



## Cecilias känsla för vatten

Sid 10–11

**Naturen arkiverar  
klimatet**

Sid 3–9

**Unik maskin  
i underjorden**

Sid 16–17

**Lagerbladet** är Svensk Kärnbränslehantering AB:s externa informationstidning. Den vänder sig i första hand till kommuninvånarna 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, SKB i Forsmark, Stora Asphällan 8, 742 94 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:** Carl Sommerholt

**Huvudkontor:**  
SKB, Box 250, 101 24 Stockholm.  
Telefon 08-459 84 00, www.skb.se  
Lagerbladet produceras i samarbete med Intellecta Infolog.

**ISSN 1651-8683**

Detta nummer av Lagerbladet delas också ut till cirka 2 000 hushåll i delar av Tierps kommun och cirka 700 hushåll i Uppsala kommun. Det gäller inom postnummer 748 50, 748 96, 819 10, 819 30, 819 61, 819 63-66, 747 93 och 747 94. Det vill säga i Tierp i trakterna kring Tobo, Örbyhus, Hällnäs, Skärplinge och Lövestabruk, och i Uppsala runt Tuna och Stavby.

Om du har frågor om SKB:s verksamhet i din kommun, ring 0173-883 10.



Sven-Olof Svensson, informatör  
Gerd Nirvin, informatör/informationsansvarig  
Inger Nordholm, informatör



**Cecilia Berg är miljökonsult och vet mycket om vattnet i Forsmark.**

Foto: Lasse Modin

## Klimat och väder

**Klimatarkiv** och väderstatistik är inte samma sak. Klimatarkiv är de spår som klimatet lämnat efter sig i naturen under tusentals, ja miljoner år. Väderstatistik är det som förts i Sverige sedan 1873 och det som vi i Forsmark för sedan 2003.

Något klimatarkiv har vi inte i Forsmark. Det är landskapet för ungt för – bara en bebis, faktiskt. På nästa sida börjar Lagerbladets reportage om klimatet, skrivet av redaktören för Lagerbladet Oskarshamn, Anna Wahlstéen, som också är meteorolog.

**Något vi inte skriver** om är klimatförändringarna. Men i säkerhetsanalysen för ett slutförvar för använt kärnbränsle tar analyserna en eventuell global uppvärmning i beaktande. Det gäller att hålla tungan rätt i mun och se alla konsekvenser: Vad betyder landhöjningarna för ett slutförvar i Forsmark? Vad innebär det om världshaven stiger på grund av global uppvärmning och därmed motverkar landhöjningen?

**Ett slutförvar** för använt kärnbränsle är en komplicerad fråga med många delar, från ovanstående analyser till vilka fordon vi ska ha nere i slutförvaret. På sidorna 16 och 17 berättar SKB-anställda Östhammarsbon Bo Nirvin om maskinutvecklingsgruppen som nu tagit fram prototypen för den första av många specialfordon i ett slutförvar. Det handlar om lek på hög teknisk nivå och med synnerligen allvarliga avsikter.

**Nu är det drygt** ett halvår kvar tills vi vet var slutförvaret byggs – i Forsmark eller Oskarshamn. Under tiden fortsätter långtidsprovtagningarna och i Forsmark är det Cecilia Berg som håller reda på vattensammansättningen. Läs om hennes jobb på sidorna 10 och 11.

**Nästa Lagerbladet** kommer i april och då vet vi fortfarande inte var slutförvaret ska byggas. 2009-års andra nummer kommer dock ut först när SKB träffat sitt val.

Trevlig läsning och fridfull helg.



Foto: Lasse Modin

Moa Lillhonga-Åberg, redaktör

### Vi tar hand om det svenska radioaktiva avfallet på ett säkert sätt

Svensk Kärnbränslehantering AB – SKB – grundades på 1970-talet av kärnkraftsföretagen. Det är SKB:s uppdrag att ta hand om Sveriges radioaktiva avfall på kort och lång sikt för att skydda människor och miljö. SKB har drygt 300 anställda och finns på tre platser: Stockholm, Oskarshamn och Östhammars kommun (Forsmark).



Klimatarkiv

## Naturen minns gammalt väder

Minns du hur vädret var på julaftonen förra året eller för tio år sedan? Ja, ibland kan det nästan vara svårt att minnas om det regnade eller snöade förra veckan. Naturens eget minne för väder är betydligt bättre, det sträcker sig i vissa fall tusentals eller flera miljontals år bakåt i tiden.

Det här är något som väckt stort intresse bland klimatforskare världen över. Genom att öka kunskapen om forntidens klimat kan vi bättre förstå hur klimatet i framtiden kan förändras. Lagerbladet gör här en djupdykning i naturens eget minnesarkiv över gamla tiders klimat.

Foto Lasse Modin

Läs mer 

# Hårdhudade baggar avslöjar gamla tiders klimat

**Pollenkorn, fossil och årsringar i träd. Inga spår i naturen är för obetydliga för forskarna när det gäller att reda ut hur klimatet förändrats genom tiderna. Till och med pyttesmå bitar av gamla skalbaggar kan hjälpa forskarna att tyda naturens egna klimatarkiv.**

**Text** Anna Wahlstéen **Foto** Curt-Robert Lindqvist



Solen är en av många saker som påverkar klimatet, berättar Geoffrey Lemdahl.

**S**edan mitten av 1800-talet har vi människor registrerat, dokumenterat och arkiverat information om vädret och dess variationer. Andra skriftliga källor, som till exempel reseskildringar, kan ge viss information om vädret ytterligare några hundra år tidigare. Vill man gå ännu längre tillbaka får man ta hjälp av naturens egna kunskapsarkiv. Det är något som geolog Geoffrey Lemdahl vid naturvetenskapliga institutionen på Högskolan i Kalmar har gjort.

– I naturen finns en rad olika klimatarkiv som man kan titta i. Det är ungefär som att bläddra i olika böcker med bilder, tabeller och texter på olika språk. För oss forskare gäller det att tyda allt detta och översätta det till ett språk som alla kan förstå.

Dessa ”böcker” är mer eller mindre detaljerade och handlar om olika tidsperioder och är hämtade från olika geogra-

fiska platser. Ofta berättar de inte rakt ut hur vädret varit utan ger snarare information om hur naturen påverkats av vädret. Till exempel kan årsringarna på ett träd avslöja hur dess tillväxt har varierat med tiden. Ringarnas tjocklek kan översättas till hur gynnsamt klimatet har varit för trädets tillväxt.

## I isar och havsbottnar

De olika klimatarkiven hittar forskarna på de mest oväntade ställena. Ett av de mer detaljerade och sofistikerade arkiven finns inbäddade i ismassorna på Grönland och Antarktis. Borrkärnor från isarna innehåller partiklar men också luftbubblor som ger forskarna möjlighet att analysera den forntida atmosfären. Växthusgaser och isotoper av syre används sedan för att rekonstruera klimatet på platsen under mycket lång tid tillbaka, flera 100 000-tals år.

