerat skissar han upp

Fakta om Alf Lindfors

Född: 1946 i Gårdskär i norra Uppland, uppvuxen på bruksorten Söderfors.

Familj: Hustrun Ingrid som jobbar inom barnomsorgen i Östhammars kommun. Sonen Martin, 31 år, sjuksköterska, dottern Karin, 25 år, civilingenjör. Sondottern Ellen, 1 år.

Bor: Bor kvar i villan i Östhammar som familjen köpte 1976. Vistas mycket i fritidshuset, en nedlagd bondgård vid Dalälven.

Karriär i korthet: Civilingenjör med inriktning reaktorteknologi. Började i Forsmark 1975 som assistent åt produktionschefen. Chef för F3 1980, chef för hela Forsmarksverket 1988, vd för Forsmarks Kraftgrupp AB 1992, tog därmed säte i SKB:s styrelse. Vice vd i Vattenfall 2001 och ordförande i SKB:s styrelse samma år. Hösten 2006: Har börjat nedtrappningen, jobbar 25 procent med specialfrågor inom Vattenfall, men har lämnat uppdraget i SKB till sin efterträdare som chef för Elproduktion, Göran Lundgren.

Träffar på Google: Drygt 800 träffar på 0,5 sekunder på Alf Lindfors Vattenfall. Nästan alla handlar om elproduktion.

Favoritord: Fokusera.

FAKTA



*“Om jag känner att jag gjort nytta?
Ja. I alla fall har mitt kunnande
tagits i anspråk.”*

händelseförlopp och strukturer och avslutar gärna med en pil i någon riktning.

– När jag lämnade ledningen för Elproduktion fick jag en pilbåge i avskeds-present av ledningsgruppen i Forsmark. Det är för att jag ständigt brukar fråga om

vi jobbar i pilens riktning. Min käpphäst är att ha fullt fokus på rätt saker – hela tiden – så gåvan var symbolisk och ett bevis på att man uppfattat mig rätt. Å andra sidan har jag fått både ångvält, yxa och kniv i födelsedagspresenter av facket!

Alf Lindfors om ...

... ros till SKB:

– Tekniskt sett angriper SKB sitt uppdrag med det svenska kärnavfallet på ett nästan fulländat sätt. Ingenting lämnas obeaktat.

... ris till SKB:

– En svårighet för bolaget tycks vara att sätta ner foten och säga ”Nu har vi utrett klart”. I stället finns det en tendens att vilja göra alla till viljes. Det är välmenande och ambitiöst men någonstans måste man sätta en gräns.

... platsvalet för slutförvaret:

– Jag har tänkt mycket på om jag som ”forsmarkare” och som Östhammarsbo verkligen kan vara neutral i platsvalet. Jag hade kanske fått svårt att hävda det? Jag slapp det och kan nu säga att jag gärna ser att det blir Forsmark.

... SKB:s nya tidtabell:

– Jag hade avgått när SKB:s styrelse i maj beslutade att skjuta upp tidpunkten för SKB:s platsval från 2008 till 2009. Lika bra det, jag tycker inte om att tappa fokus och jag tror att det luckrar upp fokuseringen om man börjar glida på tidtabellen. Därför är jag glad att jag slapp ta det beslutet. Å andra sidan måste man ha tid att göra det som måste göras.

... opinionen mot slutförvaret:

– De vill utreda ännu mera – nu riktigt djupa borrhål. Varför det? Jag förstår dem inte. Avfallet är farligast i början, ju fortare vi får ner det i berget desto mer vinner vi i säkerhet. Det borde vara viktigast för miljörörelsen.

... roligaste jobbtiden:

– Det var tiden som chef på Forsmark 3, tror jag. Jag känner stor tillfredsställelse när jag lyckas få både det tekniska och det organisatoriska att fungera ihop.



Inkapslingsanläggningen inritad intill Clab. Bilden är ett montage.

Inkapslingsanläggning i Oskarshamn

SKB lämnar in ansökan

Anders Nyström, som är projektchef för inkapslingsanläggningen, är inne i ett intensivt skede när Lagerbladet träffar honom. Tillsammans med sina kollegor i projektet lägger han nu sista handen vid den ansökan som snart lämnas in till myndigheterna.

– Det är skönt att ha kommit så här långt så att vi kan lämna in ansökan. Det är ju en milstolpe både i mitt arbete och i hela SKB:s verksamhet.

