

Kärnavfallsresan

-ett fokus på säkerhet och miljö



Kvalitativ
Kärnavfallsinformation
- KKI

Illustration:
Lasse Widlund

Innehåll

Förord	3
100 000 år i slutförvaret, men räcker det kanske med 500?	4
Vi och strålningen runt omkring oss	6
Är strålning farligt?	7
Det svenska systemet	8
KBS-3 – den svenska metoden	9
Det är skillnad på avfall och avfall	10
Varför just Forsmark?	12
Slutförvaret var ingen tävling – säkerheten var alltid prio ett	13
Kompetens nyckeln till demokratiprojektet	15
Vad tycker folk i Östhammar och Oskarshamn?	16
Från IAEA till EU och Sverige	17
Slutförvaret – ett jättepussel i flera dimensioner	18
Nästa gång: Tänk långsiktigt – låt avfallsfrågan vara med från början	20
Behövs ett slutförvar, kan man inte återanvända bränslet?	22



Förord

Det har varit en lång resa med många beslut och många, ofta heta, diskussioner kring svensk kärnkraft och hur det svenska kärnavfallet ska hanteras – och om hur hanteringen ska finansieras. Redan på 1940-talet togs de första stegen för att utforma en lagstiftning och ett regelverk kring olika aspekter som rör kärnteknik och strålskyddsfrågor i Sverige.

Genom åren har regelverk och lagstiftning utvecklats, kompletterats och moderniserats. Det gäller inte minst inom området kärnavfall, där såväl ansvaret för, som finansieringen av hanteringen av avfallet har gjorts tydliga.

Parallellt med denna process har det bedrivits en omfattande forskning och ett tekniskt utvecklingsarbete för att ta fram en metod och system som uppfyller de högt ställda säkerhets- och miljökraven på hanteringen av kärnavfall.

Denna långa process har lett fram till att Sverige, som ett av de första länderna i världen, har ett godkänt system för

slutförvar av använt kärnbränsle och kärnavfall med en tydlig finansiering och ansvarsbild.

Men hanteringen av kärnavfall är inte bara en fråga om teknik, ansvar, finansiering, regelverk och lagstiftning, även om dessa frågor är mycket viktiga. Det handlar också om en demokratisk process som ger förtroendevalda och innevånare i berörda kommuner möjlighet att ha insyn i arbetet och att påverka processen. Det handlar om etik och moral när det gäller nuvarande generations ansvar för framtida generationers möjligheter att kunna leva i en säker och ren miljö.

För några år sedan bildades Föreningen Kvalitativ Kärnavfallsinformation (KKI) av Svenska Ekomodernisterna, Sveriges Kärntekniska Sällskap (SKS) och Women In Nuclear Sverige (WIN Sverige). Syftet var att, ur ett objektiva perspektiv baserat på tekniska och vetenskapliga fakta, bidra till processen kring ett slutförvar för kärnavfall.

Vi vill med den här skriften, på ett sakligt, kortfattat och enkelt sätt, bidra till ökad förståelse för och nyanserad bild av olika aspekter kring slutförvar av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall.

Ekomodernisterna

Svenska Ekomodernisterna

Ekomodernismen är en miljörelse som bygger på tanken att mänskligt välbefinnande och miljömässig, ekologisk och klimatmässig hållbarhet både är möjliga och nödvändiga att förena. Snarare än att motsätta oss all mänsklig påverkan på miljö och ekosystem ser ekomodernismen behovet av att använda ekonomisk tillväxt, modern teknik och ny kunskap som verktyg i kampen mot miljöproblemen. Som politiskt oberoende intresseförening arbetar vi för att påverka beslutsfattare, politiker och företag på bred front och deltar aktivt i samhällsdebatten för att föra fram ekomodernistiska idéer.

> Läs mer på:

<https://www.ekomodernisterna.se/>



Sveriges Kärntekniska Sällskap - SKS

Sveriges Kärntekniska Sällskap (SKS) är en ideell intresseförening öppen för alla med intresse för kärnteknik. Syftet med SKS är att främja den tekniska och vetenskapliga utvecklingen inom den fredliga kärntekniken, att stimulera utbyte av erfarenheter och kunskaper inom det kärntekniska området, att tydliggöra nyttan med kärntekniken som ett viktigt alternativ vid utvecklingen av en global, uthållig och miljöriktig energiförsörjning och att tydliggöra nyttan med de medicinska och industriella tillämpningar som skapas från kärntekniken.

> Läs mer på:

<https://www.karnteknik.se>



Women in nuclear - WIN

WIN Sverige är en ideell förening främst med kvinnor, som har yrkesmässig anknytning till kärnteknik och joniserande strålning. Syftet är både att genom nätverkande stötta och uppmuntra kvinnor att utvecklas och bredda kompetensen liksom att bygga kontaktnät inom kärnteknik och joniserande strålning och att genom kvinnors unika förmågor öka förståelsen och medvetenheten hos allmänheten om kärnteknik och joniserande strålning inklusive påverkan på miljö och samhälle. Detta innebär aktiviteter kopplade till kärnkraft men också till medicin. WIN är ett stort nätverk internationellt med över 35 000 medlemmar globalt. Några av de sätt WIN Sverige bjuder sina medlemmar på mer kunskaper är lokala aktiviteter och digitala frukostseminarier om stort och smått.

> Läs mer på:

<https://winsverige.se>



Om Mattias Lantz

Mattias Lantz är teknologie doktor med inriktning på experimentell kärnfysik vid Uppsala universitets institution för fysik och astronomi, Tillämpad kärnfysik. Förutom tjänsten på Uppsala universitet, är han ordförande i Analysgruppen, en organisation som bildades 1987 i syfte att sammanställa och analysera fakta kring frågor i samhällsdebatten med anknytning till reaktorsäkerhet, strålskydd, radiobiologi och riskforskning. Analysgruppen har hittills publicerat ett hundratal rapporter och faktablad. Gruppen är fristående, men verksamheten finansieras av kärnkraftsbolagen. I Mattias Lantz forskningsverksamhet ingår studier av kärnklyvning vid experimentanläggningen IGISOL i Jyväskylä, Finland, samt radioekologi där han studerar hur radioaktiva ämnen transporteras i olika ekosystem.

100 000 år i slutförvaret, men räcker det kanske med 500?

Intervju med Mattias Lantz

Ända sedan kärnkraftens barndom har diskussionerna gått höga om vad som ska göras med det utbrända kärnbränsle som med jämna mellanrum behöver plockas ut från våra kärnkraftverk. Belackarna har sagt, och säger, att det kommer att behöva grävas ner i hundratusentals år tills den livsfarliga radioaktiviteten klingat av. Andra tycker att man kan skjuta upp det i en raket mot solen, och några föreslår att man ska sänka det i förkastningssprickor långt ner i havsdjupet, så att det sakta förs ned mot jordens kärna. Men de finns också de som säger att det räcker med att förvara det 500 år långt nere i berget, och att faran är betydligt överdriven.

Så vad ska man tro, vad är det som gäller?

Mattias Lantz, teknologie doktor och forskare i experimentell kärnfysik och strålningsfysik vid Uppsala universitet, har varit med och granskat SKB:s ansökan om slutförvaret. Här resonerar han vidare och ger olika perspektiv på slutförvaret och tidsrymderna.

Vad det är som strålar och hur länge?

-Naturligtvis måste radioaktivt material, oavsett om det handlar om kärnbränsle, industriellt avfall eller material från medicinska tillämpningar eller forskning, hanteras med omsorg.

-Kärnbränslet, eller snarare de restprodukter som bildas när kärnbränslet används, består av flera olika material. Vi har, förutom vissa radionuklider med halveringstider på minuter eller timmar, klyvningsprodukter som cesium-137 och strontium-90 med halveringstider på upp till 30 år.

-Sedan har vi det vi kallar transuraner, ämnen som är radioaktiva under väldigt långa tidsperioder, men som utgör en relativt liten del av den totala bränslemängden. De tenderar att ha sådana materialegenskaper, bland annat höga smältpunkter och att de är tunga ämnen, vilket gör att det är liten risk för att de sprids i större mängder och på längre avstånd.

Varför talar man om 100 000?

-Min åsikt är att man nästan kan tala om både hängslen och livrem i det här fallet. Jämfört med reglerna för hur vi ska hantera andra farliga ämnen som arsenik och bly över tid, är regelverket för kärnkraftsindustrins avfallshantering väldigt högt satt. Efter ungefär 100 000 år har radioaktiviteten i restprodukterna sjunkit ända ner till samma nivå som naturligt uran. Under tiden fram till dess är kravet idag att ingen på grund av bränslet ska ha utsatts för en stråldos som per år är större än en procent av den naturliga bakgrundsstrålningen. Det motsvarar en nivå från några dagars exponering för den naturliga bakgrundsstrålningen, eller vid några timmars flygning.

En vecka efter att en reaktor har stoppats och kärnklyvningen avstannat så har resteffekten/strålningen minskat med 95 procent och bränsleelementet flyttas till de så kallade bränslebassängerna, där de förvaras under minst ett år innan de transporteras till mellanlagret Clab i Oskarshamn. Under det året minskar resteffekten/strålningen med ytterligare 90 procent. Under tiden i Clab – minst 30 år – minskar resteffekten/strålningen med ytterligare 90 procent. Då det utbrända kärnbränslet kommer till slutförvaret har resteffekten/strålningen minskat med minst 99,99 procent. Det är fortfarande väldigt radioaktivt och behöver förvaras på ett sätt som inte utsätter omgivningen för strålningen. Långt ned i urberget är ett bra ställe.

Till skillnad från andra giftiga restprodukter som arsenik, kvicksilver och bly som alltid kommer att vara lika farliga, så fortsätter strålningen i kärnavfallet att klinga av. Halveringstiden gör att det i början går väldigt fort, och att det sen går saktare och saktare för att till slut nästan inte hända något alls. Det relevanta är dock det som händer under de första 500 åren. Därefter kan det använda kärnbränslet hanteras med vanlig labbutrustning och efter 100 000 år har det slutligen antagit samma nivå som naturligt uran.