Sediment i sjöar och hav lagrar också klimatinformation. De har bildats genom

att biologiskt och geologiskt material långsamt sjunkit till botten. Lager för lager samlas då information om hur förhållandena varit på markytan. För att tyda informationen använder sig forskarna av en rad olika avläsningsmetoder. Pollenanalyser ger till exempel information om den vegetation som vuxit på platsen.

## Skalbaggar är vittnen

Geoffrey Lemdahl har studerat såväl sjösediment som torv på olika platser i Europa, men utifrån ett lite annorlunda perspektiv. I de tusenåriga sedimenten har han nämligen funnit rester av gamla skalbaggar. Tro det eller ej, men dessa små baggar kan också översättas till klimathistoria.

Skalbaggar är växelvarma djur och är mycket beroende av den yttre temperaturen för att samla föda, leta partner och föröka sig. Olika arter trivs i olika temperaturer. I mikroskop artbestäms skalbaggsresterna från de olika sedimentlagren och därmed kan Geoffrey lista ut hur klimatet varit vid olika tider.

– Fördelen med skalbaggar är att de flyger av egen maskin. När klimatet blir sämre kan de fly undan och därför är de en mycket snabb indikation på en klimatförändring.

I långa tidsperspektiv ger skalbaggeanalyserna liknande resultat som till exempel pollenanalyser. Men skillnaden är att träd kan ta fler hundra år på sig att sprida sig till nya områden trots att klimatet varit gynnsamt. Insekter kan reagera snabbare och tar bara tiotalet år på sig att sprida sig till ett nytt område med trivsamt klimat.

## Jämför med dagens skalbaggar

Men hur vet man vilka temperaturintervall som de olika arterna trivs i? Ja, det är bara att jämföra med var skalbaggar

lever i dag. Det är nämligen så att de flesta arter som man hittar i sedimenten är exakt samma arter som lever i dag. Fler-talet arter har funnits så länge som tre eller fyra miljoner år på jorden, men flyttat runt. Ofta hittar man bara delar av skalbaggarna, en täckvinge eller kanske en halssköld. Men i mikroskop är det ändå möjligt att se vilken art det är.

Geoffrey Lemdahl har undersökt skalbaggsgreter från sjöar och åar i Sydsverige och jämfört dem med arter som hittats i England. Det har visat sig att under en viss period i samband med att den förra inlandsisen drog sig tillbaka, för ungefär 14 000 år sedan, rådde stora skillnader i klimat mellan England och Skåne.

– I England hittade man arter som i dag bara finns i Medelhavsområdet medan det i Skåne mest fanns arktiska skalbaggsgreter. De regionala skillnaderna i klimatet var då betydligt större jämfört med i dag.

Genom att lära sig mer om hur klimatet förändrades när istiden övergick till värmeperiod kan vi också lära oss mer om vilka mekanismer som orsakade klimatsvängningen.

– Men det här är väldigt komplext och det är många olika saker som påverkar hur klimatet ser ut, bland annat solinstrålning, atmosfärens sammansättning, markens beskaffenheter, moln och havsströmmar. Det svåra är att se vad som är naturliga variationer och vad vi människor har orsakat, säger Geoffrey Lemdahl.

**I mikroskop jämförs skalbaggsgreter som hittats i sedimentlager med nutida skalbaggar och kan på så sätt artbestämmas.**



# SKB studerar klimat i forntid och framtid

**Gnistrande solsken eller bitande kyla. Ja, att vi människor påverkas av klimatet är ganska uppenbart. Men även djupt ner i berggrunden har klimatet stor betydelse – inte minst för ett slutförvar för använt kärnbränsle. SKB tar därför hjälp av naturens egna arkiv för att lära sig mer om klimat i forntid och framtid.**

Text Anna Wahlstéen Foto Cecilia Näslund

**K**limatet har under senare år fått oerhört stor uppmärksamhet i samband med att den globala uppvärmningen tagit en säker plats på agendan världen över. För SKB startade intresset långt innan de stora rubrikerna formulerades i tidningarna.

Klimatet har nämligen betydelse när radioaktivt avfall ska slutförvaras i berggrunden. I analysen av den långsiktiga säkerheten för såväl det befintliga slutförvaret för radioaktivt driftavfall i Forsmark som för det framtida slutförvaret för använt kärnbränsle är det förhållandena på markytan som ger grundförutsättningarna.

– Det är inte temperaturen och nederbörden i sig som har betydelse utan snarare de indirekta effekterna som klimatet orsakar, säger Jens-Ove Näslund som är SKB:s klimatexpert.

Vid exempelvis omslag till kyligare klimat kan inlandsisar växa till och permafrost breda ut sig över stora områden. Det påverkar i sin tur grundvattenflöden och vattnets kemiska sammansättning nere i berget. När en inlandsis växer eller drar sig tillbaka ökar antalet jordskalv periodvis, något som också skulle kunna påverka slutförvaret. Effekterna av dessa och andra indirekta klimatprocesser studeras därför i SKB:s säkerhetsanalyser.

## Naturen hjälper till med kunskap

För att se hur klimatet varierat genom tiden använder SKB bland annat naturens egna kunskapsarkiv. Ett viktigt arkiv för den pågående säkerhetsanalysen har hämtats från en sjö i Sokli i norra Finland. I samarbete med Stockholms universitet har sediment från sjön analyserats. Genom att studera pollenkorn och insektsfossil i de olika lagren av sedi-

ment kan forskarna få reda på vilka växter och insekter som levt vid en viss tidpunkt och utifrån det dra slutsatser om hur klimatet varierat.

– För Skandinavien är det här ett unikt klimatarkiv som går tillbaka hela 130 000 år i tiden, säger Jens-Ove Näslund.

I Sverige har vi relativt få kvartärgeologiska lämningar äldre än 12 000 år, alltså innan den senaste inlandsisen drog sig tillbaka. Det finska klimatarkivet motsvarar i princip en hel naturlig istidsperiod.

## Grönlandsisen ger svar

Nyligen har också initiativ tagits till ett forskningsprojekt på Grönland där SKB, tillsammans med motsvarande organisationer i Finland, Kanada och Storbritannien, vill ta reda på hur en befintlig inlandsis påverkar grundvatten, berggrunden och landskapet framför isen. Det ger kunskap som sedan kan användas för att bättre förstå och analysera hur en framtida inlandsis kan komma att påverka ett slutförvar för använt kärnbränsle.

– Våra forskningsresultat sprids även till andra forskare. Den kunskap som vi får fram om forntida och framtida klimat är direkt tillämpbar inom den allmänna klimatforskningen, för att till exempel bättre förstå effekten av den globala uppvärmningen, säger Jens-Ove Näslund.