Stor investering

Anläggningen kommer att ligga i Oskarshamn (en lokalisering till Forsmark har utretts som alternativ) och byggas ihop med Clab (Centralt mellanlager för använt kärnbränsle), där det använda bränslet finns. På så sätt kan man dra nytta av den teknik och kunskap som redan finns på Clab i dag. Allt som allt blir det en investering på cirka två miljarder kronor och under drifttiden kommer den att ge 30 nya arbetstillfällen.

Men vad är då en inkapslingsanläggning? Ja, enkelt kan man säga att det är här

det använda bränslet kapslas in i koppar innan det transporteras till slutförvaret. En hel del i anläggningen är unika lösningar som SKB utvecklat i egen regi, till exempel utrustningen som används för att svetsa fast kopparlocket på kapseln och provningen av svetsen. Utvecklingen har till vissa delar gjorts i samarbete med Posiva som är SKB:s motsvarighet i Finland.

Först i raden

Ansökan som nu lämnas till myndigheterna handlar endast om tillstånd enligt kärntekniklagen. Det är den första i raden av ansökningar, som efter att ha passerat myndigheternas och regeringens nålsöga, ska leda fram till en slutlig lösning för det använda kärnbränslet. Redan 2008 ska SKB lämna ifrån sig en sammanskriven säkerhetsredovisning för Clab och inkapslingsanläggningen. Och 2009 är det magiska året då SKB ansöker om att få bygga slutförvaret för använt kärnbränsle. Samtidigt lämnas en ansökan in enligt miljöbalken för inkapslingsanläggningen och slutförvaret.



Anders Nyström.

NÅGRA RADER OM ■■■

... spansk mellanlager.

Spanien har fattat beslut om att bygga ett centralt mellanlager för använt kärnbränsle. Lagret måste vara klart 2010 eftersom de året därpå ska börja ta tillbaka upparbetat avfall från Frankrike. Var i Spanien lagret ska ligga är ännu inte bestämt.

... Yucca Mountain.

Det amerikanska energidepartementet (DOE) ska senast under 2008 ansöka om tillstånd att få driva slutförvaret för högaktivt radioaktivt avfall i Yucca Mountain, i delstaten Nevada. Om begärda lagändringar träder i kraft kan förvaret börja ta emot avfall 2017.



Foto: Curt-Robert Lindqvist

... **100:e resan!** SKB:s informatörer Gerd Nirvin och Inger Nordholm börjar bli rätt bekanta med vägen mellan uppländska Östhammar och småländska Öskarshamn. I slutet av augusti gick 100:e studieresan med kommuninvånare från Östhammars kommun till SKB:s anläggningar i Öskarshamn. Med på jubileumsresan var närboende till platsundersökningen i Forsmark. Så här glada var fr v Ronney Svantesson, Lena Bergström, Sivert Jansson, Birgitta Svantesson, Eva Ekman och Yvonne Andersson när de besökte Kapsellaboratoriet. Intresserad att följa med på en studieresa? Ring 0173-883 10 för mer information.



Foto: Inger Brandgård

... **förlängt samarbetsavtal** mellan SKB International Consultants AB och brittiska Nirex. Företaget har sedan tidigare valt KBS-3 som referenskoncept för sitt arbete med frågor som rör geologisk förvaring av använt kärnbränsle och högaktivt avfall i Storbritannien.

Avtalet gäller konsulttjänster och sammanställning av tidigare publicerat material gällande KBS-3. Det nya avtalet gäller till och med den 31 mars 2007.

... **kärnteknikföretaget Studsvik** har fått i uppdrag att utveckla vissa delar av Sellafieldanläggningen i nordvästra England, där använt kärnbränsle tas om hand och upparbetas. Det rör sig om vissa äldre anläggningar och avtalet gäller till att börja med en period om två år. Den omstridda Sellafieldanläggningen ska successivt utvecklas.

... brittiska förmånpaket.

För att underlätta etableringen av nya kärnavfallsanläggningar i Storbritannien, bör kommuner som frivilligt anmäler sitt intresse erbjudas förmånliga paketerbjudanden. Detta enligt rekommendationer från den brittiska regeringens särskilda kommitté. Storbritannien har bestämt sig för ett geologiskt slutförvar enligt den svenska modellen för landets högaktiva kärnavfall, och endast kommuner med lämplig berggrund kan bli aktuella.

... temadag i Gimo.

