

HÅKAN HAGWALL

Kärnspöken

Om energi, rädsla och myter

Kärnspöken

Om energi, rädsla och myter

Håkan Hagwall

Kärnkraftsäkerhet och Utbildning AB (KSU)
Box 1039
SE - 611 29 NYKÖPING

ISBN-91-631-3817-4
© Håkan Hagwall och KSU

Omslag: Karlerik Lindgren AB

Tryck: Österbergs & Sörmlandstryck, 2003

Förord

Redan i forntiden, långt före upptäckten av radioaktivitet och röntgenstrålar fanns föreställningar om strålar med magiska egenskaper, som oroade människor.

Även i modern tid finns en oro för strålar från radioaktiva ämnen – joniserande strålar – och från elektromagnetisk strålning (senast aktuellt i samband med utbyggnaden av 3G-nätet). Gemensamt är att denna strålning inte kan uppfattas med något av våra sinnen och att allmänheten inte vet särskilt mycket om strålarnas egenskaper, hälsoriskerna eller hur man skyddar sig.

Oron, befogad eller ej, har gett upphov till många myter om strålningen och dess verkningar. Särskilt om den joniserande strålningen och en av dess viktiga källor – kärnkraftverksamheten – finns en omfattande mytbildning, som i Sverige under de senaste 25 åren också fått stor betydelse för energipolitiken. Följderna av denna oro är mycket påtagliga: kärnkraftverk har stängts genom politiska beslut och kommer att stängas med mycket stora samhällskostnader som följd.

Mot denna bakgrund har Analysgruppen vid KSU bett Håkan Hagwall att beskriva den oro och den mytbildning som den joniserande strålningen och kärnkraften har gett och ger upphov till. I några avslutande faktaavsnitt beskrivs också verkligheten bakom myterna.

Håkan Hagwall är journalist. Han anställdes 1975 vid Svenska Dagbladet och var från 1991 till 2000 dess politiska redaktör. Han har under hela sin tid som journalist följt den svenska energipolitiken. Han svarar ensam för innehållet i skriften, men de avslutande faktaavsnitten har granskats av Analysgruppens experter.

Analysgruppen vid KSU
www.analys.se

Innehåll

Oron som styr	7
Folkopinionen	8
Svärdet och plogbillen	13
Fruktan	17
Riskuppfattning och riskhantering	25
Reaktorsäkerhet	29
Kärnkraft och strålning	33
Myter om strålning	40
Slutord	45
Referenser	46

Oron som styr

Rädsla har varit en utgångspunkt för svensk kärnkraftpolitik, alltsedan denna på 1970-talet kom upp till den yta där politiken blir omstridd partipolitik. Sedan 1986, Tjernobylolyckans år, har oron varit kärnkraftpolitikens överordnade princip. Det var då de ansvariga politikerna började upprepa formeln: *Man måste respektera människors oro.*

Det är en vettig regel; naturligtvis ska man ta människors oro på allvar.

Men det är någonting annat än att avstå från att sprida kunskap om verkliga förhållanden och därmed rätta till den oro som är obefogad.

Och det är någonting annat än att utgå från att alla människor, eller ens flertalet av dem, delar den mest upphetsade oron.

Och det är någonting annat än att falla undan för en oro, som saknar verklighetsunderlag, och låta den bli den avgörande faktorn för landets energipolitik.

Men det är just det som har inträffat. Beslutet om en förtida avveckling av de tolv svenska kärnkraftreaktorerna hade människors oro som huvudmotivering.

Detta påstående kräver ett par preciseringar:

1. Begreppet förtida avveckling används här i betydelsen: Politiskt beslutad definitiv stängning av en reaktor som fortfarande kan drivas säkert och ekonomiskt lönsamt.

2. På senare år har strävan efter vad som kallas *Hållbar utveckling* införts som retorisk princip för bland annat energipolitiken. Motsvarande debatt finns inte alls om t ex svensk järnmalsbrytning eller aluminiumtillverkning.

Den hållbara utvecklingen saknar dock faktiskt bäring, åtminstone hittills, på den förtida avvecklingen, eftersom denna inte har balanserats genom att det har tillkommit ny elenergi från förnybara källor.

Möjligen kan man säga att kravet på hållbar utveckling har bromsat reaktoravvecklingen: Det har bara varit alltför lätt för kritikerna att påvisa att den el som ska ersätta reaktorbortfallet härstammar från allt annat än förnybara och miljövänliga källor; den skaffas fram genom import från fossileldade kraftverk.

3. Det har ofta sagts att avvecklingspolitiken hos dem som verkligen förfogat över de politiska avgörandena har haft helt andra motiv än vare sig respekt för människors oro eller hållbar utveckling.

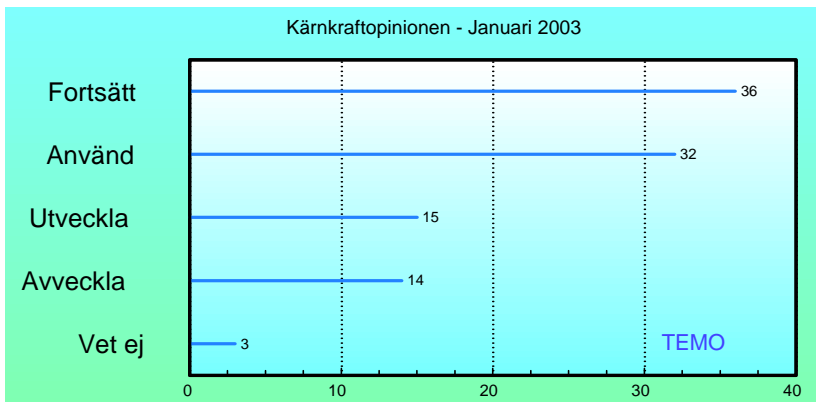
Förklaringen skulle i stället vara partitaktiska motiv, alltså dels fruktan för att förlora marginalväljare, dels behov av stödpartier.