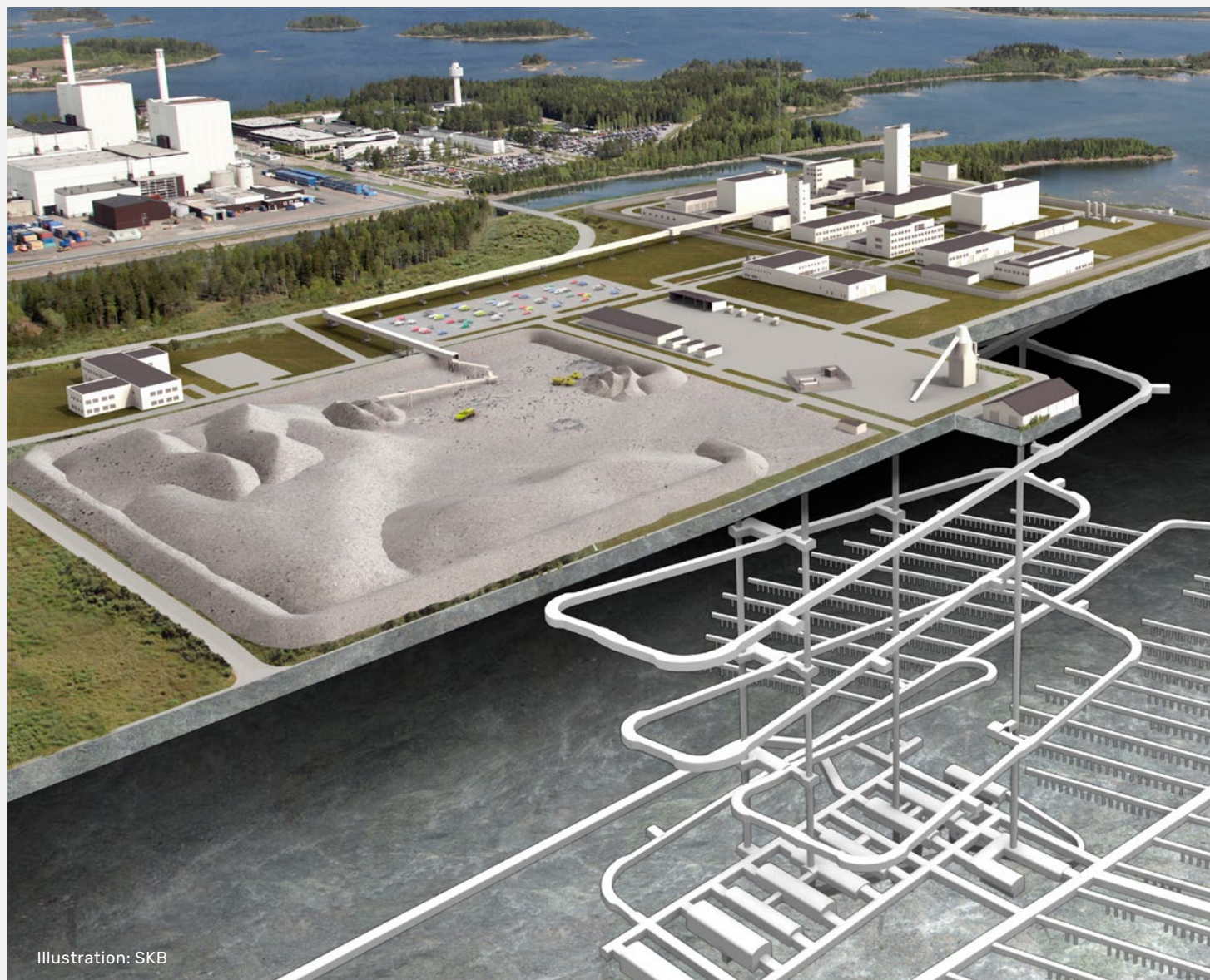
Vad händer sedan, när kärnbränslet begravts nere i urberget?

-Egentligen inte så mycket. Kopparkapslarna innehåller radioaktiva restprodukter med både korta och väldigt långa halveringstider och sönderfallet fortsätter inne i kapslarna som till en början blir ganska varma. De kommer att hålla en temperatur på upp till 90 grader Celsius i bortåt 1 000 år. De lättlösliga ämnena tenderar att vara kortlivade och är nästan helt borta efter omkring 500 år, medan andra ämnen behöver betydligt längre tid.

-Sedan har vi de långlivade transuranerna, de är tungmetaller och något förenklat kan man säga att de "älskar" berg på så sätt att de binder till berget och helt enkelt fastnar. Berget blir ett eget filter om transuranerna mot all förmodan skulle spridas från kopparkapslarna. Det finns faktiskt mycket gamla bevis för det. I Oklo, som ligger i Gabon i västra Centralafrika, har man hittat spår efter naturliga reaktorer som uppstått för omkring två miljarder sedan. Och där har transuranerna inte rört sig mer än några meter på alla dessa år. Det är ju sympatiskt att även tiden är en säkerhetsbarriär genom att det tar så lång tid för ämnena att nå oss att de hinner klinga av på vägen.

Och om någon gräver ett djupt hål utan att veta vad som finns där nere?

-Varför skulle man göra sig besväret att med avsikt, eller ens av misstag, gräva sig ner 500 meter i ett geologiskt helt ointressant urberg? Jag kommer själv från Sala och i Sala Silvergruva hackade man sig under flera hundra års tid ner till 380 meters djup för att ta upp dyrbart silver, men något sådant värdefullt material finns ju inte att hämta i Forsmark.



En skiss av det planerade slutförvaret i Forsmark där det använda bränslet ska lagras i 100 000 år – eller skulle det kunna räcka med 500 år?

Vi och strålningen runt omkring oss

Vi varken ser, hör eller kan känna lukten av strålning, ändå finns den alltid runt omkring oss, den kommer från marken under oss och från solen och stjärnor långt ute i rymden. Vi har utsatts för den dygnet runt, varje dag, året om, så länge det har funnits liv på jorden. Vi kallar den för bakgrundsstrålning.

Bakgrundsstrålningen utgörs av joniserande strålning, det vill säga alfa- och betastrålning, som består av partiklar, och av den elektromagnetiska gammastrålningen, som är släkt med ljuset. Det de olika strålslagen har gemensamt är att de har tillräckligt med energi för att kunna jonisera atomer och molekyler, vilket kan skada människans celler. Den materia som idag utgör vårt jordklot var till stor del radioaktiv när den bildades för bortåt fem miljarder år sedan. Idag har de flesta grundämnena hunnit ge i från sig sin överskottsenergi och blivit stabila, andra fortsätter att ge i från sig strålning, något som kan påminna oss om jordens tillblivelse och om att allt liv på jorden faktiskt utvecklats i en naturlig strålmiljö. Vi har till och med naturliga radioaktiva ämnen i våra kroppar.

I Sverige ger den genomsnittliga bakgrundsstrålningen från rymden och marken oss en stråldos på 0,5 millisievert, mSv, per år. Sievert är den enhet som används för att summera doserna från olika strålslag till ett tal. Om man räknar in faktorer som flygresor, röntgenundersökningar och radon i bostäder uppgår den totala stråldosen till cirka tre mSv per person och år. De som är rökare utsätts för en högre dos per år, eftersom de får i sig mer radon från inandningen än genomsnittsmedborgaren.

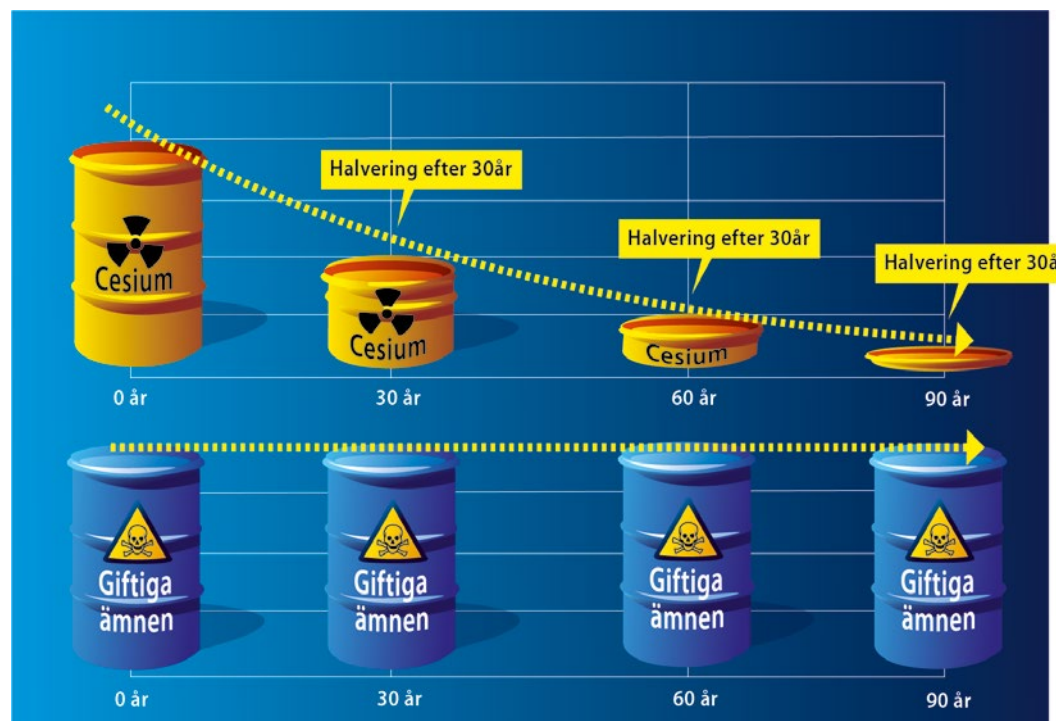
Att flyga eller vistas på höga höjder ger ökade stråldoser, eftersom atmosfärens skyddande funktion mot kosmisk strålning minskar ju högre upp man kommer. Om man i stället håller till vid havsytan, där atmosfärens massa motsvarar tio meter vatten, har det mesta av strålningen försvunnit på vägen.

Den som gör en flygtur utanför Norden en gång i veckan får en extra dos på en mSv per år. Flygplansbesättningar får en extra dos på två till tre mSv per år och om de ofta flyger på långa distanser kan extradosen bli upp till sex mSv per år. En tur och

retur till New York ger en ungefärlig stråldos om 0,1 mSv. En vanlig tandröntgen, där tandläkaren tar två röntgenbilder ger en dos om 0,005 mSv och en mammografiundersökning 0,2 mSv.