I september arrangerade Bruksgymnasiet i samarbete med beredningsgruppen i Östhammars kommun en temadag kring ett eventuellt slutförvar i Forsmark. Bland annat gjordes en omröstning: Av 125 elever i åk 3 röstade 74 ja till ett slutförvar, 40 avstod och 11 röstade nej. En uppsatstävling arrangerades och den vanns av **Ida Harju**, Gimo. Möt Ida och läs hennes uppsats på www.skb.se/underground



Foto: Hans Jivander



Foto: British Nuclear Fuels





Sötvatten från den smältande inlandsisen bildade Baltiska Issjön. Bilden visar sjöns utbredning för 11 600 år sedan.



Östersjön har genomgått många stadier i sin utveckling. Land har blivit hav och hav har blivit land.

Östersjön

– mitt emellan hav och sjö

Är Östersjön en sjö som är ett hav?
Eller är den ett hav som är en sjö?
Blandningen av sött och salt är unik
och har uppkommit genom en rad
olika geologiska förändringar under
de senaste 13 000 åren.

Text Berit Lundqvist

Foto Lasse Modin ▲ Curt-Robert Lindqvist ►

Östersjöns geologiska historia är också berättelsen om hur inlandsisen försvann från vårt land. Främst är det två processer, som skapat det unika innanhavet med bräckt vatten – landhöjningen och höjningen av havsytan.

Under en istid binds enorma mängder vatten i inlandsisen. När isen började smälta för 18 000 år sedan låg havsytan 120 meter lägre än i dag. Samtidigt minskade trycket på berggrunden så att jordkorpan kunde höja sig.

Vid iskanten bildas isdämda sjöar i sänkor i urberget. Östersjöns första stadium – Baltiska Issjön var en sådan uppdamd sjö. Detta skede följdes av ytterligare tre: Yoldiahavet, Ancylussjön och Littorinahavet med omväxlande bräckt, sött och salt vatten.

Baltiska Issjön

(13 000 – 10 300 år sedan)

Allt eftersom klimatet blev varmare fyllde urbergssänkan av det klara och nästan sterila smältvattnet från den krympande inlandsisen. Den Baltiska Issjön bildades. Under nästan tretusen år bredde en stor isvattensjö ut sig över de områden som i dag utgör södra Sverige, södra Finland och södra Östersjön. Sjön hade sitt utlopp via ett gigantiskt vattenfall i Öresund.

När isfronten stod i höjd med Billingsens nordspets för 11 200 år sedan uppstod en förbindelse mellan Baltiska Issjön och Västerhavet. Sjöns yta låg över havsnivån och sötvatten strömmade därför ut i Västerhavet.

Men klimatet blev åter kallare. Isfronten flyttade sig söderut igen och dämde på nytt upp Baltiska Issjön. Det var inte förrän vid nästa klimatförbättring för 10 300 år sedan som isen försvann från Billingen igen och förbindelsen med Västerhavet återupprättades. Halva nuvarande Östersjöns vattenmängd tappades ur på bara några få år och vattenytan i sjön sjönk med 25 meter.

Fakta om Östersjön:

Omfattning: Bottniska viken, Ålands hav, Egentliga Östersjön, Finska viken och Rigabukten.

Yta: 387 000 km²

Volym: 21 200 km³

Medeldjup: 56 meter

Maximalt djup: 459 meter
(Landsortsdjupet)

FAKTA

Vid ett par tillfällen stod Baltiska Issjön i kontakt med Västerhavet. Det första genombrottet skedde för omkring 11 000 år sedan.



Landhöjningen gjorde att Ancylussjön snördes av från Västerhavet.



Littorinahavet hade ungefär samma utbredning som dagens Östersjön. Salthalten var dock högre.



Yoldiahavet

(10 300 – 9 500 år sedan)

När nivån mellan Atlanten och Baltiska Issjön hade utjämnats kunde salt vatten strömma österut. Salthalten i Baltiska Issjön steg och Yoldiahavet uppstod. Yoldiahavet var en grund havsvik med bräckt vatten och täckte i stort sett hela Mellansverige. Salthalten låg ungefär i nivå med den som Bottenviken har i dag.

I och med att saltvatten strömmade in kom livet till Yoldiahavet. Näringsämnen strömmade in och produktionen av plankton startade. Dessa kunde i sin tur bli föda åt andra djur. Ett av de djur som vandrade in från väster var ishavsmusslan *Yoldia arctica* (numera *Portlandia arctica*), som Yoldiahavet fått sitt namn av.