Denna förklaring kan vi här lämna därhän, eftersom vårt ämne just nu är människors oro för kärnkraften.

Folkopinionen

Svenska folket har i dag en positiv inställning till att använda den befintliga kärnkraften. Så har det varit länge, med ett par tillfälliga hack i samband med olyckorna i Harrisburg och Tjernobyli. Enligt den senaste undersökningen från TEMO (januari 2003), utförd för KSU, anser:

- 36 procent att vi ska fortsätta använda kärnkraften i samma omfattning som i dag, dvs vid behov förnya de reaktorer som nu finns
- 32 procent att vi ska använda kärnkraften till dess att nuvarande reaktorer läggs ner av säkerhets- eller kostnadsskäl
- 15 procent att vi ska utveckla kärnkraften och i framtiden satsa på fler reaktorer
- 14 procent att vi ska avveckla kärnkraften genom regeringsbeslut att stänga reaktorer, även om tillsynsmyndigheterna inte anser detta nödvändigt av säkerhetsskäl
- 3 procent tvekar eller vet ej



Det avspeglar ett brett folkligt stöd för användning av kärnkraften och ett motsvarande svagt stöd, ungefär en sjundedel, för den avvecklingspolitik riksdagen har beslutat om.

På det stora hela motsvarar resultatet tidigare TEMO-rapporter, men avviker något från föregående undersökning, antagligen därför att sträng kyla och därav följande höga elpriser har förstärkt motviljan mot förtidsavvecklingen.

Den generella bilden – starkt stöd för kärnkrafts användning, mycket svagt stöd för förtidsavveckling – motsvarar också den bild som ges i de senaste opinionsundersökningarna från SOM-institutet vid Göteborgs Universitet.

Vad oroar svenskarna?

Svenskarna vill således använda kärnkraften. De kan förstås vara rädda för den ändå. Men är de det?

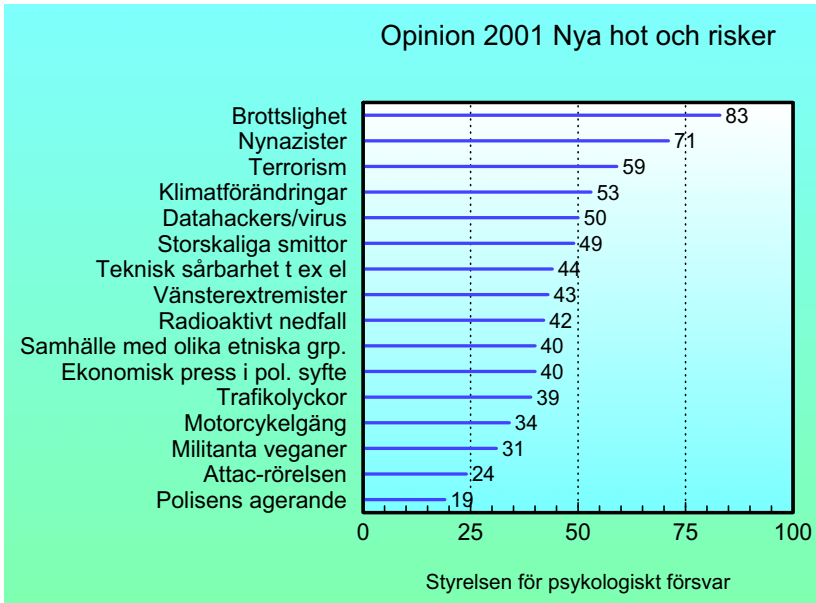
I opinionsundersökningen *Opinion 2001. Nya hot och risker. Den svenska allmänhetens syn på samhället, säkerhetspolitiken och försvaret*, utförd av *Martin Bennulf* för Styrelsen för psykologiskt försvar, förekommer en del uppgifter om kärnkraft och oro.

En av frågorna löd: ”Om du tänker på Sverige de närmaste tio åren, hur oroande anser du då följande saker är?” Därpå följer en uppräknig av sexton företeelser man skulle kunna vara orolig för.

En av dessa, den enda i urvalet som har direkt anknytning till en eventuell oro för kärnkraften, är ”radioaktivt nedfall”. Sådan oro förekommer. Men radioaktivt nedfall kommer först som nummer 9 i allmänhetens bedömning av allvaret av de namngivna hoten. 42 procent fann hotet ”radioaktivt nedfall” mycket oroande eller ganska oroande.

Mest oroad var människorna av ”brottslighet”, 83 procent, och ”nynazister”, 71 procent.

Fråga i Opinion 2001: Om du tänker på Sverige de närmaste tio åren, hur oroande anser du då följande saker är? I diagrammet har andelen (i procent) som svarat ”mycket oroande” och ”ganska oroande” placerats i rangordning.



Det kan vara värt att notera att ”klimatförändringar” ses som ett förhållandevis allvarligt hot, som nummer 4, med 53 procent mycket oroade eller ganska oroade. Just risken för klimatförändringar som resultat av utsläpp av växthusgaser, förorsakade av fossilförbränning, brukar anföras som ett argument för kärnkraft.

Det bör också noteras att inget sägs om att oron för ”radioaktivt nedfall” skulle vara kopplat till svenska kärnkraftverk. De nämnvärda radioaktiva nedfall som faktiskt förekommit över vårt land har varit orsakade av kärnva-
penprov på 1960-talet och Tjernobylolyckan, se diagrammet på sidan 28.