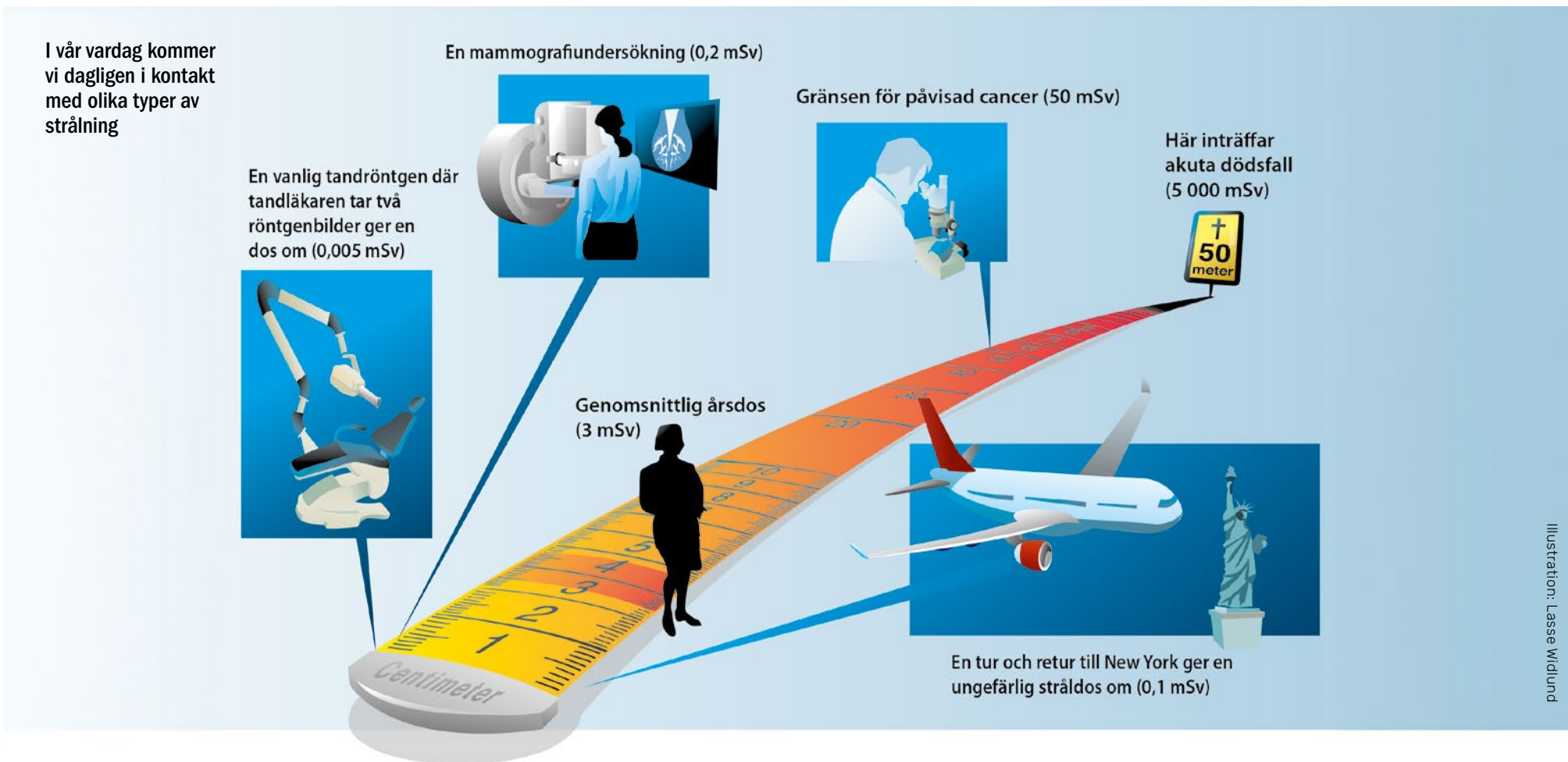
När det gäller strålningen från marken så varierar den beroende på var i Sverige, eller i världen, man befinner sig. Den bohuslänska graniten är särskilt rik på radioaktiva mineral, så en vecka på västkusten ökar på dosen, men i mycket liten skala. Den som tillbringar hela året där utsätts för ungefär en mSv mer per år jämfört med genomsnittet, men utomlands finns det platser i exempelvis Brasilien, Indien och Iran med betydligt högre nivåer.

I jämförelse får ingen i Sverige som på något sätt kommer i kontakt med uttjänt kärnbränsle utsätts för en stråldos som överstiger en procent av den stråldos vi alla får varje år genom den naturliga strålningen runt omkring oss. Gränsen är lågt satt, kriteriet är att risken för ett extra dödsfall är en på miljonen, och då hamnar man på omkring en procent av den naturliga bakgrundsstrålningen. Det är efter den gränsen som hela den svenska metoden för slutförvaring av utbränt kärnbränsle är dimensionerad.



Till skillnad mot radioaktivt avfall har konventionellt farligt avfall ingen halveringstid. Det är alltså lika farligt över tid.

Illustration:
Lasse Widlund



Är strålning farligt?

Om man tänker sig ett måttband där 50 meter motsvarar en stråldos på 5000 millisievert, mSv, som på bilden ovan, hamnar en tandröntgen en hundradels centimeter - ungefär som tjockleken på ett hårstrå - ut från nollpunkten. En vanlig röntgenundersökning på sjukhuset ligger en och en halv centimeter ut på måttbandet, och den genomsnittliga årsdosen för den som bor i Sverige knappt tre centimeter. Gränsen för

påvisad cancer, 50 millisievert, mSv, ligger en halv meter ut på måttbandet, och längst bort, 50 meter från nollpunkten, har vi nivån 5 000 mSv, där vi vet att akuta dödsfall inträffar som en direkt följd av exponering för strålningen.

Med de svenska bestämmelserna är säkerheten på en mycket hög nivå. Efter ungefär 100 000 år har

radioaktiviteten i det uttjänta kärnbränslet sjunkit till samma nivå som naturligt uran. Fram till dess ska ingen, på grund av bränslet, ha utsatts för en stråldos som per år är större än en procent av den naturliga bakgrundsstrålningen. Det är en nivå som du överskrider under en veckas exponering för den naturliga bakgrundsstrålningen, eller vid några timmars flygning.

Det svenska systemet

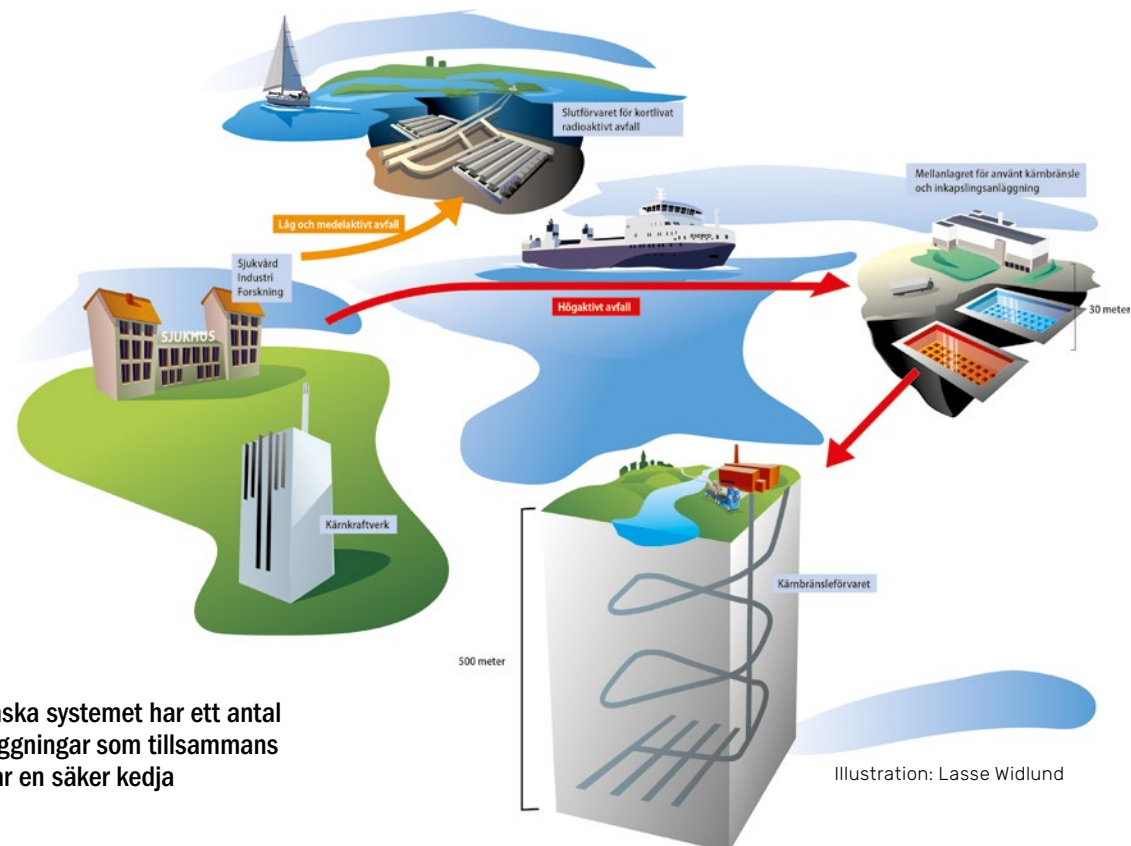
Svensk Kärnbränslehantering, SKB, som ägs av kärnkraftsbolagen, har som uppgift att på ett säkert sätt ta hand om det radioaktiva avfall som genereras när våra svenska kärnkraftverk är i drift. Ända sedan 1970-talet har SKB bedrivit ett omfattande forsknings- och utvecklingsarbete för att bolaget ska kunna både hantera och senare förvara uttjänt kärnbränsle och annat radioaktivt avfall på ett säkert sätt under mycket lång tid.

Det svenska systemet bygger på ett antal olika anläggningar som tillsammans ska bilda en säker kedja. De första kom på plats redan under 1980-talet och nu pågår förberedelserna för byggnationen av det slutförvar där det mest långlivade radioaktiva avfallet ska kunna förvaras på ett säkert sätt under tiotusentals år framöver.

När vi talar om radioaktivt avfall tänker de flesta på det uttjänta kärnbränsle som kommer från de tre kärnkraftverk som idag är i drift och från dem som avvecklats under senare år. Under sin livstid kommer de tillsammans ha producerat cirka 12 000 ton avfall, mer än vad som är möjligt att återanvända efter en så kallad upparbetningsprocess. Det är det avfallet som i första hand ska lagras i det slutförvar som nu ska byggas vid Forsmarks kärnkraftverk i Östhammars kommun. Men det finns också andra källor till radioaktivt avfall. Det kan komma från såväl industriella processer som sjukhus och forskning. Avfallet kan utgöras av exempelvis skyddskläder och filter, men också av byggavfall från rivningen av de nedlagda kärnkraftverken. Det förvaras sedan i slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall, SFR, som sedan 1988 ligger i anslutning till Forsmark. SFR kommer, enligt ett regeringsbeslut från december 2021, att byggas ut, bland annat för att kunna ta emot rivningsmassor från de svenska kärnkraftverk som avvecklats.

Transporter och Clab

Efter fem år i reaktorhärden är kärnbränslet förbrukat. När det plockats ut lagras det i ungefär ett år på plats innan det transporteras vidare. De svenska kärnkraftverken ligger nära



Svenska systemet har ett antal anläggningar som tillsammans bildar en säker kedja

kusten och för transportererna av det används SKB:s fartyg m/s Sigrid, som är speciellt utformat med olika typer av säkerhets- och kommunikationsutrustningar. Fartyget är klassat enligt den internationella sjöfartsorganisationen IMO:s högsta nivå för fartyg som transporterar radioaktivt material. Avfallet transporteras från kärnkraftverken till det centrala mellanlagret för använt kärnbränsle, förkortat Clab, som ligger i Simpevarp norr om Oskarshamn, och placeras i speciella vattenbassänger 30 meter ner i berget.

Bränslet ligger åtta meter under ytan och vattnet skärmar av strålningen och kyler samtidigt det heta bränslet. Efterhand minskar radioaktiviteten och då blir det enklare att hantera bränslet vid den framtida flytten till slutförvaret i Forsmark. Clab är en säker anläggning för de behov som finns idag, men på längre sikt behövs en annan och ännu säkrare lösning, eftersom avfallet måste förvaras under så lång tid.

Nu planerar SKB för en inkapslingsanläggning i direkt anslutning till Clab, som när den är klar byter namn till Clink. Avfallet plockas upp ur bassängen och placeras först i en insats av så kallat segjärn, och därefter i en speciell kopparkapsel som försluts med en speciell svetsmetod. Tekniken är unik för Sverige, den har väckt stort intresse från flera andra kärnkraftsländer och är utvecklad av SKB i samarbete med universitet, högskolor och tekniska institut. Vårt grannland Finland, som noga har följt utvecklingen av det svenska systemet och processen för slutförvar, har beslutat att använda sig av det SKB kallar KBS-3, alltså samma metod som Sverige.

När anläggningen är klar beräknas den kunna producera cirka 200 fem meter långa och 25 ton tunga kopparkapslar om året för vidare transport till Forsmark och slutförvaret, där kopparkapslarna placeras för en evighet, inbäddade i skyddande bentonitlera i mörkret 500 meter ner i berget.