# Utdrag ur naturens klimatarkiv

## Takdropp i 7 000 år

Länge var forskarna tveksamma till om klimatvariationerna som vi upplevde här i norr också var märkbara på den afrikanska kontinenten. Tack vare droppstenar i kalkstensgrottor kan nu tveksamheterna suddas ut.

När vatten från markytan sipprar ner i grottan faller kalk ut och gör att droppstenarna växer – sakta men säkert, lager för lager. Genom att analysera sammansättningen av stabila syre- och kolisotoper finner man att de olika lagren i droppstenarna speglar förändringar i vegetation, nederbörd och temperatur. Droppstenarnas lager avsätts årligen och lagertjockleken bestäms av nederbörden. Tack vare de radioaktiva spårämnen uran och torium, som lagras inne i droppstenarna, kan forskarna bestämma när spårämnen fångades in och droppstenarnas årsringar kan därmed dateras.

Svenska forskare har hittat en droppsten i en kalkstensgrotta i Sydafrika som vuxit kontinuerligt under 7 000 år. Den visar att "lilla istiden" som var mycket tydlig på våra breddgrader mellan åren 1350 och 1800, också påverkade klimatet och växtligheten på den afrikanska kontinenten. Samma sak gäller den värmeperiod som härskade hos oss under slutet av vikingatiden och in på medeltiden.

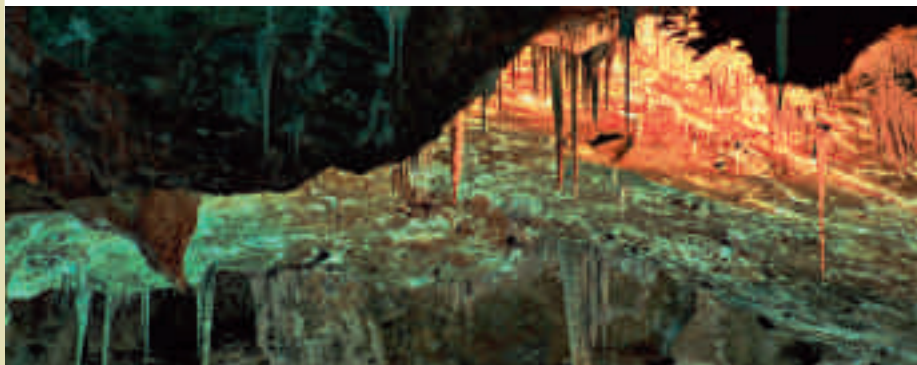


Foto: Photo 24/BrandXpictures

## Årsringar avslöjar historisk torka

Träd växer – men inte alltid lika mycket. Det är något man drar nytta av inom dendroklimatologi. Där studeras gångna tiders klimat med hjälp av trädens årsringar. Träd som växer producerar en ny årsring varje sommar. Klimatet påverkar trädens tillväxt och årsringarnas bredd kan därmed avslöja när missväxtår, torka eller vulkanutbrott har inträffat. Genom att mäta till exempel tjocklek, hårdhet eller kemisk sammansättning i årsringarna kan man bygga upp långa serier som visar hur klimatet varierat. Tallen är mycket känslig för temperaturvariationer vilket gör den särskilt lämpad för klimatstudier. I Sverige kan vi med hjälp av nu levande träd följa klimatet cirka 500 år bakåt i tiden. Men genom att titta på gammal död ved som bevarats i t ex sjöar kan man komma betydligt längre tillbaka.

I en klassisk dendroklimatologisk undersökning påvisades i sydvästra USA en 24-årig torrperiod i slutet av 1200-talet, vilken av somliga forskare satts i samband med den indianska pueblokulturens nedgång.

## Pionjär upptäckte istiden på 1800-talet

I dag vet vi att klimatet varierar mellan varmt och kallt. Men det har inte alltid varit en självklarhet. En av de första vetenskapsmännen som presenterade idéer om att norra halvklotet en gång varit täckt av tjock landis, var den schweizisk-amerikanske naturforskaren Louis Agassiz som levde 1807–1873.

När han studerade Alpernas glaciärer fann han spår efter isar som både brett ut sig och dragit sig tillbaka. 1837 lade han för första gången fram sina idéer om gångna istider. Teorin ansågs som alltför spekulativ och väckte starkt motstånd. Det var först på 1870-talet som den blev allmänt accepterad av geologerna.



Louis Agassiz, Wikipedia





Foto Jens-Ove Näslund

## Frusna klimatdata

Iskärnor från inlandsisarna i Antarktis och på Grönland utgör ett gigantiskt och förhållandevis detaljerat klimatarkiv. Isarna bildas när snö faller ner och pressas samman till is. Genom att borra ner i isen tar forskarna upp iskärnor som berättar om klimatet 100 000-tals år bakåt i tiden. Små instängda luftbubblor i isen ger forskarna möjlighet att analysera den forntida atmosfären medan lufttemperaturen bestäms genom att mäta syreisotoper i isen.

På östantarktiska platån har europeiska forskare, däribland svenska, lyckats med konststycket att få upp en 3 200 meter lång iskärna. Den ger kontinuerlig information om bland annat temperatur, nederbörd och cirkulationsförändringar 740 000 år tillbaka i tiden. Bland annat visar den att jorden under den här perioden genomgått åtta klimatcykler innehållande en istid och en värmeperiod och att övergångarna från kallt till mildt klimat skett på ett likartat sätt varje gång.

## Druvskörd visar sommar-temperatur

Det var först på 1800-talet som man började göra väderobservationer. Nyhetstidningar, reseskildringar och andra skriftliga dokument kan också ge information om väder och vind. Till exempel kan Carl von Linnés skildringar ge ypperliga bevis för hur vädret har varit på de platser han besökt. Bönders anteckningar om när skördetider inträffat eller när man släppte ut djuren på sommarbete kan också ge svar på hur klimatet varit. Till exempel har forskare använt sig av historiska datum för vindruvsskördar för att rekonstruera sommar-temperaturer i Paris från 1370 till 1879.



Foto Imagebroker

## Långtids-arkiv på havets botten

Liksom i sjöar avlagras sediment även på havsbotten. Skillnaden är att borrhärnor från djuphavssediment innehåller ett kontinuerligt arkiv över jordens klimat under mycket lång tid, upp till 180 miljoner år tillbaka. I havssedimenten som nu är förstenade till berg hittar forskarna spår av istider som kommit och gått under den här tiden. När isen breddade ut sig frös sand och grus fast vid iskanten och när isen började smälta föll materialet ner på havsbotten. I borrhärnor från havssedimenten kan vi därför se hur långt de olika packisbältena sträckte sig innan de drog sig tillbaka.