Det är viktigt att hålla i minnet att den här opinionsundersökningen från Styrelsen för psykologiskt försvar innebar att de tillfrågade ställdes inför sexton namngivna eventuella hot. De hade således inte möjlighet att ta ställning till en massa andra tänkbara hot och risker.

I motsvarande undersökning året därpå, utförd under hösten 2002, ställdes en annorlunda formulerad, öppen fråga: Upplever du att det idag finns något som påtagligt hotar vårt land? På denna fråga svarade 68 procent nej. Bland de 30 procent som upplevde ett hot var det mindre än en procent (i praktiken en enstaka person) som angav ”bristfälliga kärnkraftverk i vår närhet” som det åsyftade hotet. En procent nämnde hot som sammanfattas som ”energi/energiproblem i världen (kärnkraft, -lagring)”.

Denna opinionsundersökning ger således ett ganska entydigt besked om att svenska folket inte ser kärnkraften som ett ”påtagligt hot mot vårt land”.

Detta utesluter självfallet inte att det kan finnas åtskilliga som i viss mån oroas av kärnkraften. Det är också vad som kommer fram i en undersökning från 2001, utförd av professor *Lennart Sjöberg*, Centrum för Riskforskning vid Handelshögskolan i Stockholm.

Där ställdes inledningsvis den öppna frågan: ”Vilka är de viktigaste hoten mot Sverige för närvarande?” Bland svaren kom ”Kärnkraften–olyckor” som nummer sju efter ”Arbetslösheten”, ”Miljön”, ”Rasering av välfärden” osv.

I en annan, flerfaldigt preciserad, fråga om en rad tänkbara (och ganska otänkbara) hot skulle de svarande säga sin åsikt om 1) risken 2) sannolikheten 3) hur allvarliga konsekvenserna skulle vara, om hotet blev verklighet, samt 4) vilka krav man hade på riskminskning för respektive hot.

(Kravet på riskminskning var genomgående högt. Oberoende av hur stor eller liten risken är, hur sannolikt hotet är och hur allvarliga konsekvenserna skulle vara, tycker folk att det är viktigt att minska riskerna.)

Beträffande kärnkraften var resultatet att "Katastrof i ett utländskt kärnkraftverk" genomsnittligt bedömdes som en förhållandevis stor risk, 4,81 på en skala från 0 till 7, där 0 betyder obefintlig risk och 7 betyder mycket stor risk. Flertalet av de risker som bedömdes som större ligger inom ramen för sociala spänningar, arbetslöshet och brottslighet. Konsekvenserna av en utländsk kärnkraftolycka bedöms som svarande de svarande som allvarliga 5,83, och sannolikheten som ganska hög, 4,55.

När det gällde hotet "Katastrof i ett svenskt kärnkraftverk" uppfattas risken som låg (2,59) likaså sannolikheten (2,31), men konsekvenserna, om en sån katastrof ändå skulle inträffa, som allvarliga (5,97).

En betydande del av svenska folket räknar således med att kärnkraft i utlandet, opreciserat var, kan innebära betydande risker för en stor olycka, medan den sortens risk på hemmaplan bedöms som avsevärt lägre.

Under hösten 2002 lät Statens Strålskyddsinstitut, SSI, TEMO undersöka bl a hur oroliga invånarna är för olika former av strålning.

Undersökningen visar att 32 procent kände oro för någon form av strålning. Det är en markant minskning i förhållande till en liknande undersökning 1994, då motsvarande andel var 45 procent.

Vilken strålning som mest oroar dessa som oroas 2002 är mycket markant: 50 procent anger strålning från mobiltelefoner, 20 procent anger solstrålning, 16 procent strålning från datorer. Oro för strålning från kärnkraftverk kommer på sjätte plats: 11 procent av den tredjedel som alls känner oro för strålning. Det skulle betyda att endast tre-fyra procent av hela befolkningen oroas av strålning från kärnkraftverk.

En annan fråga är hur farlig man uppfattar att strålning av olika slag är. Den typ av strålning som de flesta tror är farlig är radioaktivt nedfall vid en kärnkraftolycka i Sverige (95 procent) och utomlands (91 procent). Därefter följer "solarium" (76 procent) och "radon i bostäder" 70 procent. Det vill säga:

Radioaktivt nedfall från en kärnkraftolycka skulle vara farligt, men mycket få oroar sig för att det kommer att inträffa.

Ett avspänt förhållande

Sammanfattningsvis kan man av dessa undersökningar konstatera att svenska folket har ett ganska avspänt förhållande till kärnkraften. Den uppfattas som en nyttighet som ingalunda är helt oproblematiserad men så nödvändig, och i Sverige så betryggande hanterad, att man inte vill avstå från att använda den.

Det har många gånger påpekats att det knappast är kärnkraften i sig som är omtyckt; det är den elenergi kärnkraften alstrar man är intresserad av. Detta

är en av förklaringarna till den snedbalans i engagemang som har präglat kärnkraftdebatten i decennier.

Å ena sidan finns en majoritet som vill använda våra kärnkraftreaktorer utan att precis älska dem och därför inte gör mer väsen av saken än nödvändigt.

Å andra sidan står en minoritet som är starkt negativ till kärnkraften, fruktar och avskyr den, och som därför också är långt mer högröstad i sina ansträngningar att motarbeta kärnkraften än någonsin anhängarna har varit när det gällt att stå upp för den.

Svärdet och plogbillen

Att människor kunnat oroas inför kärnkraften har naturligtvis varit sant så länge den funnits – och faktiskt även längre än så. Men det dröjde innan ett någorlunda starkt folkligt motstånd uppstod, vilket, som så mycket annat i den vägen, skedde i USA.