KBS-3 – den svenska metoden

Tre barriärer – kapseln, bufferten och berget ska tillsammans hindra de radioaktiva ämnena i det använda bränslet från att ta sig upp till markytan.

KBS-3, KärnbränsleSäkerhet-3 är det officiella namnet för den metod både Sverige och vårt grannland Finland valt för slutförvaringen av det utbrända kärnbränslet från våra kärnkraftverk. Trean är helt enkelt numret på den tredje rapporten "Kärnbränslecykelns slutsteg – Använt kärnbränsle KBS-3", som projekt KärnbränsleSäkerhet lade fram redan 1983 och som nu utgör grunden för metoden.

KBS-3 innebär att det använda bränslet placeras i kopparkapslar som sedan deponeras i urberget strax bredvid Forsmarks kärnkraftverk i Norduppland, och också nära SFR, slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall.

Den svenska metoden, och alltså även den finländska, bygger på att avfallet omges av tre barriärer. Tillsammans ska barriärerna hindra de radioaktiva ämnena från avfallet att spridas och ta sig upp mot markytan och påverka människor, djur och miljö negativt.

Under den långa tidsperiod som krävs för att bränslets radioaktivitet ska minska till ofarliga nivåer, ger de rör som bränslet ligger i inte tillräckligt skydd för att stoppa vatten från att nå fram till de keramiska bränslekutsarna. Bränslet är mycket svårslösligt, men över tid kan en del av ämnena lakas ut vid kontakt med vatten. För att hålla bränslet torrt under lång tid placeras det därför först i järn- och sedan i kopparkapslar. Kopparkapseln tillverkas därför med väggar som är fem centimeter tjocka, vilket enligt beräkningarna kommer att räcka i miljontals år.

Runt kopparkapseln packas sedan bentonitlera, en lera som sväller kraftigt när den kommer i kontakt med vatten. Det är

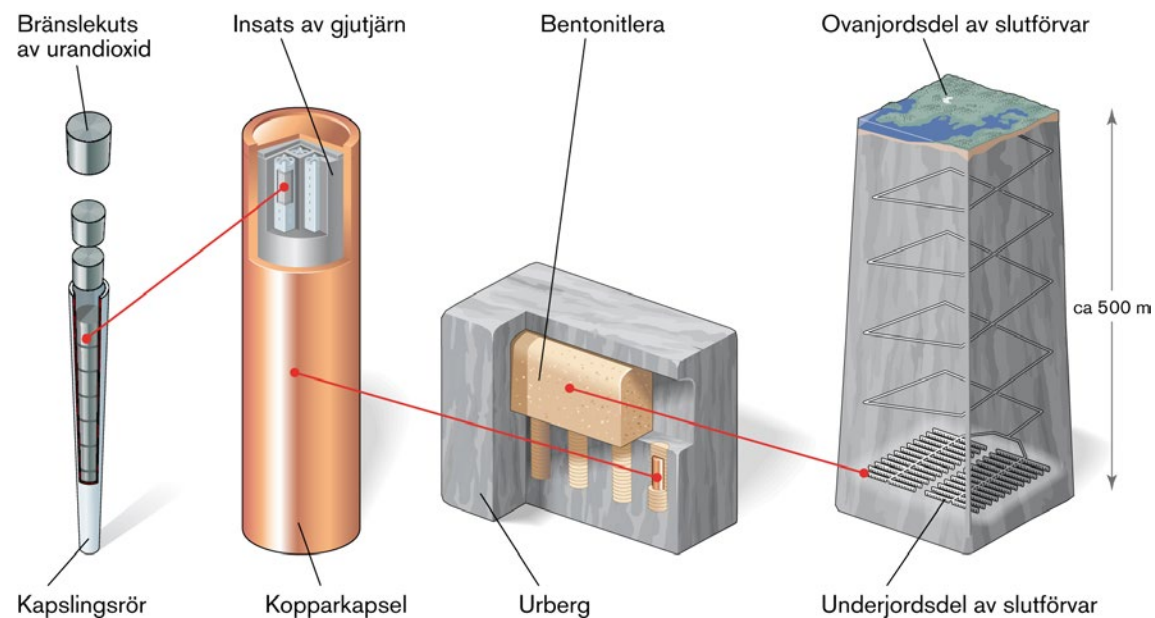
en egenskap som gör att den även används i andra, mindre avancerade tillämpningar, exempelvis – faktiskt – i kattsand. När ett område i slutförvaret är fullt, fyller man på med ännu mer bentonitlera, innan det stängs igen. Det ideala förhållandet är att bentonitleran är mättad med vatten som sipprar in från berggrunden. Så länge som värmen från kapslarna håller vattnet borta så fungerar alltså inte leran som tänkt, men med tiden sjunker temperaturen och leran blir mättad. Då binder den vattnet och gör att det inte kan flöda in, något som stoppar ämnen som kan bidra till kopparkorrosion.

Hela anläggningen under jord kommer att bestå av ett antal 300 meter långa deponeringstunnlar 500 meter nere i urberget, sammanbundna av central- och transporttunnlar och med en

sammanlagd volym om 2 300 000 kubikmeter. Här kommer det att finnas plats för 12 000 ton utbränt kärnbränsle, det vill säga ungefär 6 000 kapslar, något som ska räcka för att förvara allt det avfall som redan finns och även det som beräknas produceras av dagens kärnkraftverk under deras livslängd.

Den sista barriären mellan det utbrända bränslet och omvärlden består av de 500 meter urberg som alltså ligger ovanför deponeringstunnlarna. Berggrunden i Forsmark är bra på att fånga upp och binda radioaktiva ämnen, och är dessutom ovanligt sprickfritt och torrt, vilket ytterligare minskar möjligheten för radioaktiva ämnen att vandra uppåt. Berget ger också ett bra skydd åt slutförvaret i det fall något oväntat inträffar på markytan.

Flera barriärer för ett säkert förvar



Det är skillnad på avfall och avfall

Med jämna mellanrum hör vi om miljöskandaler, senast i fallet med företaget Think Pink som dumpat stora mängder giftigt avfall i femton kommuner i stället för att, som utlovat, ta hand om det. Den som är lite äldre kommer ihåg de nedgrävda gifttunnorna vid BT Kemi i Teckomatorp. Men vad är det som styr hanteringen, vem följer upp – och vem är det som ska betala?

I Sverige har vi ett lagstiftat producentansvar som bygger på principen "förorenaren betalar". Producentansvaret ska få företag att ta fram produkter som är resurssnåla, lätta att återanvända och återvinna samt fria från miljöfarliga ämnen. Producentansvaret omfattar bland annat däck, elektronik, batterier, läkemedel, samt radioaktiva strålkällor.

Utbränt kärnbränsle från våra kärnkraftverk räknas som farligt avfall, men det finns många andra varianter av farligt avfall. Flygaska som innehåller tungmetaller, restprodukter som kvicksilver och arsenik från gruvindustrin, kemikalier från industriella processer, dioxiner, PCB, PFAS, kvicksilver, listan kan göras lång. Det de har gemensamt är att de måste tas om hand. En del kan läggas på soptippen, andra, som kärnavfall eller arsenik, måste deponeras under hundratals, eller tusentals, år.

Radioaktivt avfall

Verksamheter som hanterar radioaktiva ämnen omfattas av en lång kedja regler, internationella och nationella. I grunden ligger EU-fördraget och Funktionsfördraget som beskriver hur samarbetet mellan EU-länderna ska fungera och till det kommer Euroatomfördraget. Alla tre är bindande avtal mellan länderna. Euroatomfördraget ska bidra till ett gemensamt utnyttjande av kunskap, infrastruktur och finansiering på kärnenergiområdet och garantera en trygg kärnenergiförsörjning. Euroatom, och EU, kan utfärda direktiv om vilka mål länderna ska uppnå, men det måste ske inom ramen för de nationella regelverken. EU-förordningar däremot gäller direkt och tillämpas som svenska lagar.

I Sverige finns de viktigaste reglerna, eller föreskrifterna, i strålskyddslagen, lagen om kärnteknisk verksamhet och i miljöbalken, som är en ramlag som samlar lagstiftningen på miljöområdet. Alla tre är beslutade av riksdagen. Regeringen har rätt att besluta om ytterligare föreskrifter. Föreskrifterna samlas i förordningar, framför allt i strålskyddsförordningen och förordningen om kärnteknisk verksamhet.

Sedan är det Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM:s, uppgift att utöva tillsyn, alltså vara det som kallas tillsynsmyndighet, över alla typer av kärntekniska anläggningar – och över hur radioaktivt avfall av olika typer behandlas och förvaras. SSM ska, kort sagt, se till att de som driver sådana anläggningar följer alla lagar och föreskrifter om kärnsäkerhet och strålskydd. SSM kan utfärda egna föreskrifter, ofta baserade på internationella regeringar och rekommendationer från organ som IAEA och Euratom. Att bryta mot SSM:s föreskrifter är straffbart.

Ansvarskedjan är tydlig, och det gäller också sättet att finansiera deponeringen av utbränt kärnbränsle. Enligt svensk lag är det kärnkraftsbolagen som står för alla kostnader för hantering och slutförvaring, liksom för kostnaderna för att riva kärnkraftverk och andra kärntekniska anläggningar. Bolagen betalar mellan tre och sex öre per levererad kilowattimme till den statliga Kärnavfallsfonden. Hittills har cirka 64 miljarder kronor använts för att bygga och driva de befintliga anläggningarna, samt till forskning, utveckling och uppbyggnad av det svenska kärnavfallssystemet. Vid utgången av 2022 fanns det cirka 80 miljarder kronor i fonden.