Foto StockByte



# Forsmarks unga landskap gömmer inga klimatarkiv

Text Moa Lillhonga-Åberg Foto Lasse Modin

**När vi talar om klimatarkiv i ett geologiskt perspektiv handlar det om mycket långa tidsperioder. Under de senaste 2,5 miljoner åren har klimatet kännetecknats av, vad geologer kallar snabba klimatförändringar. Det har varit kallt och varmt om vartannat – mest kallt. Forsmarksområdet, ”avisades” för cirka 10 800 år sedan och började dyka upp ur havet runt tiden för Kristi födelse. På den korta tiden bygger landskapet inga långa klimatarkiv.**

Ett så ungt landskap som Forsmark är däremot i stark förändring, som ungdomar brukar vara. Dessutom går förändringen fort, hur fort har vi bett Anna Hedenström förklara. Hon är kvartärgeolog vid Sveriges geologiska undersökning och ledde undersökningarna om jordlagren vid platsundersökningen för ett eventuellt slutförvar för använt kärnbränsle.

– Runt tiden för Kristi födelse kom området runt Forsmarks bruk upp ur havet, säger hon. Det område som vi kallar kandidatområdet, det vill säga det område som undersökts för ett slutförvar, bildas fortfarande i snabb takt och dök upp så sent som för cirka 800 år sedan. Snabb landhöjning i kombination med den platta markytan i Forsmark gör att nya landtytor bildas väldigt snabbt.

## Spår i sedimenten

Så ska man leta efter gamla jordlager i Forsmark så får man leta i sjöarna eller på havsbotten där sedimenten ofta lagras i tjocka packar. Det är precis vad som gjorts under platsundersökningen. Titta på bilden på leran! Längst till vänster ses sediment som bildades i närheten av den smältande inlandsisen vid Forsmark för 10 800 år sedan. Ett ljus och ett mörkt lager bildar

tillsammans ett varv, ungefär som en årsring. Om man räknar varven blir det 17 års sedimentation som ryms i den 30 centimeter långa sedimentkärnan.

Provet har tagits från Kallrigafjärdens botten med en handdriven så kallad ryssborr. Det gjordes vintertid från isen och upp från botten kom ”årsringar”. Längst ner i botten av sedimentpacken finns den första ringen eller årsvarvet som alltså bildades för 10 800 år sedan.

– Vi har däremot inte gjort några klimatstudier i Forsmark, säger Anna Hedenström. Det handlar om för korta tidsperioder.

Det visar bland annat en jämförelse med 130 000 år gamla sediment från norra Finland – se artikel om SKB:s klimatforskning på sidan 5.





## Sjöars födelse och död i Forsmark



Anna Hedenström, kvartärgeolog vid SGU, har lett undersökningarna om jordlagren i Forsmark.

|                       | Blev sjö   | Blir våtmark |
|-----------------------|------------|--------------|
| Labboträsket          | 1400-talet | 2200-talet   |
| Gunnarsbo-Lillfjärden | 1700-talet | 2900-talet   |
| Gunnarsboträsket      | 1100-talet | 2900-talet   |
| Eckarfjärden          | 1200-talet | 7100-talet   |
| Stocksjön             | 1500-talet | 2400-talet   |
| Kungsträsket          | 1600-talet | 2200-talet   |
| Gällsboträsket        | 1700-talet | 2500-talet   |
| Fräkengropen          | 1800-talet | 2200-talet   |
| Vambörsfjärden        | 1800-talet | 3000-talet   |
| Graven                | 1900-talet | 2500-talet   |
| Puttan                | 1900-talet | 3200-talet   |
| Norra Bassängen       | 1900-talet | 3400-talet   |
| Bolundsfjärden        | 1900-talet | 7600-talet   |
| Tallsundet            | 2000-talet | 2600-talet   |
| Lillfjärden           | 2000-talet | 3700-talet   |
| Bredviken             | 2000-talet | 5900-talet   |
| Simpviken             | 2000-talet | 2200-talet   |
| Märrbadet             | 2000-talet | 2300-talet   |
| Fiskarfjärden         | 1900-talet | 7600-talet   |



Foto: Alf Sevastik

Vinter i Forsmark. Här borrar Anna Hedenström och Jonas Ising efter sediment från gamla tider på Kallrigafjärdens botten. Den sedimentkärna de tog upp är ungefär 10 800 år gammal.



0 0,25 0,5 1 Kilometer  
2008-04-02, 17:13 © Lantmäteriet

Sjöar i Forsmarksområdet. Några av dem bildades alldeles nyligen och eftersom många av dem är mycket grunda är de sjöar under kort tid. Andra har längre livstider. Bolundsfjärden och Fiskarfjärden är de sjöar vi får ha kvar längst – 5 600 år till.



# Fröken Cecilias känsla för vatten

Text Moa Lillhonga-Åberg Foto Lasse Modin

**Fröken Cecilia Berg har en alldeles särskild känsla för vatten. Det har hon haft sedan 2003 då hon började undersöka vattnet i Forsmark. I dag är hon uppe i många tusen antal vattenanalyser. Dels både tar och analyserar hon själv proverna, dels skickar hon dem runt världen för avancerade analyser. Långtidsprovtagningarna fortsätter, åtminstone hela 2009 och självklart ännu längre om Forsmark väljs som plats för slutförvaret för använt kärnbränsle.**

## Varför springer du runt med hundratal provflaskor hela tiden?

–Det är mitt jobb att bevaka vattensammansättningen i Forsmark. Jag ansvarar för de tidskritiska vattenanalyserna vid platsundersökningen. I väntan på ett beslut om platsval fortsätter provtagningarna och även om vi minskat antalet prover så tas fortfarande väldigt många.

## Berätta!

–Till exempel tar vi cirka åtta prover varje månad från sjöar, hav och andra vattendrag. På dem görs minst ett 30-tal analyser. Var fjärde månad gör vi lika många analyser på prover från sex jordrör och två gånger om året provtar vi hammar- och kärnborrhål. Vi analyserar det mesta. Exempelvis pH-värde, salthalter, mineralämnen, metaller, isotoper och så vidare.

## Det betyder jobb utomhus i alla väder?

–Delvis, men också mycket jobb i labbvagnen med alla analyser och vid datorn med kvalitetsgranskning. Jag är numera inte lika ofta ute i fält som under platsundersökningens mest intensiva skede.

## Du går stelt – har du skadat dig i jobbet?

–Nej, men med jobbet på inbandyplanen! Man kan säga att jag ville springa fortare än benen klarade av. Resultaten blev en spricka i en kota men den håller på att läka.

## Bäst med jobbet?

–Att få lära sig så mycket av alla andra i projektet. Platsundersökningen är ju ett

stort projekt och det känns skönt att ha varit med på den långa resan. Det ger självförtroende när man vet hur noggrant undersökningen gjorts. Jag känner mig trygg i min roll när jag utanför jobbet pratar om vad jag gör och varför.

## Och sämst?

–Det kan bli lite ensamt med alla provflaskor i labbvagnen ... Det är roligast att jobba med folk omkring sig.

## När du inte jobbar åt SKB?

–Då ägnar jag mig åt andra uppdrag för min arbetsgivare Geosigma. Det kan vara markundersökningar då jag letar efter

eventuella föroreningar. Nyligen har jag gjort en PCB-inventering i olika fastigheter över stora delar av Norrland.