Faktum är att kärnkraften inledningsvis mötte ett ganska brett välkomnande, då man efter andra världskriget under benämningen *atomkraftens fredliga användning* förverkligade den civila kärnkraften. De insikter och fysikaliska fakta som hade legat till grund för atombomben kunde utnyttjas för att framställa stora mängder förhållandevis billig energi för vardagligt bruk. Det var många som citerade profeten Jesajas ord om att smida om svärd till plogbillar.

Nu var det dock inte alls så att bibeltextens svärd i den samtida verkligheten, dvs atombomben, avskaffades. Tvärtom fortsatte utvecklingen av kärnvapnen i rasande fart. Både USA och Sovjetunionen utvecklade vätebomben. Även Storbritannien och Frankrike skaffade kärnvapen. Hundratals provsprängningar genomfördes.

Detta väckte ett växande motstånd, dels gentemot vapnens fasansfulla förstörelsekraft som sådan, dels gentemot den miljöförstöring provsprängningarna åstadkom på provplatserna ovan jord (t ex på Bikiniatollen) och det radioaktiva nedfall från de atmosfäriska proven som spreds med vindarna. Även i Sverige blev under 1960-talet reaktionen kraftig på grund av nerfallet över renarnas betesmarker. Atomvapnen skapade en världsomspännande ångest.

1963 undertecknade USA, Sovjet och Storbritannien ett provstoppsavtal som förbjöd kärnvapenprov i atmosfären, rymden och under vattnet. Mot slutet av decenniet undertecknades också det första ickespridningsavtalet. Detta förutsatte internationell kontroll av klyvbart material, en uppgift som lades på FN:s kärnenergiorgan International Atomic Energy Agency, IAEA.

Förskjutet fokus

1960-talet är också årtiondet då kärnkraften börjar tas i bruk i större skala. Därmed glider fokus i motståndet och skrämselfn över från atomvapnen till den civila kärnkraften. En av de ledande organisatörerna av den civila kärnkraften i USA, David Lilienthal, har givit en psykologisk förklaring, eller åtminstone kommentar, till denna förflyttning av motståndets fokus:

”Alla förutsättningar för en klassisk ångestförskjutning var tillstädes. Det fanns en ihållande rädsla för ett kärnvapenkrig.

Det fanns ingen möjlighet att undanröja rädslan på det enda reella sättet, dvs att bli av med kärnvapnen; de fanns, och de länder som hade dem fortsatte att utveckla dem.

Slutligen fanns det ett annat mål, som frustrationen och motståndet kunde riktas om emot, och detta så mycket mer självklart, på grund av allt sådant som bomber och reaktorer hade gemensamt.”

Men det dröjer till slutet av sextioalet och början av sjuttioalet innan ett brett folkligt motstånd gör sig gällande. I Sverige blev kärnkraften inte en politisk stridsfråga förrän 1973.

Först det program på 13 reaktorer som antogs 1975 ledde till strid i riksdagen.

Atombomben – kärnkraftsmotståndarnas vapen

Rädslan för kärnkraften hämtade näring ur rädslan för atombomben. Denna koppling var också något de aktiva motståndarna spelade på. Kärnkraftsreaktorer har beskrivits som veritabla atombomber, som hotar att flyga i luften med konsekvenser liknande atombombsfällningarna över Hiroshima och Nagasaki.

Många motståndares förkärlek för termen *atomkraft* är betingad av ambitionen att påminna om kopplingen. *Folkkampanjen mot kärnkraft – kärnvapen* heter inte så därför att det skulle finnas några svenska kärnvapenplaner att göra motstånd emot utan för att belasta ordet – och företeelsen – kärnkraft.

Samma stigmatiserande idé ligger bakom motståndarnas konsekventa vana att för använt kärnbränsle begagna ordet *atomsopor*, en sammanställning av två negativt värdeladdade ord.

Inför den svenska folkomröstningen 1980 avslutades en antikärnkraft-gudstjänst i Stockholms Storkyrka med en fiktiv atombombsexplosion. Några dagar före omröstningen hävdade en professor i praktisk filosofi att en kärnkraftolycka i Sverige skulle förvandla sin omgivning till ett Hiroshima.

Numera finns det skäl att tro att de flesta svenskar vet att dylika jämförelser är felaktiga; kärnkraftsreaktorer är inga atombomber.

Däremot kan man, som Nordkoreas åter igångsatta projekt har aktualiserat, konstruera reaktorer som gör det möjligt att producera plutonium för kärnvapenbruk.

Men att använda kärnkraftsreaktorer i detta syfte är en dyrbar och opraktisk omväg för den stat som har atomvapen som det primära målet.

Helvetesmaskinen

Att kärnkraft tankemässigt kopplas ihop med kärnvapen är dock naturligt för att inte säga självklart:

I båda fallen är det fråga om att utvinna energi genom att atomer klyvs i en kedjereaktion.

I båda fallen uppkommer radioaktivitet.

Och kärnkraften introducerades, som sagt, under stort tal om att det var samma atomkraft som dittills hade använts i förstörelsesyfte som nu skulle få en fredlig användning. För ett antal decennier sedan kunde det kanske gå hem att som nyssnämnde filosofiprofessor identifiera en kärnkraftreaktor som en potentiell atombomb. Och den amerikanska filmen Kinasyndromet kunde skrämja med samma tema. Men i dag lär det inte vara möjligt att inbilla ett någorlunda upplyst folk, som exempelvis Sveriges, att en kärnkraftolycka, om än aldrig så elakartad, skulle kunna jämföras med en atombombs-explosion.