Allt annat avfall

För hanteringen av farligt, men inte radioaktivt, avfall är bilden liknande, men ändå inte. Även här finns bestämmelser grundade i EU-fördraget. Avfallsdirektivet är en lagstiftning inom EU som reglerar hanteringen av avfall. Direktivet är antaget i svensk lagstiftning, och finns, bland annat, med i miljöbalkens regelverk. En viktig del i direktivet är avfallstrappan som har olika nivåer. I första hand ska man förebygga att avfall uppkommer, till exempel genom att göra produkter som håller

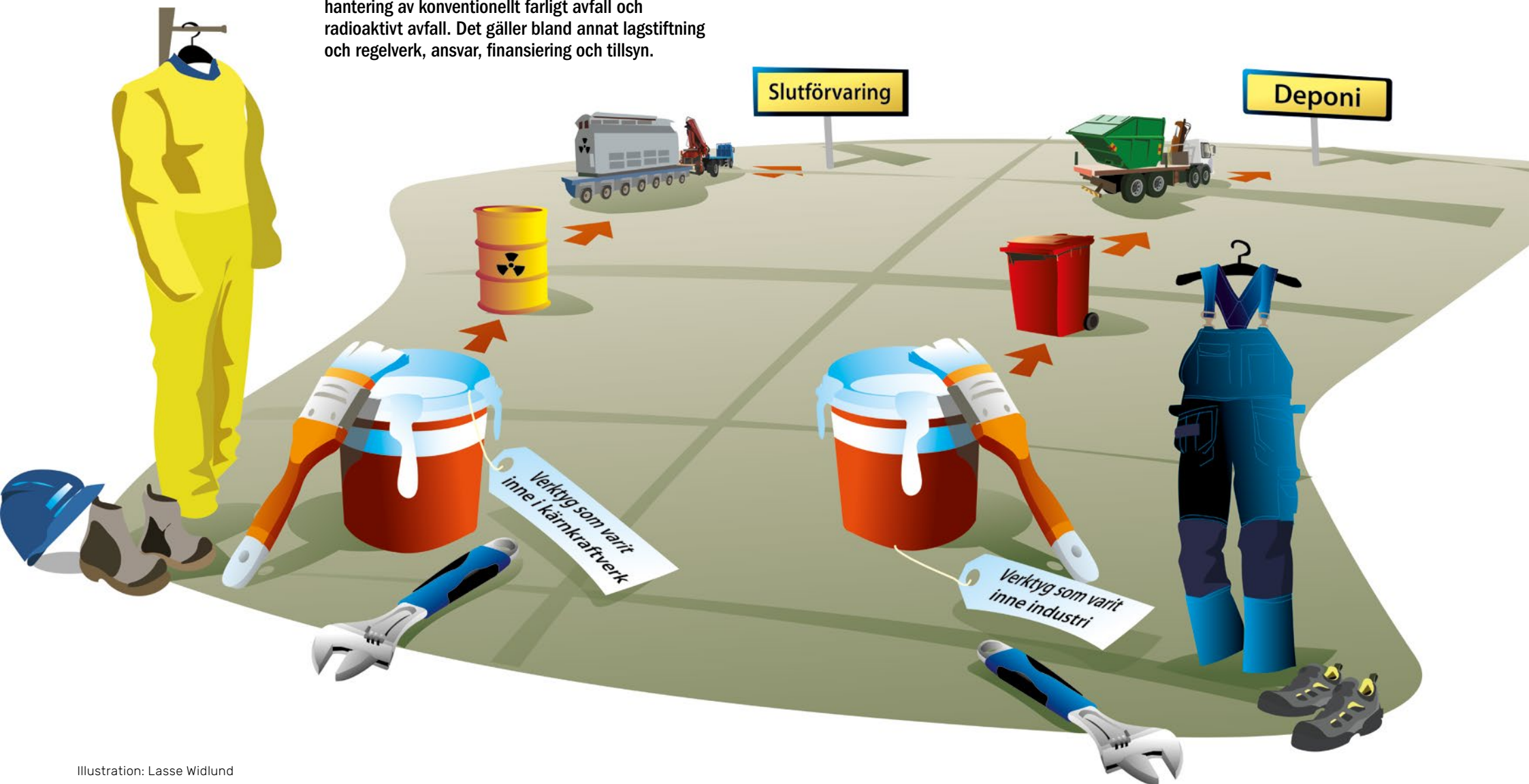
längre, går att reparera och återanvända. I andra hand ska produkter och material återanvändas och eller återvinnas och i sista hand återvinnas genom, till exempel, förbränning – eller deponeras.

I Sverige har vi miljöbalken och avfallsförordningen med bestämmelser om avfall, hantering och förebyggande åtgärder. Alla verksamheter där det uppkommer farligt avfall, eller där sådant hanteras, ska rapportera till Naturvårdsverkets avfallsregister. Syftet med registret är att få ökad kontroll över de cirka 2 000 ton farligt avfall som man tror produceras i Sverige varje år, men det finns brister i statistiken, något som gör det svårt för tillsynsmyndigheterna att agera.

Och det är när det gäller tillsynsmyndigheter som en av de stora skillnaderna föreligger. För annan avfallshantering än den av radioaktiva ämnen är det inte en myndighet som, liksom SSM, har ett samlat ansvar, utan landets samtliga 21 länsstyrelser och 290 kommuner, plus Naturvårdsverket. Fem länsstyrelser har ett regionalt ansvar för tillsyn av transporter av avfall, de resterande 16 har tillsynsansvar för farligt avfall i tillståndspliktiga verksamheter. Lite längre ner kommer kommunerna som, enligt miljöbalken, har ansvar för tillsynen av den lokala avfallshanteringen. Till sist har även Naturvårdsverket ett visst tillsynsansvar för transporter.

Även när det gäller finansieringen finns det en skillnad. Kostnaderna bärs till viss del av de bolag som producerar avfallet, som till exempel gruvbolaget Boliden som deponerar bly, arsenik och kvicksilver 350 meter ner i berget under Rönnskärsverken, men också genom avgifter. I alla Sveriges kommuner är avfallshanteringen finansierad genom de avgifter som tas ut för insamling och behandling av avfall inom det som räknas som det kommunala ansvaret. Förutsättningarna för en bra avfallshantering skiljer sig över landet och från kommun till kommun. Överlappande och oklara ansvarsförhållanden och en ofta ansträngd kommunal ekonomi gör tillsynsarbetet när det gäller farligt avfall svårt och ibland nedprioriterat, något vi alltför ofta får läsa om i tidningen.

Det finns flera grundläggande skillnader mellan hantering av konventionellt farligt avfall och radioaktivt avfall. Det gäller bland annat lagstiftning och regelverk, ansvar, finansiering och tillsyn.



Varför just Forsmark?

I juni 2009 valde SKB Söderviken, strax sydost om Forsmarks kärnkraftverk, som den säkraste platsen för att förvara det utbrända svenska kärnbränslet. Sökandet och undersökningarna efter den bästa placeringen inleddes redan i mitten av 1970-talet med typområdesundersökningar, något som pågick fram till 1985. I början av 1990-talet fick samtliga svenska kommuner frågan om de kunde tänka sig att ha slutförvaret hos sig. Förstudier genomfördes sedan i en rad kommuner från norr till söder – Malå, Storuman, Älvkarleby, Tierp, Östhammar, Nyköping, Hultsfred och Oskarshamn.

Det förekom demonstrationer mot undersökningarna och en del kommuner genomförde folkomröstningar. Om svaret där blev nej, gick SKB vidare med att undersöka andra kommuner. Parallellt arbetade Sveriges geologiska undersökning, SGU, med ett antal översiktsstudier, men till sist valde man att börja med noggranna platsundersökningar i två kommuner, Oskarshamn och Östhammar.

Platsundersökningarna pågick i fem år, från 2002 till 2007, och berörde en rad olika områden, från geologi till hydrologi,

ekologisk påverkan och möjliga effekter på samhället som sådant. I Forsmark borrades 25 borrhål, nio av dessa var 1 000 meter djupa och sammanlagt 1,6 mil borrhåll togs upp och undersöktes.

Under resans gång hade båda kommunerna drivit en politisk förankringsprocess som visade att det fanns ett starkt stöd för att ta emot ett framtida slutförvar. Efter ett omfattande analysarbete med platsmodeller, som visade hur områdena skulle förändras över tid, föll valet på Forsmark i Östhammar. Här fanns det en bra berggrund med få sprickor på 500 meters djup.

Våren 2011 lämnade SKB in sin ansökan om att få bygga slutförvaret i Forsmark. Parallellt lämnades en ansökan in om uppförandet av en inkapslingsanläggning i Simpevarp utanför Oskarshamn. Ansökningarna gick till Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt och till Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM, som båda rekommenderade att regeringen skulle tillåta verksamheten, dock under förutsättning att vissa kompletteringar gjordes. Regeringen beslutade sedan i januari 2022 att ge SKB tillstånd enligt kärntekniklagen och tillåtlighet enligt miljöbalken för både slutförvaret i Forsmark och inkapslingsanläggningen i Oskarshamn.



Margareta Widén-Berggren

Margareta Widén Berggren har sedan mitten av 1990-talet haft en rad olika roller i kommunfullmäktige och kommunstyrelsen i Östhammars kommun, där hon var ordförande åren 2002-2006 och kommunalråd i 20 år. Hon har också varit ledamot i den socialdemokratiska partistyrelsen. Idag är Margareta ledamot av kommunfullmäktige och har, utöver det, ett antal styrelseuppdrag. Under åren som politiker har mycket av arbetet präglats av frågor som rör kärnkraft och inte minst slutförvaringen av det uttjänta kärnbränslet. Här har hon suttit med som ordförande i den Lokala säkerhetsnämnden och som ordförande i KSO, Kärnkraftskommunernas Samarbetsorgan.

Slutförvaret var ingen tävling – säkerheten var alltid prio ett

Margareta Widén-Berggren

-När beskedet kom att det blir Östhammar som blir platsen för slutförvaret blev jag glad. Det hade ju varit en lång, för att inte säga väldigt lång process – nästan 25 år – med mycket arbete för alla inblandade. Slutförvaret är ett projekt som är viktigt för Östhammars framtid på flera sätt, men samtidigt är det viktigt att säga att det inte handlat om en tävling, eller ett konkurrensförhållande till Oskarshamns kommun, utan om att hitta den säkraste platsen. Vi har hela tiden haft ett omfattande och gott samarbete, säger Margareta Widén-Berggren, under en lång rad år ledande kommunpolitiker i Östhammars kommun.

-Vi har följt utvecklingen och arbetat med frågorna mer eller mindre intensivt sedan millennieskiftet. Vi hade tur och kunde, med start 2002, börja bygga en egen organisation med en handfull kompetenta människor. Det var en organisation som sedan växte, både i storlek och kompetens samtidigt som vi efter hand knöt kontakter med SSM, med SKB och med forskare och andra viktiga aktörer. Just det faktum att vi över tid kunde bygga upp långsiktiga relationer och därmed en kontinuitet blev väldigt betydelsefullt för arbetet. Vid varje möte i kommunfullmäktige avrapporterades utvecklingen och vi blev också remissinstans i olika frågor, säger Margareta Widén-Berggren.

-Att Forsmark till sist bedömdes som den säkraste platsen för slutförvaret är ju roligt och bra för oss som kommun, men det är inte det som det handlar om, utan om säkerheten, som alltid måste vara prio ett.

Att hantera kärnkraft och kärnbränsle handlar ju både om teknik och om etik, och inte minst om kommunikation. I Östhammar var enigheten tydlig, oavsett partitillhörighet eller åsikter om kärnkraftens vara eller icke vara.

-Ja, var vi överens och samarbetet flöt på väldigt bra över partigränserna. Alla var inte för kärnkraft, men alla var med på vad som behövde göras. Våra beslut var samstämmiga, och jag har faktiskt aldrig heller fått någon kritik för att jag själv är för kärnkraft. Alla insåg också att vi behövde en demokratisk process som involverade "Östhammarsborna", något som självklart var nödvändigt för att vi skulle kunna gå vidare och till sist ta ett beslut.

-Vi behövde ställa frågor till våra invånare, och förstås svara på de frågor som vi visste fanns om ett slutförvar och vad det innebar. Oro och otrygghet finns alltid med i bilden när det gäller frågor om svårgripbara saker som strålning, det ska man ha respekt för, och därför är det alltid bra med information, helst snabb, eftersom den skapar trygghet. Men, om jag ska se till mig själv, har jag egentligen bara varit rädd för kärnkraften en gång, och det var när jag som ganska nybliven mamma hade hängt tvättade barnkläder på tork just när som larmet gick i Forsmark och nyheterna om Tjernobyl och nedfallet över Sverige nådde oss.