## Vad tror du dina arbetskamrater säger om dig?

–Att jag är bra på att baka! Nä, jag tror att de tycker att jag är ganska pålitlig, jag gör det jag blir satt att göra. Dessutom är jag bra på att hålla god min och är nästan aldrig sur. Fast när jag slutligen briserar så träffar smällen inte alltid rätt.

## Vad gör du om tio år?

–Då har jag ett roligt och spännande arbete som också innebär en längre resa då och då. Jag har gärna familj och jag bor i ett hus nära skogen.

*Vi förklarar:* Rubriksättaren har inspirerats av danske författaren Peter Høegs succéroman Fröken Smillas känsla för snö. Den har också blivit film.

Med tidskritiska vattenanalyser menar vi att proverna måste analyseras inom en viss tid, i det här fallet 24 timmar.

## Om Cecilia

**Namn:** Cecilia Berg.

**Ålder:** 30 år.

**Uppvuxen:** I Österbybruk och i byn Strömsbro mellan Österbybruk och Forsmark.

**Yrke:** Miljökonsult.

**Familj:** Mamma Marianne Berg, pappa Bengt-Ola Berg i Strömsbro en mil från Forsmark, storebror Mattias med sambo Malin Lundberg och lillebror Daniel.

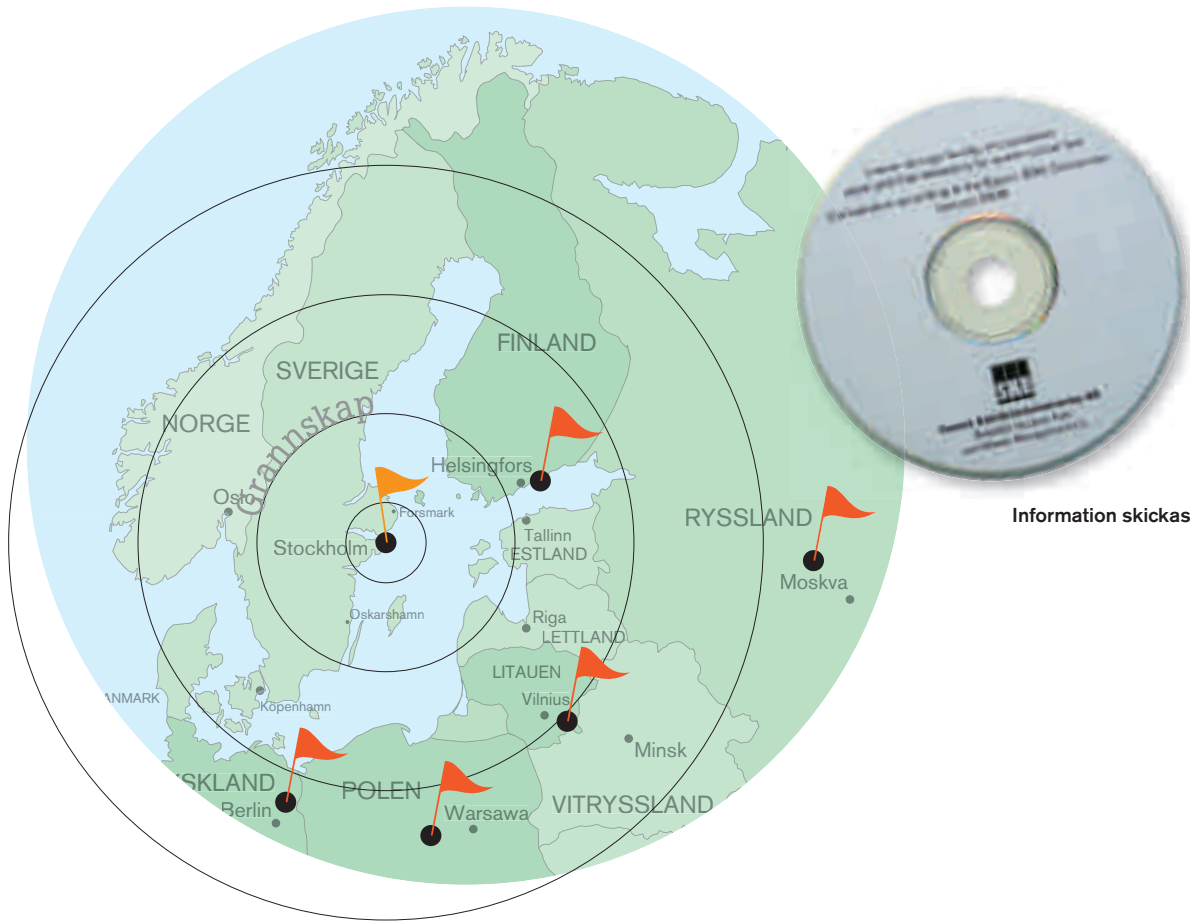
**Bosatt:** I lägenhet i Uppsala.

**Bakgrund:** Magisterexamen i evolutionär genetik vid Institutionen för evolutionsbiologi vid Uppsala universitet. "Jag har blandat grön och vit biologi, det vill säga ekologi blandat med DNA. Jag har både studerat hur arter lever och hur deras arvs massa förs vidare."

**Gör nu:** Anställd på Geosigma. Jobbar kvar i Forsmark som kemist med långtidsprovtagningar på platsundersökningen för ett eventuellt slutförvar för använt kärnbränsle. Är också engagerad i vattenprovtagningar för SFR:s utbyggnad och i platsens ytekologi. En fjärdedel av sin arbetstid ägnar hon åt uppdrag som inte är kopplade till SKB.

**Dessutom:** Gillar att handarbeta, just nu mest stickning. Populär i fikarummet, är nämligen en hejare på att baka. Bland andra bakverk bakar hon bullar och byter dem mot mamas köttbullar.

FAKTA



Information skickas numera på cd.

# Samråd över gränserna

Text Moa Lillhonga-Åberg

**Ett slutförvar för använt kärnbränsle kan ha påverkan på miljön utanför Sveriges gränser. Därför är SKB skyldigt att samråda med grannländerna. Inbjudan gick till alla Östersjöländer, fem har tackat ja till samråd. Tre nöjer sig med information.**



Lars Birgersson

Lars Birgersson, konsult i samrådsfrågor på SKB, berättar att grunden till samråd över gränser har lagts i Esbokonventionen. Den trädde i kraft 1997 och stipulerar att om en verksamhet kan ha gränsöverskridande miljöpåverkan, så måste man samråda med grannländerna.

– Alla kontakter med grannländerna sker via Naturvårdsverket. När det gäller ett slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark eller Oskarshamn så beslutade man att det var till länderna runt Östersjön som inbjudan om samråd skulle gå. Om den långsiktiga säkerheten brister så är det i Östersjön radionuklider skulle kunna spridas.