Den enorma explosion, utvecklande en ohygglig mekanisk energi och hetta, som är atombombens funktion, är helt enkelt omöjlig i en kärnkraftreaktor. Det kan påpekas att den helt dominerande delen av de uppskattningsvis 80–100 000 människor som dog av atombombsfällningen över Hiroshima 1945 dödades av hettan och/eller tryckvågen, de flesta omedelbart.

Sådana effekter kräver att helvetesmaskinen är konstruerad för att åstadkomma detta helvete.

Den stora kärnkraftolyckan

Kärnkraftolyckor kan vara mycket allvarliga, särskilt om reaktorkonstruktionen är ålderdomlig, den förebyggande säkerheten usel och den praktiska hanteringen ansvarslös. Det är Tjernobylolyckan ett exempel (det värsta) på. Den krävde:

- 30 dödsoffer i direkt anslutning till själva olyckan,
- 134 säkert konstaterade fall av akut strålsjuka,
- en ökning de följande åren fram till nu med cirka 2 000 fall av sköldkörtelcancer bland dem som var barn vid tiden för olyckan (en kategori som omfattar 10 miljoner),
- däremot ännu inga andra cancerformer, vare sig bland vuxna eller barn.

Därutöver åstadkom olyckan ett stort psykosocialt och socioekonomiskt elände till följd av flykt och mer eller mindre välmotiverade tvångsomflyttningar, nyckfull politik etc. Några medicinska effekter av Tjernobylolyckan i Sverige har inte kunnat konstateras.

Tjernobylolyckans konsekvenser, såsom de har presenterats i en aktuell

FN-rapport, har utförligt sammanfattats i Analysgruppens Bakgrund nr 1 2003, *FN:s analys av Tjernobylyolyckan*.

En katastrof således, ändå något helt annat än en atombombsexplosion. Vid det här laget brukar även starkt engagerade kärnkraftsmotståndare avhålla sig från att uttryckligen hävda att kärnkraftreaktorer är potentiella atombomber. Men man kan på flera sätt ändå framkalla associationen.

I ett faktablad från Folkkampanjen påstås till exempel att följden av en stor olycka i Barsebäck kan bli att man måste utrymma Malmö- och Köpenhamnsområdet i hundra år. Författaren till bladet undviker alltså den uttryckliga identifikationen mellan kärnkraft och atombomb men framkallar bilden genom ett annat påstående (som inte är sant).

Det tycks, att döma av den fortgående debatten och av vad vi vet genom undersökningar och yttringar av människors rädsla för kärnkraften, som om denna rädsla inte längre egentligen gäller normaldrift av kärnkraften. Folkflertalet tror inte att fungerande reaktorer sprider farligheter omkring sig. Det är konsekvenserna av om det går snett som är fruktade.

Rädslan för kärnkraft är framförallt rädslan för en kärnkraftolycka. Men inte för den bokstavliga sprängkraften, den omedelbart förgörande verkan. Det går att räkna upp många typer av olyckor, både naturkatastrofer och sådana som är betingade av mänsklig aktivitet, som i det avseendet är långt mer förödande, och som faktiskt förekommer, från orkaner, jordskalv och översvämningar till flyg- och fartygsolyckor, giftutsläpp, bränder, dammras, terroristdåd och — krig.

(Om arbetet för att förebygga kärnkraftolyckor, se vidare kapitlet Reaktor-säkerhet, sidan 29.)

Fruktan

Fruktan för kärnkraftolyckan, och därmed också för kärnkraften, handlar i allt väsentligt om *Strålning*.

Det är (föreställningar om) strålrisker som också betingar oro och motvilja, när det gäller uranbrytning, bränsletransporter, avfallsförvar etc.

Det bör än en gång påpekas att det här talas om det stora folkflertalet, i första hand i Sverige. Också människor som är positiva till att använda kärnkraften kan oroas för strålningsrisker.

Och naturligtvis finns det, trots vad som har sagts ovan, människor som verkligen tror att kärnkraftreaktorer kan åstadkomma atombombsexplosioner, eller att man kan skadas av att befinna sig i närheten av helt normalt fungerande kärnkraftverk, fartyget Sigyn (som används för transporter av använt kärnbränsle) eller ett kommande slutförvar av använt bränsle. Men oron för radioaktivitet är inte begränsad till denna grupp.

En urgammal symbol

Denna rädsla för radioaktivitet eller strålning eller, för att ta till en ännu vidare term, *strålar*, är äldre än kärnkraften och kan föras tillbaka till föreställningar som är mycket äldre än artonhundratalets upptäckter. *Strålen* är, som den amerikanske författaren Spencer R Weart har kartlagt, en arketyp – en urbild med stark symbolkaraktär.

Bevarade bilder visar att föreställningen om strålar som verkar med övernaturlig kraft förlorar sig i forntiden bortom antiken. Här finns föreställningar om goda och onda stjärnor som verkar genom sina strålar, liksom om hur såväl övernaturliga väsen som människor med magiska krafter verkar genom sina ögons utstrålning. Ögonens strålar kan både skänka livskraft och död. En fortfarande produktiv religiös sinnebild för Guds kontroll över sin värld och hans ingripande kraft är de strålar som utgår från hans ögon, ofta stiliserat till bara ett frilagt strålände öga.

Den övernaturliga strålen levde vidare i västerländsk vidskepelse och fiktion, och 1800-talets naturvetenskapliga upptäckter, som röntgenstrålen och radioaktiviteten hos radium, kunde tacksamt appliceras på gamla föreställningar och fantasier.