-Under kanske 20 års tid genomförde vi sedan kontinuerligt möten med olika föreningar och grupperingar, liksom på arbetsplatser. Då kunde vi berätta vad vi visste och vart vi trodde att vi var på väg, och samtidigt fånga upp frågor. Vi kunde också ha med oss forskare, eller representanter från exempelvis SSM, som kunde svara på mer tekniska frågor. Sedan finns det ju naturligtvis alltid frågor som det inte finns något riktigt bra svar på, men så är det. Vi vet ju inte allt här och nu, men tillräckligt för att kunna gå vidare.

Ansvarsfrågan är viktig, och just kärnkraften har högt ställda krav på både drift och hantering av restprodukter.

-Det är bra, vi måste ta hand om det vi skapat, och inte skjuta det framåt i tiden, så enkelt är det. Men det är ju kanske lite märkligt när man ser på andra områden, som vindkraften, där man tillåter stora vindkraftparker med utländska ägare att växa upp, utan att ställa krav på hanteringen. De ska ju en gång monteras ner och tas om hand och då finns ingenting motsvarande Kärnavfallsfonden som backar upp. Alla måste ta sitt ansvar.

Nu är själva beslutet om var ett slutförvar ska placeras taget, men arbetet fram mot själva byggnationen fortsätter, något som kräver fortsatta resurser för kommunikationen och dialogen.

-Våra olika grupper fortsätter att jobba på och följer utvecklingen, men det kräver resurser. På sikt vill vi därför uppvakta riksdagen. Våra rikspolitiker behöver förstå hur viktigt det är att vi har medel för att fortsätta driva kommunikationen, och då borde Kärnavfallsfonden vara en stöttepelare även i framtiden.

Och även om processen långt ifrån är över, kan Margareta Widén-Berggren kosta på sig att titta tillbaka på det som hänt på vägen.

-Det som kanske förvånar mig mest så här i efterhand, och som också känns väldigt roligt, är det stora intresse som vi mötte och fortfarande möter. Inte bara från våra egna kommuninnevånare, eller från dem i regionen runt oss, eller ens från våra andra kärnkraftskommuner, utan från snart sagt hela världen. Vi fick, och får fortfarande, väldigt många förfrågningar – och jag vet ärligt talat inte hur många som besökt oss vid det här laget för att förstå hur vi arbetat. Estland, Lettland och Litauen var tidigt ute, liksom Finland och Frankrike och även USA. Vi har träffat alla de europeiska kärnkraftsländerna och Lokala säkerhetsnämnden har gjort egna besök utomlands. Självt fick jag åka till Kanada och representera kommunen, något som förstås är en upplevelse för livet.

-Det har varit både viktigt och spännande att få vara med och dela våra erfarenheter, få ny kunskap och bygga nya kontakter med andra i samma situation. Men för oss har den centrala frågan i allt väsentligt handlat den demokratiska processen. Vi kanske inte är proffs på allt, men vi ska göra vårt, och vi gör det tillsammans med alla andra, säger Margareta Widén-Berggren.



Peter Vretlund

Peter Vretlund är idag regionråd med ansvar för regional utveckling, kultur, bildning och kollektivtrafik i Region Kalmar län. Peter har under en lång rad varit en av de drivande krafterna bakom den demokratiska process som startades i början av 2000-talet. Under 15 år var han kommunstyrelsens ordförande i Oskarshamns kommun. Idag är han, förutom Regionråd, socialdemokratisk ledamot i kommunfullmäktige.

Kompetens nyckeln till demokratiprojektet

Peter Vretlund

-Beslutet om slutförvaret och tillverkningen av de kopparkapslarna som behövs är taget. Och det tog många år innan vi kom dit. Oskarshamns kommun ska fortsätta att svara för CLAB och också ha ansvaret för kapseltillverkning, medan slutförvaret ska byggas i Östhammar, allt enligt regeringens godkännande från 2022. Vi kunde förstås absolut tänka oss slutförvaret, men under förutsättning att vi bedömdes ha den det säkraste platsen. Det säger regionrådet Peter Vretlund, tidigare kommunstyrelseordförande i Oskarshamns kommun.

-Nu blev det inte så, vilket förstås kan kännas tufft, även om mervärdesavtalet med SKB är lite av en krockkudde för oss. Men jag vill samtidigt säga att vi har ett mycket gott samarbete med Östhammars kommun, och under åren har vi byggt upp goda personliga kontakter, det finns ju många frågor som vi har gemensamt både nu och i framtiden.

-Diskussionerna om slutförvaret började väl egentligen redan under 1990-talet, men det var först efter millennieskiftet som det tog fart på allvar. Vi insåg att vi behövde öka vår egen kompetens för att kunna möta SKB, SSM och andra organisationer på ett bra sätt – och också att vi behövde starta en demokratisk process bland våra kommuninnevånare. Vi började bygga en ganska liten organisation som vi kallade LKO, Lokal kompetensuppbyggnad, för att gå vidare och få i gång en dialog, eller snarare ett demokratiprojekt, och den blev nyckeln.

-Vi inrättade två grupper, en "gammelgrupp", som egentligen bestod av kommunstyrelsens arbetsutskott och en "ungdomsgrupp", som bestod av representanter från olika ungdomsförbund. Med det som utgångspunkt kunde involvera en rad olika intressentgrupper, som näringsliv, fackförbund och idrottsrörelsen ute i lokalsamhället. Det skapades arbetsgrupper

som tittade på olika frågeställningar och som förändrades över tid och vi kunde också göra punktinsatser på olika platser, säger Peter Vretlund. Målet var hela tiden att vi, genom att lyssna, skulle komma fram till ett gemensamt och välgrundat beslut.

Efter hand utökades kretsen till att omfatta även grannkommunerna och regionförbundet, och några gånger fick även personer med andra professionella ingångar, liksom kärnkraftens kritiker, vara med och komma till tals.

-Det var en spännande tid och vi fick många lärdomar, och inte minst internationella utblickar i form av både besök utifrån och egna studiebesök. Det vi såg var också att det vi gjorde var applicerbart även på andra frågor som gällde olika typer av kritiska etableringar.

-Det blev förstås väldigt många möten, men det var också viktigt eftersom nästan alla hade en personlig uppfattning om vilken väg vi skulle gå. Kärnkraft, och än mer slutförvaringen av det utbrända bränslet, väcker frågor om både etik och säkerhet. Det handlar ju om mer än bara "vanliga" företagsetableringar, arbetstillfällen och intäkter.

-I efterhand kan jag konstatera att vi då hade goda förutsättningar för vårt arbete. Duktiga och kloka tjänstemän, bra konsulter, tid och resurser var tydliga framgångsfaktorer. Vi behövde aldrig tveka om vi behövde anlita en föreläsare, eller ordna en aktivitet, vilket var väldigt bra. Inför framtiden känner jag lite mer oro. Vi följer förstås den fortsatta utvecklingen på området, men vi har ingen uppbyggd organisation, och kunskap är ju, som bekant, en färskvara. Det kommer helt klart att bli en utmaning att fortsätta framöver, inte minst med tanke på att nyckelpersoner, som varit med länge, gör annat, eller går i pension, säger Peter Vretlund.

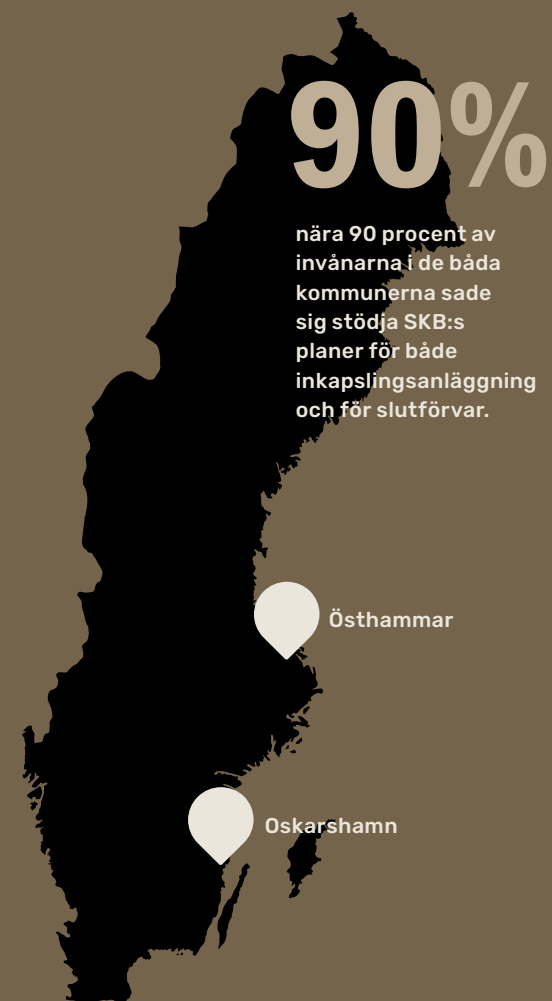
Vad tycker folk i Östhammar och Oskarshamn?

Diskussionens vågor må gå höga när det gäller kärnkraftens vara eller icke vara, men hos kommuninvånarna i Oskarshamn och Östhammar, de två orter där SKB:s inkapslingsanläggning för uttjänt kärnbränsle, respektive slutförvaret av detsamma, faktiskt nu ska byggas, är stödet sedan flera år mycket starkt. Och under 2023 nådde det, enligt undersökningsbolaget Novus, en rekordhög nivå – nära 90 procent av invånarna i de båda kommunerna sade sig stödja SKB:s planer för både inkapslingsanläggning och för slutförvar. Över 90 procent av de tillfrågade ansåg också att SKB, genom de beslutade anläggningarna, kommer att bidra till den lokala utvecklingen under många år framöver och göra de båda kommunerna mer attraktiva.

Den första i raden av undersökningarna genomfördes redan 2013, och sedan dess har stödet för anläggningarna pendlat mellan 75 och 84 procent, för att alltså under 2023 klättra ytterligare ett par hack uppåt i rankningen. Den senaste undersökningen ägde rum under mars och april 2023 och omfattade 800 telefonintervjuer med boende i Östhammars och Oskarshamns kommuner.

I båda kommunerna har de lokala beslutsfattarna, med stöd från SKB och SSM, sedan tidigt 2000-tal drivit en demokratisk process för att bygga upp kunskapen om vad SKB:s planer för inkapsling och slutförvar skulle kunna innebära för kommunernas invånare, något som sannolikt bidragit till de höga betygen.

> Läs mer om hur de båda kommunerna bedrivit sin förankringsprocess i intervjuerna med **Margareta Widén-Berggren** från Östhammar och **Peter Vretlund** från Oskarshamn.



Från IAEA till EU och Sverige

– om lagar och regelverk

Hantering av använt kärnbränsle och annat radioaktivt avfall är en komplicerad process som styrs av en kedja av lika komplicerade lagar och regler. Globalt finns det Internationella atomenergiorganet IAEA med 177 medlemsländer.

På närmare håll har vi kärnavfallsdirektivet (2011/70/Euratom), som anger hur EU:s medlemsländer ska se till att använt kärnbränsle och radioaktivt avfall hanteras säkert. I Sverige har lagar och bestämmelser förändrats på över tid, idag är Kärntekniklagen, Strålskyddslagen och Miljöbalken de viktigaste.