## Information 2005

Den första informationen gick ut redan 2005 med en fråga till länderna: Vill de delta i samrådsprocessen?

Finland, inklusive Ålands landskapsstyrelse, Ryssland, Polen, Litauen och Tyskland tackade ja till samråd. Danmark,

Estland och Lettland nöjde sig med information i frågan.

– Nästa steg tog vi i februari i år då vi skickade ut ett omfattande material till de fem länder som tackat ja till samråd, berättar Lars Birgersson. Övriga tre länder fick samma material för kännedom. Nya tider kräver nya metoder så allt material samlades på en cd-skiva.

Reaktioner på materialet kom från fyra länder, dock inte Ryssland. Svaren uttryckte bland annat farhågor om risker för spridning av radionuklider och för vad en flygplanskrasch skulle kunna leda till. Vidare framfördes önskemål om ett samrådsmöte då miljökonsekvensbeskrivningen – MKB – är klar och då mer information om slutförvarets långsiktiga säkerhet finns framme.

## Nytt material 2010

Nästa informationspaket skickas ut 2010 och ett samrådsmöte kan komma att hållas 2011. Varje land avgör vilka instanser, myndigheter och organisationer som ska få delta i processen. Tyskland till exempel låter delstaten Mecklenburg-Pommern ha synpunkter, medan Finland skickar frågan vidare till bland annat Åland och Västra Finlands län.



**Kärnbränsle 2012**

Enligt de senaste uppgifterna från SKB är det förväntade kärnbränslet för 2012 1,1 miljoner ton. Detta innebär att kärnbränslet för 2012 kommer att vara 1,1 miljoner ton. Detta innebär att kärnbränslet för 2012 kommer att vara 1,1 miljoner ton.



**Detta har utretts**

I denna rapport behandlar Östhammars kommun och den kommunstyrelse för läshörning av ett slutförvar av ett kärnbränsle i ett område i den kommunen som är skild från den kommunen.

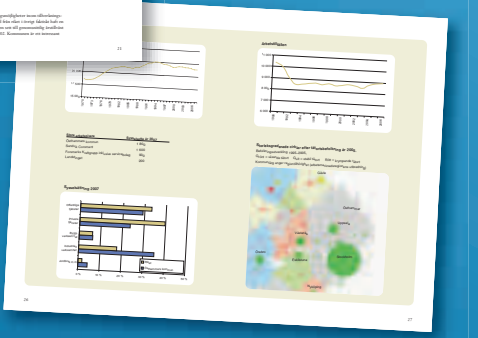


# Kärnfrågor för Östhammars kommun

Hur påverkar en etablering av ett slutförvar för använt kärnbränsle ett samhälle? Vad sker med det lokala samhället? Vad händer i regionen? Vad innebär ett så stort och långvarigt projekt för inflyttning, arbetsmarknad, turistnäring eller för bilden av samhället?

SKB har, i samråd med Östhammars kommun, låtit utreda hur ett slutförvar skulle påverka olika samhällsområden. Nu har utredningarna sammanfattats i boken Kärnfrågor i Östhammars kommun.

Boken – med ett rikt bildmaterial – kan kostnadsfritt beställas på lagerbladet@skb.se eller per telefon 0173-883 82 Moa Lillhonga-Åberg.



# NÅGRA RADER OM ■■■

**... stöldskydd.** I tidningen Forskning och Framsteg 8 oktober 2008 säger Robert Finck, utredare på Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM), att det läggs stora resurser på att stöldskydda radioaktivt material vid kärntekniska anläggningar, men på sjukhus, industrier och universitet är säkerhetsreglerna däremot bristfälliga. Separata föreskrifter styr hantering av kärnbränsle och strålkällor. SSM lovar ta tag i detta.

I Lagerbladet Östhammar nr 1 2008 skriver vi om radioaktivt material som inte kommer från kärnkraftsindustrin. [www.skb.se/lagerbladet](http://www.skb.se/lagerbladet) under Tidigare nummer.



**... gamla kartan** i förra Lagerbladet där det rådde tveksamhet om kartans ursprung. Snabbt besked fick redaktionen på vår undran: Förra stadsarkitekten i Östhammars kommun, Carl-Eric Nohldén, numera bosatt i Uppsala, mejlade att kartan är från 1680 enligt ett originalstick av Vplandia. Tack för den upplysningen!



**... Ungern.** Första etappen av Ungerns motsvarighet till SFR i Forsmark, slutförvar för radioaktivt driftavfall, är klar. I oktober invigdes första etappen i Bataapati, 180 kilometer sydväst om Budapest. Lagerbladet besökte platsen 2006. Läs mer på [www.skb.se/lagerbladet](http://www.skb.se/lagerbladet) under Hur gör andra länder.



**... utländsk press.** I oktober uppmärksammades SKB i den indiska tidningen Times of India under rubriken "Sweden offers a lesson in handling nuclear waste" (Sverige ger en lektion i hur kärnavfall hanteras). I artikeln intervjuas bland annat SKB:s vd Claes Thegerström. Times of India intervjuar också Mikael Åkman, informatör på Forsmarks Kraftgrupp (FKA) och guide i SFR i Forsmark. Tidningen är en av Indiens största tidningar, tillika världens största engelskspråkiga tidning, och artikeln om Sverige skrevs med anledning av att Indien planerar en kraftig utbyggnad av kärnkraften i samarbete med USA och därmed aktualiseras även behovet av förvaring av radioaktivt avfall. Läs hela artikeln på [www.skb.se](http://www.skb.se)



## Ett ögonblick ...

*Linda Nyberg, journalist och programledare för SVT:s Vetenskapsmagasinet.*

**Vetenskapsmagasinet den 26 november handlade delvis om de geologiska förhållandena i Forsmark. Det är hemmaplan för dig, Linda Nyberg?**

– Ja, det är verkligen hemmaplan. Jag och min familj, pappa Jack, mamma Margareta och fem bröder flyttade från Uppsala till Östhammar 1979. Ett av mina första minnen var från Krutuddens badplats i Östhammar där jag gick i simskola på sommaren. I själva Forsmark, jobbade jag en sommar som bruksguide och serverade på vårdshuset i slutet på 80-talet. Ett härligt sommarjobb i en fantastisk bruksmiljö!

**Du började din journalistbana redan som tonåring då du praktiserade på UNT:s redaktion i Östhammar? Minns du ditt första jobb?**

– Journalist var något som jag ville bli och jag "pryade" tidigt hos Roine Svensson – lokalredaktör på UNT i Östhammar. Det var en liten men mycket effektiv redaktion, och jag fick till och med skriva artiklar till tidningen. Min första artikel, som jag faktiskt fick mitt första arvode för, handlade om då jag fick träffa USA:s förre president Jimmy Carter och hans fru när de var på Sverigebesök 1980. Det var pappa som ordnade det mötet eftersom han jobbat i Washington.