Man kunde till exempel berätta om hur man med sådana nyupptäckta medel kunde utföra diverse onda och goda gärningar på distans eller tvärs igenom

till synes omöjliga hinder, som att antända fiendens ammunitionslager, döda eller förstena människor, se med röntgensyn (en dröm för både brottsbekämpande hjältar och pubertetsynglingar) etc. Denna genre har fört ett vitalt liv under 1900-talet i sciencefictionlitteraturen och särskilt inom film och tecknade serier. Här finns Boris Karloff med sin förskräckliga stråle i *The invisible Ray* och här finns den onde Lex Luthors kryptonit, vars strålar slår ut självaste Stålmannen.

Synen på vetenskap

Vetenskapsmannen och vetenskapen

En besläktad arketyp med relevans för den moderna skrällen för kärnkraft och ”strålning” är den gamla figuren *Den besatte vetenskapsmannen*, som ger sig på livets innersta hemligheter och materiens minsta byggstenar, i värsta fall i fördrag med djävulen.

Till genren hör också att denne vetenskapsman ställer till med allsköns elände, från det någorlunda begränsade antalet dödsoffer för Victor Frankensteins och dr Jekylls experiment till dr Strangeloves kärnvapenkrig. För att det ska bli katastrof räcker det ibland med att vetenskapsmannen bara tappar kontrollen över händelserna, ibland med att han tappar besinningen. Men ofta är han redan från början spritt sprängande galen.

Det västerländska samhället har tillerkänt vetenskapsmannen en mycket hög status. Men under denna finns en undervegetation av negativa fördomar, som har götts och vattnats av århundradens fantasiskapelser (och något autentiskt fall).

Lennart Sjöberg har i sina studier av människors inställning till verkliga och förmodade risker, uppmärksammat den enskilda individens attityd till vetenskap och den vetenskapliga kunskapens gränser. Han konstaterar att denna attityd är en viktig faktor för samma individs uppfattning om användning av kärnkraften – och mycken annan avancerad teknik.

Enkelt uttryckt: Tror man inte på vetenskapen, forskarna och experterna, så fruktar man kärnkraften, vill inte ha någon slutförvaring av använt kärnbränsle i den egna kommunen osv. (För denna inställning finns naturligtvis också andra bevekelsegrunder.)

I vårt samhälle råder ett förhållandevis stort förtroende för vetenskap. Och inställningen till användning av kärnkraft är också positiv. Mot den bakgrunden skulle det naturligtvis i ett cyniskt kärnkraftsmotståndarperspektiv inte vara någon nackdel om å ena sidan tilltron till vetenskapen skulle minska, och

om man å andra sidan kunde konstatera att den sakkunniga vetenskapen i själva verket vore kärnkraftskritisk.

Bådadera precis samtidigt skulle förstås inte vara bra utan slå ut varandras verkan, men var för sig kunde det gagna kärnkraftsmotståndet.

Lustigt nog finns exempel på att bådaderna praktiserats.

Vetenskapsförakt

Det i Sverige kanske mest verkningfulla, och mest geniala, försöket att torpedera vetenskapens trovärdighet är Tage Danielssons välkända monolog om sanning och sannolikhet från revyn Under Dubbelgöken 1979.

Poängen i denna briljanta uppvisning i antiintellektualism är som bekant att det numera inte är sanning utan sannolikhet som gäller, ty man har inte ”råd med några riktiga sanningar längre, utan man måste nöja sig med sannolikhetskalkyler”. Det hade påståtts att sannolikheten för ”det som hände i Harrisburg” skulle vara så försvinnande liten att det strängt taget inte var sannolikt att ”det där som hände i Harrisburg” verkligen hade hänt etc.

Syftet är att hos åhöraren suggerera fram två olika föreställningar. Dels att möjligheten av (eller om man så vill sannolikheten för) en händelse av det slag som inträffade på Three Mile Island i april 1979 skulle ha förnekats.

Dels att vad som inträffat i Harrisburg var en katastrof, underförstått med sådana dimensioner att bara tanken på att något sådant skulle kunna hända igen vore nog för att sluta använda kärnkraften, särskilt i Sverige.

Monologens poäng – vetenskapliga beräkningar har ingen trovärdighet, tro inte på experterna – är dock missriktad.

Den typ av olycka ”som hände i Harrisburg” låg faktiskt inom beräkningarna för det sannolika i den tidens mest auktoritativa studie av kärnkraftens risker, den s k Rasmussenrapporten, som publicerades 1975. Man visste att man måste räkna med olyckor och tillbud, vilket gjorde det nödvändigt att bygga säkerhetsbarriärer som begränsade olyckan och dess verkningar.

Och vad var det då som hände i Harrisburg? Kontrollen över reaktorn gick teknikerna ur händerna, en härdsmläta uppstod och reaktorn förstördes. Olyckan ledde inte till några personskador, inte heller till några andra skador i omgivningen, dels tack vare att reaktorn var av lättvattentyp (till skillnad från den grafitmodererade Tjernobyreaktorn som skulle haverera sju år senare), dels *tack vare att det fanns flera säkerhetsbarriärer*. Se sidan 30.

”Det som hände i Harrisburg” innebar en gigantisk ekonomisk förstörelse innanför reaktorinneslutningen, men ingen katastrof. Och det visade att säkerhetsåtgärderna hade fungerat.

Vetenskapsmännen tagna till vittne

Att det också har spritts missuppfattningar om forskarnas och experternas inställning till kärnkraft visade statsvetarna Jörgen Westerståhl och Folke Johansson vid Göteborgs Universitet i en rapport 1987.

Av denna framgick att svenska naturvetenskapliga och tekniska forskare hade en utpräglat positiv inställning till användning av kärnkraften, de tog bland annat avstånd från den då gällande doktrinen om avveckling till 2010.