I EU:s direktiv finns krav på en nationell plan. I Sverige är det Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM, som ansvarar för planen för hantering av använt kärnbränsle, radioaktivt avfall från

kärnteknisk verksamhet och avfall från exempelvis sjukhus och forskning. Planen beskriver vad som är radioaktivt avfall, vilka myndigheter som utövar tillsyn och vilka lagar och regler som gäller. Den redovisar mängden använt kärnbränsle och radioaktivt avfall som produceras i Sverige, samt uppskattar hur mycket som kommer att produceras framgent.

Sverige har undertecknat den internationella kärnavfallskonventionen om säkerhet vid hantering av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall. Alla länder som har undertecknat konventionen tar fram nationella rapporter som beskriver hur kraven möts. Var tredje år sammanställer SSM med stöd av bland annat SKB en nationell rapport som skickas till det internationella atomenergiorganet IAEA för granskning.

Källa: SSM

Kärntekniklagen och Miljöbalken – dubbel lagstiftning

För att bedriva kärnteknisk verksamhet krävs tillstånd enligt Kärntekniklagen eller Strålskyddslagen samt enligt Miljöbalken. Miljöbalken tillämpas parallellt med Kärntekniklagen och Strålskyddslagen.

Prövningen enligt Kärntekniklagen är främst inriktad på säkerhets- och strålskyddsfrågor. Prövningen enligt Miljöbalken avser mer övergripande frågor som plats, omfattning, påverkan på markanvändning och miljö, energi och transporter. Miljöbalken omfattar även säkerhet, tillsyn, samt krav på egenkontroll. Prövningen sker i Mark- och miljödomstolen.

Många år av förändrad lagstiftning och regelverk

1956: Riksdagen antar den första Atomenergilagen (1956:306). Den behandlar, bland annat, rätten att utvinna atomenergi.

1965: Statens strålskyddsinstitut, SSI, bildas. Uppgiften är att reglera all verksamhet där strålning förekommer.

1973: Svensk Kärnbränsleförsörjning AB bildas. I mitten av 1980-talet ombildas bolaget till Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, som bedriver forskning och utveckling för slutförvaret av använt kärnbränsle och kärnavfall.

1974: Statens Kärnkraftinspektion, SKI, bildas för hantering av frågor som rör säkerhetsförhållandena vid anläggningarna.

1977: Den så kallade villkorslagen (1977:140) införs. Kärnkraftreaktorer får inte laddas utan särskilt tillstånd av regeringen.

1978: Atomenergilagen får ett tillägg. Tillstånd krävs för att bearbeta, lagra eller förvara använt kärnbränsle eller radioaktivt avfall från reaktorer.

1981: Finansieringslagen införs för att täcka kostnaderna för hantering av använt kärnbränsle och för avveckling av reaktorerna. Kärnkraftsägarna ska betala en avgift per levererad kilowattimme.

1984: Kärntekniklagen ersätter Atomenergilagen och villkorslagen. Kärnkraftsägarna ska svara för

slutförvaringen och kärnavfall regleras hårdare i Strålskyddslagen jämfört med annat radioaktivt avfall.

1987: En ny bestämmelse i Kärntekniklagen träder i kraft; den så kallade förbudslagen. Tillstånd att uppföra en kärnkraftsreaktor får inte lämnas.

1998: Lagen (1997:1320) om kärnkraftens avveckling träder i kraft. Barsebäck ska stängas, men något årtal för en slutlig avveckling av kärnkraften lämnas inte.

2006: Kärntekniklagen ändras. Det är inte längre förbjudet att genomföra förberedande åtgärder för att bygga en reaktor.

2010: Lagen om kärnkraftens avveckling upphävs. Nya reaktorer får byggas om de ersätter befintliga på en plats där det finns reaktorer i drift. Kärnkraftsägaren får ett större skadeståndsansvar och staten får inte subventionera nya satsningar.

2022: Efter beredning av dåvarande miljö- och klimatminister Annika Strandhäll (S) beslutade regeringen att ge SKB tillstånd enligt Kärntekniklagen. Regeringen bedömde också att verksamheten som SKB har ansökt om uppfyller Miljöbalkens krav enligt försiktighetsprincipen och kravet på bästa möjliga teknik.



Ansi Gerhardsson

Under åren 2002-2012, från 2006 som kansliråd, arbetade Ansi Gerhardsson på Miljödepartementet med frågor rörande strålskydd och kärnsäkerhet, hantering och finansiering av kärnavfall och radioaktivt avfall. Hon var myndighetshandläggare för Strålskyddsinstitutet, SSI, och Kärnkraftinspektion, SKI, och hade ansvaret för bildandet av SSM genom sammanläggningen av SSI och SKI. Ansi Gerhardsson ingick i, och var kontaktperson, för flera utredningar och deltog i framtagandet av flera propositioner och förordningar, bland andra miljömålspropositionerna 2005 respektive 2010. Hon var under nästan tio år chef för Strålsäkerhetsmyndighetens enhet för slutförvar. I dag arbetar hon som senior strategisk rådgivare i generaldirektörens stab på SSM. Hon har även kallats Madame Slutförvar.

Slutförvaret – ett jättepussel i flera dimensioner

Ansi Gerhardsson, SSM:

–Om jag räknar rätt så har jag, om än i olika roller, arbetat med slutförvarsfrågan i över 21 år. Redan när jag kom in var det full rulle framåt i arbetet, processen hade ju faktiskt varit i gång i flera decennier innan dess. Sedan fortsatte det att vara intensivt i många omgångar över åren. Jag hade tur som fick en utmärkt mentor i Olle Söderberg, som hade djupa kunskaper på området. Det säger Ansi Gerhardsson, under nära tio år chef för Strålsäkerhetsmyndighetens enhet för slutförvar, i dag senior strategisk rådgivare på samma myndighet.

–Det fanns ett stort intresse för det vi gjorde och det som ibland kallas "kärnfamiljen", det vill säga de organisationer som var berörda, träffades ganska ofta i olika sammanhang. I efterhand kan jag säga att fanns en trygghet i processen, eftersom många av dem som var aktiva hos oss, men också utanför SSM, ofta fanns kvar väldigt länge i sina roller. Det gav oss både en djup kompetens och en stabilitet som gjorde att vi kunde arbeta på och även slussa in nya medarbetare på ett bra sätt. Det var en trygg fas. Idag ser jag att det är svårare att få in nya, och kanske också yngre, personer som kan föra processen vidare, kanske som en följd av hur branschen betraktats under ganska många år.

–Processen på SSM var, och är, egentligen som ett stort grupparbete. Vi var tvungna att fokusera på detaljerna, något som alltid är viktigt, men samtidigt måste vi klara att sätta in alla detaljerna i ett sammanhang och till en helhet. Det krävde att alla våra olika kompetenser – och vi behövde många olika sådana – samverkade. Jag brukar beskriva det som att vi tillsammans lade ett jättestort flerdimensionellt pussel. Det handlar ju om att få i hop hela bilden, från kemi och hydrologi till biologi och geologi. Om hur kopparkorrosion fungerar,

hur bentonitleran runt kapseln med det uttjänta bränslet förändras över tid, hur berget ser ut och hur själva slutförvaret konstrueras.

Den inre gruppen på SSM bestod av ett femtontal medarbetare, men växte tidvis till runt 60 till 70 personer. Vid behov hämtades också kompetens utifrån, både från Sverige och internationellt.

–Vi behövde förstås ha våra egna experter, men vi kunde också upphandla extern expertis i form av konsulter, eller olika typer av forskningsstöd. Dessutom hade vi ett mycket gott samarbete med våra kollegor i Finland, som ju stod inför samma frågor när det gällde sitt eget slutförvar, och som nu valt samma metod som vi i Sverige. Utöver det hade vi också ett bra samarbete i en grupp av sex länder, där förutom Sverige och Finland, även Frankrike, USA, Kanada och Schweiz fanns med. Vi stod alla inför samma typ av utmaningar och i gruppen kunde vi ganska kollegialt diskutera och bygga goda relationer över gränserna, säger Ansi Gerhardsson.

–När jag ser tillbaka, så tycker jag att det har varit en styrka att vi under hela resans gång också har diskuterat med de olika miljöorganisationerna som engagerar sig i frågan. Det fanns och finns en oro för säkerheten och då är det bra om någon kommer in med tuffa frågor och säger "Vad händer om...?". Kärnkraftsbranschen är liten och det finns alltid en risk för att vi som finns där använder ett internt och komplicerat språk. Om "utsidan" inte förstår vad vi säger, behöver vi bli tydligare i vår kommunikation. Vi kan inte förvänta oss konsensus i alla lägen, men söker acceptans, säger Ansi Gerhardsson.

Och just acceptansen för att vi behöver ett slutförvar för det uttjänta kärnbränslet är viktig, för det finns inte så många alternativ, menar hon.

-Nej, andra mer eller mindre fantasifulla möjligheter, som att dumpa restprodukterna i havet, skjuta upp dem mot solen med en raket, eller borra djupa hål kilometervis ner i berget, faller alla på osäkerheten – de är svåra att hantera och något kan gå fel. När det gäller berglagring har vi helt enkelt en högre kompetens.

Under processens gång har det tidvis funnits en diskussion om kärntekniklagen och Miljöbalken när det gäller slutförvarsfrågan och om någon av dem skulle ses som överordnad den andra.

-Det resonemanget håller jag inte med om. Lagarna är parallella och ingen är över- eller underordnad den andra. Lagstiftningen har inte genom de två lagarna haft olika syn på slutförvarsfrågan. Mark- och miljödomstolen, som agerar utifrån

miljöbalken, landade i att regeringen kunde bevilja tillåtlighet om SKB kom in med kompletterande underlag. SSM å sin sida granskade utifrån kärntekniklagen och landade i att SKB visat att metoden är säker. Det har varit parallella processer och tidvis en utmaning, men SSM är regeringens expertmyndighet när det gäller strålsäkerhet. Vi bidrar med vår kompetens, ytterst är det regeringen som fattar beslut om tillåtlighet och tillstånd, betonar Ansi Gerhardsson.

Det har också diskuterats varför kraven på hanteringen av kärnkraftens restprodukter är så höga, medan motsvarande krav inte gäller för exempelvis arsenik och kvicksilver som, till skillnad från radioaktiva ämnen, inte bryts ner naturligt över tid. Även här är Ansi Gerhardsson kort och koncis.

-Det enkla svaret är att SSM inte gör sådana jämförelser, det ligger helt enkelt inte inom vårt ansvarsområde.

Under det senaste året har behovet av en utbyggnad av kärnkraften diskuterats flitigt och inläggen har kommit från såväl politiskt håll, som från näringslivet. Men vad händer om vi ska bygga ut, oavsett om det handlar om storskaliga anläggningar, eller mindre SMR? Blir det en helt ny slutförvarsprocess som startar då?

-Det blir en helt klart en omstart, eller nystart, beroende på vilka aktörer som kommer in. Är de befintliga eller nya, och på vilken typ av teknik de vill använda – snarlik dagens, eller helt ny? Det kommer, precis som tidigare, att handla om platsval, beredskap, teknik, men också om geopolitiska avvägningar. Till sist handlar allt om säkerhet. Vi ska ha systemperspektivet i både detaljer och helhet, oavsett om det handlar om kriterier för platsval, barriärfunktioner eller andra faktorer. Som den före detta miljöministern Andreas Carlgren sade: "Det som gäller är säkerhet, säkerhet, säkerhet". Precis så är det.