... **omvända roller.** Den minnesgode drog på munnen när medierna beskrev miljöminister Andreas Carlgrens (c) besök hos SKB i november. Unga socialdemokrater mot kärnkraften ville då lämna en kofta och en styrstav till ministern i protest mot centerpartiets kärnkraftspolitik. Vi som drog på munnen åt upp- och nervända världen var vi som var med redan på 70-talet då Andreas Carlgren stod på barrikaderna mot kärnkraft och protesterade mot socialdemokraternas kärnkraftspolitik.

Under besöket i Forsmark talade miljöministern om försoning och samarbete så att avfallsfrågan kan lösas. På bilden guidas han i underjorden i Forsmark av platschef Kaj Ahlbom.



Foto: Inger Nordholm

## »Stigma-attityder är lika ovanliga i Oskarshamns och Östhammars kommuner som de är vanliga i resten av landet.«

Ur Lennart Sjöbergs rapport 2006 om opinion och attityder: Medför ett slutförvar stigmatisering av orten?

### Numera bor du i Stockholmstrakten. Har du fortfarande anledning att hälsa på i Östhammar?

– Min mamma bor kvar i Östhammar, pappa har gått bort. Sommartid är jag på en ö cirka tre mil från Öregrund där släkten har ett gammalt skärgårdshemman som vi haft i generationer på min mormors sida – så jag känner mig som en rospigg på flera sätt!

### Var det något du fann särskilt intressant när du och TV-teamet besökte platsundersökningen i Forsmark?

– Vi var där framför allt för att titta på hur det ser ut där slutförvaret kanske ska byggas. Programmet vi gjorde fokuserade dels på solenergi som är på frammarsch, dels på kärnkraftavfalllets slutförvaring. Vi gjorde reportage både i Forsmark och i Oskarshamn. Det var mycket spännande att höra om planerna och se exakt den plats där slutförvaret kan placeras, även om det i dag bara är ett vidsträckt vilt skogsområde vid havet.

### Var firar du och din familj jul?

– Vartannat år gäller Östhammar men i år firas julafton hemma i Sollentuna. Min familj och mina bröder med familjer träffas i mellandagarna. Vi syskon har tillsammans elva barn – äldsta är 7 år och det yngsta kommer vara ett par dagar bara, föds dagarna före jul så det ser jag ser verkligen fram emot!

Vetenskapsmagasinet (del 6 av 10) från den 26 november kan ses på webben. [www.svt.se/vetenskap](http://www.svt.se/vetenskap)



## Vi frågar:

Var vädret bättre förr?

(Se klimat-reportage på sidorna 3–9)

**B-E Jonasson, Östhammar**



– Vädret? Vad ska jag göra åt det? Och varför skulle jag lägga vädret på minnet? Nä, det är bara att ta det som det kommer, dag för dag.



**Samran Laothongsan, Skogsängen mellan Börstil och Uppskedika**

– Ja, om man tänker på att jag tidigare bodde i Thailand! Men jag tycker om det svenska vädret, det passar mig bra. Jag längtar efter snö, det såg jag aldrig i Thailand fast det finns högt uppe i bergen.



**Susanne Jansson med Johannes, 6 år, och Joel, 6 månader, Östhammar**

– Nej, det tror jag inte. Vädret duger för min del precis som det är. Jag gillar både snö och värme. Det gäller att ta tillvara de dagar då vädret är fint, helt enkelt.

# Unik maskin deponerar använt kärnbränsle

Text Moa Lillhonga-Åberg Foto Lasse Modin

**Ett slutförvar för använt kärnbränsle kräver en mycket speciell maskinpark. Den finns inte i dag utan måste tas fram av SKB – konstrueras, byggas, prövas, justeras och prövas igen i god tid innan ett slutförvar kan tas i drift. En av dem som är med och tar fram maskinparken är Bo Nirvin från Östhammar, SKB-medarbetare i över tjugo år.**

Bo Nirvin är biträdande projektledare för SKB:s maskinutvecklingsgrupp som består av en handfull experter. Han var med redan på 80-talet och tog fram SKB:s första deponeringsmaskiner, bland annat "Skalman" som transporterar radioaktivt avfall i SFR – slutförvaret för radioaktivt driftavfall – i Forsmark.

Nu är det dags för nästa förvars deponeringsmaskiner, bland annat den som ska placera kopparkapslar med använt kärnbränsle i trånga borrhål i ett framtida slutförvar i Forsmark eller Oskarshamn.

–Konstruktionsarbetet är riktigt roligt, rena pojkleken men en lek med mycket allvar, säger Bo Nirvin som annars i huvudsak ägnar sig åt internationella frågor genom sitt arbete i SKB:s dotterbolag SKB International Consultants – SKB IC.

## Generalrepetition

Deponeringsmaskinen har en viktig roll i den generalrepetition som pågår för fullt i SKB:s underjordiska laboratorium – Äspölaboratoriet utanför Oskarshamn. Att pröva maskiner och teknik i verklig miljö är oerhört viktigt.

– Det måste också göras i tid, säger Bo Nirvin. När vi går in med ansökan om att få bygga ett slutförvar så måste vi också

kunna visa hur deponeringen fungerar. Dessutom är deponeringsmaskinen bara den första av flera specialfordon och –maskiner som behövs i ett slutförvar.

## Trånga utrymmen

SKB:s metod för att ta hand om det använda kärnbränslet går i korthet ut på att kapsla in bränslet i koppar och bädda in det i lera i deponeringshål på ungefär 500 meters djup i berget.

En kopparkapsel är nästan fem meter lång, har en diameter på drygt en meter och väger upp till 27 ton när den är fylld med använt radioaktivt kärnbränsle. Kapseln är med andra ord inte särskilt lätt

*»En pojklek på allvar«*

att hantera. Speciellt inte i sådana trånga utrymmen som det är fråga om i ett slutförvar.

–Därför är det viktigt att alla maskiner i slutförvaret görs tillräckligt små eftersom deras dimensioner inte ska behöva



avgöra hur stora tunnarna i slutförvaret blir, påpekar Bo Nirvin.

SKB:s maskinutvecklingsgrupp har också ambitionen att i så hög utsträckning som möjligt använda sig av beprövad teknik och standardprodukter som sätts ihop – och ibland modifieras – till specialkonstruktioner. Det underlättar framtida underhåll och sänker kostnaderna.

## Förlös drift

I slutförvaret ska både manövreringen i tunnarna och deponeringen av kapslarna vara automatiserade. Trots att maskinen har en förarhytt behövs alltså ingen förare. Navigationssystemet är utvecklat av det finska företaget Navitec Systems Oy, som har specialiserat sig på system för navigering och positionering hos arbetsfordon av olika slag.





Bo Nirvin med skisser på den nya deponeringsmaskinen. Det är en bastant konstruktion som det tyska företaget Herbst Spezialfahrzeugbau und Bergwerkmaschinen GmbH har byggt åt SKB. Drygt fyra meter hög, tre meter bred, 14 meter lång och 75 ton tung (100 ton med last). Målet är att maskinen ska deponera 200 kapslar per år.