Men författarna visade också att svenska folket samtidigt gick omkring och trodde att dessa experter hade en negativ inställning till kärnkraften. Det var t o m så att samma experter, som i undersökningen hade visat sig tillhöra en majoritet *för* kärnkraftsanvändning, själva trodde att den egna gruppen var kärnkraftsnegativ.

Denna missuppfattning, som alltså var gemensam för både allmänheten och den vetenskapliga expertisen, hade enligt undersökningen sin förklaring i att massmedierna hade givit en felaktig bild av expertopinionen.

Detta i sin tur kunde inte förklaras på annat sätt än att det var journalistmajoritetens uppfattning som hade avspeglats i massmediebilden, att ”medierna systematiskt underrepresenterar den majoritet av forskare som har en kärnkraftspositiv syn”.

Ett annat konstaterande i samma rapport som har sitt intresse på tal om rädslan för kärnkraft, är att ”massmedierna konstant säljer oro”.

Osynligheten

En faktor som har uppenbar betydelse för den rädsla den joniserande strålningen väcker är att den är osynlig, ja över huvud taget omöjlig att förnimma med sinnesorganen utan hjälpmedel.

Detta är självfallet en mycket obehaglig egenskap hos strålningen. Å andra sidan är förekomsten av även ytterst ringa radioaktivitet lätt att med stor noggrannhet fastställa med de rätta hjälpmedlen, som i och för sig inte är särskilt sofistikerade utan enkla och billiga.

I själva verket har just denna egenskap hos strålningen – att den är mätbar och möjlig att upptäcka i utomordentligt utspädda, totalt ofarliga, koncentrationer – bidragit till skräcken för strålning och till skräckbetingat beteende hos många människor. Oron ökas på därför att strålningen och dess egenskaper kan uttryckas i konkreta siffervärden.

Ett minnesvärt exempel på det är den s k becquerelhysteri som efter Tjernobylyolyckan 1986 i vårt eget land ledde till sakligt sett omotiverade åtgärder som bl a medförde ekonomisk förstörelse (av ofarliga livsmedel), ångest och i sig själva riskabla panikåtgärder.

Samma i grunden felaktiga åtgärder genomfördes i än högre grad också omkring Tjernobylnreaktorn i Ukraina.

Strålningens egenskap att kunna uppmätas på oerhört låga nivåer har också lett till att samhällets vaksamhet gentemot strålrisker och bedömning av strålriskerna har följt helt andra, vida strängare, principer än i fråga om andra risker.

Nu är joniserande strålning inte unik och inte något principiellt nytt i sin omärkbarhet. Icke-förnimbara faror har alltid funnits och satt skräck i folk.

Det gäller verkliga, livsfarliga, risker som smitta, gifter utan smak och lukt, koloxid och andra luktfria gaser, syrefria schakt och brunnar. Det gäller också inbillade och förmodade risker och faror knutna till övertro och religiös tro: andeväsen, voodoo, eviga straff osv.

Ansvaret för de efterkommande

Långvariga risker, dvs ansvar för kommande generationer, är ytterligare en aspekt som väcker oro för kärnkraften. Kärnkraftsavfallet behöver tas om hand och förvaras i hundra tusen år och mer, på ett sätt som gör det läckagefritt och oåtkomligt för djur och senare generationers människor, som kanske inte begriper vad det överhuvudtaget rör sig om.

Detta har i kombination med strålningens omärkbarhet framkallat en moralisk frågeställning även bland människor som inte alls är oroade på vår generations eller ens vår civilisations vägnar för kärnkraftens användning: Har vi rätt att utnyttja denna teknik? Kan vi ta ett sådant ansvar inför framtiden?

Svaret är förslagsvis: Ja.

Redan vid provningen enligt den sk villkorslagen i slutet av 1970-talet och början av 80-talet kunde en bred uppsättning av svenska och internationella expertorgan tillstyrka den modell för slutförvar som då presenterades av den svenska kärnkraftindustrin, i de sk KBS 1- och KBS 2-metoderna.

Enligt villkorslagen skulle inga nya reaktorer få laddas utan att kraftföretaget hade visat hur en helt säker slutförvaring av det utbrända bränslet skulle gå till.

Resultatet blev alltså att detta ansågs bevisat, och tillstånd till laddningen beviljades.

Vid den tidpunkten var inte någon slutförvaring i konkret bemärkelse aktuell; vad saken gällde var att visa att det fanns en betryggande lösning.

På de årtionden som gått sedan dess har arbetet på att utveckla teknik och säkerhet fortsatt oavbrutet. Ytterligare en metod, KBS 3, har utarbetats och är

nu det alternativ som står i centrum för de svenska planerna. Denna svenska lösning är också den som har antagits i Finland. Där är nu också platsen för slutförvaret utsedd och beslutad, allt i enighet mellan politikerna på nationell och lokal nivå.

Ansvar för att ta hand om allt radioaktivt avfall i Sverige, inklusive att förbereda och genomföra den slutliga förvaringen av det använda kärnkraftsbränslet, är lagt på Svensk Kärnbränslehantering, SKB. Verksamheten är reglerad av de krav och villkor som satts upp av Statens Strålskyddsinstitut, SSI, och Statens Kärnkraftinspektion, SKI.

Det mesta av det radioaktiva avfallet från kärnkraftindustrin, annan industri, sjukvård, forskning etc är kortlivat och hör till grupperna låg- och medelaktivt avfall. Detta kan slutförvaras tämligen omgående efter behandling och förpackning.