Vid denna tid smälte isen så snabbt att nivån i världshaven steg. Men samtidigt var landhöjningen ännu större. Nettoeffekten blev att landet reste sig ur havet. Efter bara 800 år hade utloppet till havet blivit så smalt att inget saltvatten längre kunde strömma in. Yoldiahavet blev en sjö igen – Ancylussjön.

Dagens Östersjön

Littorinahavet blev allteftersom tiden gick allt mindre salt, eftersom landhöjningen gjorde att mindre saltvatten kunde tränga in. Så småningom blev det den Östersjön vi har i dag, med bräckt vatten i söder och nästan sött vatten i norr.

Dagens Östersjön har fått namnet Myahavet efter sandmusslan *Mya arenaria*. Det är en amerikansk art, som kom till Europa med de hemvändande vikingaskepp som rest i västerled och besökt Amerika.

Östersjön är alltså ett förhållandevis ungt hav, som fortfarande förändrar sin form. I norr skapar landhöjningen unika nya kustmiljöer, som man inte hittar någon annanstans i världen. I söder åter sig havet långsamt in över de lågt liggande kustområdena.

Ancylussjön

(9 500 – 8 000 år sedan)

Landhöjningen vid utloppet ledde till att sjön snabbt dämades upp. Samtidigt steg vattnet. Vissa år kan vattenytan ha höjts så mycket som tio centimeter. Till slut låg den tio meter över Västerhavets nivå. Ancylussjön hade flera utlopp. Ett var en smal flod i Stora Bält, ett annat Göta älv i väster. Sjön var långsmal och sträckte sig nästan 200 mil i nord-sydlig riktning.

Salthalten i sjön minskade och saltvattenarterna dog ut. I stället kunde flera sötvattenarter få fäste. Ancylussjön har fått sitt namn efter en liten sötvattensnäcka, *Ancylus fluviatilis*, som är vanlig även i nutida floder och sjöar.

Under perioden steg vattennivån i världshaven fortfarande. Däremot var landhöjningen inte längre lika påtaglig i söder. Vissa områden hamnade där åter under vatten och sunden mellan Danmark och Sverige öppnades så småningom genom ett utlopp, som fick namnet Dana älv.

Littorinahavet

(8 000 – 4 000 år sedan)

Geografiskt såg Littorinahavet ut ungefär som dagens Östersjön. Saltvattenhalten var emellertid högre. Riktigt hur hög den var vet man inte. Kombinationen av salt vatten och ett varmare klimat gjorde att saltvattenlevande arter kunde sprida sig betydligt längre åt norr och öster än i dag.

Under Littorinaperioder avsattes en speciell typ av sediment, som är typiska för syrefattiga miljöer. Döda bottnar i Östersjön är alltså inget nutida fenomen utan fanns redan för flera tusen år sedan. Sedimenten innehåller också spår efter blomningar av blågröna alger. Epoken har fått sitt namn efter Littorinasnäckan, *Littorina littorea*, som man också hittat i sedimenten.

Östersjön är ett ungt hav.
Få arter är direkt anpassade till det bräckt vattnet.



Säker i trafiken?

I sommarens Lagerbladet Östhammar publicerade vi Alf Sevastiks mångtydiga bild av herr och fru Skrake mitt i trafiken i Forsmarks hamn. Vi efterlyste pratbubblor av läsarna och framför allt har två saker inspirerat: Stockholms trängselskatt och säkerhet!

Alla insända förslag har belönats med boken Ut i naturens skafferier – våra vilda bär och frukter med recept. Här följer exempel på insända pratbubblor:

– Äntligen lite andrum i trängselskattetiderna!
(Ulf Holmqvist, Alunda)

– Snacka om trängselavgift!
(Birgitta och Lennart Björk, Uppsala och Stenskär)

– Hörru, kolla vilken lång matleverans!
(Jenny Andersson, Haninge)

– Haha! Våra fötter är mer praktiska! De kan både promenera, simma och flyga!
(Ann-Mari Behrman, Uppsala)

Björn Liljhammar, Sollentuna, sommarboende på Gräsö, tycker att kommentaren är självklar:

– Säkerhet på väg.

Fru Skrake till herr Skrake:
– Du, jag tror vi väntar på vår tur. Ibland har storleken faktiskt betydelse!

– OK då, han kommer ju faktiskt från höger!

Fru Skrake: – Vilken mes du är som inte vågar lifta!

Herr Skrake:
– Jag stannar hellre här och ugglar!



Fru och herr Skrake väntar på sin tur i Forsmarks hamn. Foto: Alf Sevastik