Deponeringsmaskinen ska navigera sig fram till rätt deponeringshål i tunneln. Det gäller alltså att ha ett system som både klarar av navigationsdelen och precisionsarbetet med att få ner kapseln i deponeringshålet.

– Navigeringen i tunneln sker med samma typ av laserbaserade styrsystem som används för olika typer av gruvfordon. Systemet läser av tunnelnans konturer, lär sig rutten och kan därefter köra självständigt i tunneln. All logik finns inbyggd i maskinen och fordonet övervakas via ett trådlöst säkerhetsnätverk, berättar Bo Nirvin.

#### Låg hastighet

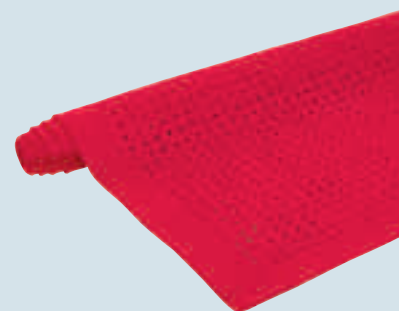
Eftersom det rör sig om kärnteknisk verksamhet är naturligtvis kraven på säkerhet extra höga. Hastigheten är begränsad till

fem kilometer i timmen för att fordonet ska kunna stanna på mindre bromssträcka än en meter om något oförutsett skulle inträffa i dess färdväg. All hantering sker dessutom helt strålskärmad. Trots att maskinen är obemannad under drift är strålskärmningen oerhört viktig. Det ska vara möjligt för operatörerna att under deponeringen gå fram till maskinen och utföra eventuella reparationer och justeringar.

Noggranna tester ska nu genomföras i Äspölaboratoriet. Deponeringsmaskinen kommer att utsättas för en rad olika driftstörningar. Under testerna arbetar man bara med attrapper – något använt kärnbränsle kommer inte att finnas i Äspölaboratoriet.

## Grattis till vinsten!

*I förra Lagerbladet uppmanade vi våra läsare att räkna webb-symboler.*



#### En grann bordslöpare skickar vi lagom till jul till:

Anna-Lisa Strömberg, Östhammar  
Maritta Tingelöf, Hållnäs  
Elsa Eliasson, Mörrum  
Dick Jansson, Gimo  
Britt-Marie Peters, Stenskär

#### Lagerbladets egen musmatta med havsmotiv skickar vi till:

Lars-Göran Ahlström, Gävle  
Barbro Nilsson, Laisvall  
Anders Karlsson, Österbybruk  
Kajsa Sundbom, Sundbyberg  
Per-Olof Johansson, Norrtälje

*Vi gratulerar vinnarna!*



# Försening blev räddning för borttält

**Vilken tur i oturen – vi hann inte få upp tältet på piren i Forsmarks hamn i tid!  
Därmed räddades sannolikt tältet från att blåsa i sjön när orkanen slog till i slutet av november och det blåste minst 39 meter i sekunden i vindbyarna!**

Text Moa Lillhonga-Åberg Foto Lasse Modin

Det konstaterar Niklas Heneryd, delprojektledare för undersökningarna inför en utbyggnad av SFR – slutförvaret för radioaktivt driftavfall – i Forsmark.

Småblåst under de sista veckorna i november gjorde att tältuppsättningen sinkades, till vår förtret som senare förvandlades till lättnad. Hade vi lyckats med att få upp tältet hade det sannolikt försvunnit ut till havs som ett jättesegel när orkanen slog till. Tältet är nämligen inte vilket campingtält som helst utan nästan åtta meter högt och 270 kvadratmeter stort. Det ska hålla för en vind på cirka 25 sekundmeter men knappast för en orkan.

Tältet är placerat längst ute på piren i Forsmarks hamn och alltså mycket utsatt för vindar från havet. Tältet kom upp till advent och borrningarna avslutas i dagarna. Då har undersökningens sjätte, längsta och sista kärnborrhål från markytan borrats klart. Nu fortsätter undersökningarna i borrhålen och en utvärdering påbörjas.

– Hittills har vi inte sett något avvikande i borrhålen utan berget ser ut som vi förväntat oss, säger Niklas Heneryd. Den bild som framkommit stämmer väl med vår sprickzonsmodell.

SFR togs i bruk 1988 för att hysa radioaktivt driftavfall från kärnkraftverken och

till en mindre del från sjukhus och industrier. Nu behöver förvaret byggas ut för att kunna möta förvarskraven från de kärnkraftverk som planeras att rivras. Ett utbyggt förvar planeras att tas i drift år 2020.

I vår går undersökningarna under jord, det vill säga ner i nuvarande förvar 50 meter under havsbotten. Mellan påsk och midsommar genomförs borrningar nere i förvaret. Det sker med god säkerhetsmarginal till förvarsutrymmena, driften påverkas alltså inte. Däremot påverkas ordinarie besöksverksamhet – det blir uppehåll i guideverksamheten medan undersökningarna under jord pågår.



Nu står tältet på plats ute på hamnpiren i Forsmark, turligt nog försenat med tanke på novemberorkanen. Eller vi kanske måste helgardera oss – tältet stod i alla fall kvar när Lagerbladet gick i tryck ...

# FKF= Förkortnings- fnatt

Förkortningsfnatt är en svår sjuka som alla branscher lider av. Vi som jobbar med kärnavfallsfrågor tillhör de värsta.

Det är vi tvungna till – vem går omkring och slänger med uttryck som Kärnavfalls-säkerhetsbranschdelegationen för konsekvensutredningsprogrammet till exempel?

Vi på SKB är vana vid att ha förkortningsfnatt, det underlättar vardagen, skrivandet och rubriksättningen. Vi vet alla vad vi pratar om.

Men allmänheten då? Hur ska vanligt folk hänga med när det samtidigt är så viktigt att alla förstår och kan ta ställning till vad vi arbetar med?

Här kommer en chans att fördriva lata juldagar med att bringa reda i förkortningsfnattet. Vad står förkortningarna för? Alla svaren finns någonstans i Lagerbladet.

SGU

FKA

SSM

MKB

SFR

SKB  
IC

1. SGU.....

2. SSM.....

3. FKA.....

4. MKB.....

5. SFR.....

6. SKB IC.....

Vi lovar fina priser till fem vinnare. Skicka svaren på [lagerbladet@skb.se](mailto:lagerbladet@skb.se) (märk svaret Lagerbladet Östhammar) eller skicka det till SKB i Forsmark, Stora Asphällan 8, 742 94 Östhammar. **Svaren vill vi ha senast 15 februari.** Lycka till!

**Posttidning B**

Svensk Kärnbränslehantering AB,  
Box 250, 101 24 Stockholm

Foto Lasse Modin



Gott Nytt År  
önskar Lagerbladet