Illustration: Lasse Widlund



Carl-Reinhold Bråkenhielm och Kärnavfallsrådet

Carl-Reinhold Bråkenhielm, född 1945 i Köping, är präst, teolog, författare och professor emeritus i empirisk livsåskådningsforskning vid Uppsala universitet. Han disputerade 1975 på en avhandling om samspelet mellan filosofi och religion. Under en lång forskarkarriär har han publicerat ett stort antal texter om religionsfilosofi, men också texter med medicinsk-naturvetenskapliga perspektiv. Den senaste publicerades 2023 med titeln Livsmeningar. En tankebok (Fri tanke) och är skriven tillsammans med hans hustru, Lotta Knutsson Bråkenhielm. Under nära 30 år har han varit ledamot i Kärnavfallsrådet, en tvärvetenskaplig kommitté med uppgift att vara rådgivare åt regeringen i frågor som rör slutförvar av kärnavfall och använt kärnbränsle, samt avställning och rivning av kärntekniska anläggningar. Åren 2013–2022 var Carl-Reinhold Bråkenhielm rådets ordförande. Kärnavfallsrådet avvecklades, efter 30 års verksamhet, genom ett regeringsbeslut i början av 2022.

Nästa gång: Tänk långsiktigt – låt avfallsfrågan vara med från början

När kärnkraften, och inte minst hanteringen av det uttjänta kärnbränslet diskuteras, brukar det i, allt väsentligt ofta förenklas till frågor om teknik och om vilka politiska beslut som fattats – eller ibland inte fattats – under resans gång. Andra aspekter som då, oförtjänt, hamnar i skuggan är de grundläggande etiska och moraliska, de som handlar om hur vi tar vårt ansvar för det vi gör, inte bara nu och idag, utan också när det gäller de generationer som kommer efter oss. Vi måste tänka mer långsiktigt, inte begränsa oss till de politiska mandatperiodernas korta livslängd.

Carl-Reinhold Bråkenhielm har varit ledamot i Kärnavfallsrådet sedan tidigt 1990-tal och dessutom dess ordförande mellan 2013 och fram till nedläggningen 2022. Han har, bland annat, ägnat lång tid till att formulera ett antal viktiga grundregler, kalla det principer, eller kanske hållpunkter, för hur vi bör förhålla oss till etik och moral i kärnkraftens tecken. Men hur kommer det sig att en teolog ägnar sig åt just detta?

–I mitt arbete på Uppsala universitet har jag sysslat med etik som forskningsämne och då inom ett ganska begränsat område, nämligen tekniket. Min far var civilingenjör och vi hade en hel del diskussioner om teknikfrågor redan hemma i familjen, och det var en av orsakerna till att jag började intressera mig för teknik och senare för kärnkraftsfrågan. Kärnavfallsrådet kom jag in i på 1990-talet. Jag har strävat efter att knyta an till de idéer och hållpunkter som tagits upp i kärnkraftsdiskussionen, och försökt ta ett steg vidare för att skapa en användbar etisk terminologi. Utgångspunkten för mig har varit hur vi ska nalkas kärnbränslefrågan ur ett moraliskt perspektiv. Ytterst handlar det om vad som är bra för våra medmänniskor och hur det kan styra vårt handlande. Jag har kommit fram till ett antal principer som jag tycker att man alltid bör ha med sig i diskussionen, säger Carl-Reinhold Bråkenhielm.

Carl-Reinhold Bråkenhielms grundprinciper för kärnavfallsetik – en sammanfattning:

1. ANSVARSPRINCIPEN

Dagens generation, som haft nytta av kärnkraften, bär också ansvaret för att finna en säker metod för hanteringen av dess avfall.

2. SVÅRTILLGÄNGLIGHETSPRINCIPEN

Kärnvapenspridning bör försväras genom att avfallet görs svåråtkomligt.

3. HUSHÅLLNINGSPRINCIPEN

Alla som bedriver en verksamhet ska hushålla med råvaror och energi, samt utnyttja möjligheterna att återvinna sitt avfall.

4. PRINCIPEN OM BÄSTA MÖJLIGA TEKNIK

Den teknik som används ska vara den bästa tillgängliga (Även kallad BAT, Best Available Technology).

5. RÄTTVISEPRINCIPEN

Framtida generationer har samma rätt till liv och hälsa som den nutida.

6. AUTONOMIPRINCIPEN

Framtida generationer bör tillerkännas samma autonomi som vi har.

7. INFORMATIONSPRINCIPEN

Framtida generationer har rätt till tillförlitlig information om slutförvarets konstruktion och innehåll.

-Vissa av principerna är ganska enkla, att vi tar hand om våra resurser på ett bra sätt, och att vi också tar hand om det avfall vi producerar. Eller att vi inte kan slutdeponera och sedan slänga nyckeln i sjön och hoppas att ingen någonsin hittar deponin. Vi måste säkerställa att de som kommer efter oss på något sätt får information om vad vi har gjort. På det området tycker jag att det kommit en vändning i diskussionen om behovet av att bevara och föra över minnet, säger Carl Reinhold Bråkenhielm.

-Det finns många intressanta tankar, inte minst hos SSM, om hur man kan göra det – dels genom att skapa redundans och se till att informationen finns tillgänglig på flera olika ställen så att den inte slås ut om något händer, dels genom att hitta metoder för att kontinuerligt uppdatera informationen, så att den förblir begriplig även efter långa tidsperioder.

Det finns också områden där de olika principerna kan hamna i konflikt emot varandra.

-Ett sådant exempel är förstas när man ställer autonomi-principen mot ansvarsprincipen. Om vi, till exempel, bestämmer oss för att deponera vårt kärnavfall i urberget, så påverkar vi ju faktiskt kommande generationers handlingsfrihet när det gäller deras möjligheter att hantera avfallet på det sätt som de anser bäst. Ett annat är ansvarsprincipen gentemot hushållningsprincipen. Om vi tar det som vi tycker är vårt ansvar och slutdeponerar, gör vi det ju mycket svårare för både oss och för nästa generation att upparbeta och återanvända bränslet på det sätt som man faktiskt kan göra. Men jag tror att extra omsorg om informationen, åtminstone delvis, kan kompensera för en minskad autonomi. Om vi kan förklara hur vi har resonerat, kan det kanske både kan göra det enklare för våra efterkommande att plocka upp bränslet, om de så vill, men också minska risken för att de gräver i onödan av nyfikenhet.

-Det blir svåra avvägningar, men vi måste kunna och våga ställa frågor som handlar om hur vi maximerar säkerheten och sedan ställa dem gentemot framtidens vilja att själva vilja lösa sina problem. Om vi avsiktligt väljer att begränsa deras autonomi och låter säkerheten gå före valfrihet, blir vi ju paternalistiska, i överförd bemärkelse hönsammor, som inte vågar låta barnen välja själva, eftersom vi anser det vara för farligt. Då måste vi bestämma oss för om det är rätt väg att gå, eller om det inte är det, säger Carl-Reinhold Bråkenhielm, som menar att principerna fungerar även när det gäller hanteringen av andra farliga ämnen, som arsenik och kvicksilver.

-Principerna går att applicera, även om de delvis skiftar karaktär och kräver en hel del eftertanke. Det finns ämnen som är mycket giftiga, även över lång tid, men som också kan vara användbara, så med hänsyn till hushållningsprincipen kan det vara rimligt att inte slutdeponera dem och göra dem mer eller mindre svåråtkomliga. De kräver ju inte heller en avancerad och potentiellt farlig upparbetningsprocess, som för använt kärnbränsle.

-Det som jag ser som den stora utmaningen idag är nog inte tekniken i sig, eller vår förmåga att tänka etiskt och medmänskligt, utan den politiska kortsiktighet som vi lever med. Politiken har möjlighet att skapa de kollektiva system

som vi behöver, men också inbyggda begränsningar i form av kortsiktighet. En mandatperiod är en väldigt kort tidsperiod, kärnavfallshantering kräver långsamhet och långsiktighet. Man måste lyfta blicken och tänka mycket, mycket längre än fyra år. Det är därför det är viktigt att vi, i en eventuell fortsatt utbyggnad av kärnkraften, ser till att avfallsfrågan finns med från början, inte som förra gången då den dök upp efter hand. Nu diskuteras SMR som en möjlighet, men även de kommer att generera avfall när de tas i bruk, och det avfallet kan vara av en annan typ än dagens, och därför kräva en annan typ av slutförvar. Hur påverkar det konstruktion och platsval? Jag tycker att det är oroande att slutförvarsfrågan inte har aktualiserats mer i den pågående debatten.



Behövs ett slutförvar, kan man inte återanvända bränslet?

Kan vi inte låta bli att bygga ett slutförvar, och i stället återanvända restprodukterna? I dagens process använder man ju bara 4-5 procent av den totala energin som är möjlig att utvinna, och ur hållbarhetssynpunkt kan man betrakta det kvarvarande bränslet som en resurs istället för avfall.

Svaret är att det går, och görs, av ett antal kärnkraftsländer som Belgien, Japan, Frankrike och Ryssland. Då använder man framför allt det plutonium som bildas när det ursprungliga bränslet använts. Man upparbetar bränslet genom att lösa upp det och separera de olika beståndsdelarna, för att sedan omvandla det till mer praktiskt hanterbart så kallat MOX-bränsle, som kan användas i lättvattenreaktorer. MOX-bränslet används en gång i sådana reaktorer och minskar behovet av uranbrytning med omkring 15 procent.

Med nästa generations kärnkraftssystem finns potentialen att sluta bränslecykeln genom att återanvända bränslet åtskilliga gånger och därmed få ut mycket mer energi ur bränslet än vad som görs idag. Med ett sådant system behövs det inte någon mer uranbrytning och det minskar avsevärt mängden långlivat avfall som behöver förvaras. De så kallade snabbreaktorer som behövs för en sluten bränslecykel utvecklades redan på 1960-talet. Flera länder har testat och drivit sådana reaktorer och det finns idag två stycken i kommersiell drift i Ryssland, samt några som är under konstruktion, varav två i Kina och en i Indien.

Tekniken för den upparbetning som krävs för upprepad återanvändning av bränslet finns, men i dagsläget och inom en överskådlig framtid kommer det att vara billigare att ta upp nytt uran med konventionell gruvbrytning, istället för att återanvända bränslet. Med ett system där bränslet återanvänds går det att reducera mängden långlivat avfall avsevärt, men det tar inte helt bort behovet av ett slutförvar.

Vi behöver också ta hänsyn till en annan tidsaspekt som kan vara lite oväntad. När våra nuvarande svenska reaktorer har tjänat ut, kommer vi att ha ungefär 12 000 ton gammalt bränsle som vi behöver ta hand om i ett slutförvar. Även om vi bygger ett ganska stort antal nya kärnkraftverk med nästa generations teknik och använder MOX-bränsle, som delvis bygger på det uttjänta bränsle vi redan har, så kommer vi inte hinna göra av med det inom överskådlig tid. På det sättet kan man säga att vi, på ett sätt, skapat en skattkista som vi inte har förmåga – eller behov – av att utnyttja fullt ut. Dessutom kommer även uttjänt bränsle från en ny generation kärnkraft behöva lagring. Så vi kommer helt enkelt inte ifrån behovet av ett slutförvar.