Det använda kärnbränslet är, när det tas ut ur reaktorn, däremot höggradigt radioaktivt och mycket farligt. Det måste tas om hand och kylas. Det kan inte slutförvaras direkt. Radioaktiviteten avtar dock efter hand och därmed även farligheten. Efter fyrtio års mellanlagring är aktiviteten nere på en bråkdel, en procent, av vad den var från början. Det går då att föra bränslet till dess slutförvar. Den tiden är ännu inte inne.

Slutförvaringen kommer enligt de nuvarande planerna att ske genom att bränslet kapslas in och förvaras i mycket djupa bergrum. Förvaringen sker på ett sådant sätt att innehållet enligt omsorgsfulla säkerhetsanalyser inte kan skada människor eller djur på markytan. Förvaret ska vara okänsligt för varje tänkbar naturlig påverkan (vattenströmmar, jordskalv). Det ska vara extremt otillgängligt och inte kräva någon övervakning och kontroll i framtiden.

I detta förvar fortsätter radioaktiviteten hos det använda bränslet att avta successivt. Efter ett par hundra år återstår radioaktivitet och farlighet hos ett fåtal ämnen. Det är riktigt att radioaktivitet hos dem kan finnas kvar i upp till 100 000 år, men förvaringen är också avsedd att vara betryggande även i det tidsperspektivet.

Det är att märka att den slutliga deponeringen i och för sig inte alls är nödvändig redan efter fyrtio år. Dock gäller som en av principerna för SKB:s arbete att den generation som har nytta av kärnkraften också ska sörja för en säker långtidsförvaring av bränslet.

För närvarande pågår arbetet med att välja en lämplig och tillräckligt säker plats för djupförvaret. Teknik och säkerhet kan komma att utvecklas ytterligare innan den faktiska slutförvaringen inleds.

Arbetet följs kontinuerligt upp med djupgående säkerhetsanalyser. Hela

proceduren granskas i detalj av myndigheter och svensk och internationell expertis.

Mer och fördjupad information om avfallshanteringen och säkerhetsanalysen finns på SKB:s hemsida: [/www.skb.se/](http://www.skb.se/)

Rädsla för "det nya"?

En då och då framförd förklaring till den rädsla som möter kärnkraften är att den är ny. Felet med den förklaringen är att den är fel. Kärnkraften är en modern teknik i jämförelse med andra befintliga energitekniker, men ny är den inte, och de flesta svenskar uppfattar den heller inte som ny.

(En kuriositet är att övertygade kärnkraftsmotståndare – och även de politiker som utan övertygelse tvingas uppträda som kärnkraftsavvecklare – ofta talar om kärnkraften som en gammalmodig teknik.)

Rädsla för "det okända"

En ytterligare förklaring till rädslan, besläktad med de nyssnämnda teorierna, är att kärnkrafttekniken, liksom strålningen och dess verkningar, är okänd för vanligt folk. Man vet inte hur den fungerar och förstår inte de fysikaliska lagar och fakta som tekniken grundar sig på. Det kan i viss mån vara sant och gäller säkerligen ett antal människor.

Säkert är – det har åtskilliga undersökningar visat – att med ökad kunskap också följer en mer positiv inställning till kärnkraften.

Å andra sidan är kärnkraften och strålningen inte unik i detta att vanligt folks kunskaper om den är begränsade. Många av oss, säkert många fler än Sveriges kärnkraftsnegativa minoritet, vet knappast hur vare sig en mikro-vågsugn, en laseroperation, ett solarium, en röntgenkamera eller ett flygledningssystem egentligen fungerar eller vad det egentligen är doktorn sprutar in i oss. Ändå drar sig de flesta inte för att betjäna sig av sådana nyttigheter.

Frågan återförs därmed igen till vilken tilltro vi har till vetenskap och teknik, vilket förtroende vi har för dess experter och den erfarenhet vi själva fått genom att uppleva att det fungerar.

Bestående förtroende

Detta för oss fram till det som avspeglas i den ena opinionsundersökningen efter den andra: De flesta svenskar är faktiskt inte särskilt rädda för kärnkraft, de har förtroende för att den hanteras säkert, de är positiva till att den används.

Likasa kan vi notera att det faktiskt är påfallande lugnt kring kärnkraftverk, avfallslager etc. Där råder inte en utbredd fruktan för kärnkraften.

I själva verket är det tvärtom; rader av opinionsundersökningar visar större tilltro till kärnkraften i de kommuner som har kärnkraftverk och avfallsanläggningar än i andra.

Erfarenheten talar inte heller för den ofta framförda tanken att en kärnkraftsolycka, eller rentav bara en incident, i omvärlden skulle leda till sådana opinionsförskjutningar att det vore politiskt omöjligt att fortsätta använda kärnkraften.

Dels kan vi se att de kärnkraftolyckor som faktiskt har inträffat inte alls har fått sådana konsekvenser; i den svenska kärnkraftsopinionen har de bara skapat övergående hack.

Dels säger erfarenheten att olyckor, också mycket stora olyckor, i nyttiga verksamheter sällan eller aldrig leder till att sådana verksamheter avbryts och avvecklas; det vanliga är nya insatser för att höja säkerheten. (Jfr järnväg, flyg, gruvor, vattendammar, olje- och gastransporter. Ett konkret närliggande exempel är Estoniakatastrofen.)

Riskuppfattning och riskhantering

Det råder inget tvivel om att det finns invändningar mot kärnkraften och en oro som betingas av faktiska egenskaper och fenomen som är kopplade till kärnkraften.

Det lägger ett stort ansvar både på samhället generellt och på energisektorn i synnerhet att se till att eliminera risker som kan elimineras och begränsa övriga risker. Vidare att kontinuerligt verka för ytterligare förhöjning av säkerheten, i bästa fall så att risker i gruppen minimerade risker övergår till eliminerade risker.

Särskilt viktigt är det att visa att de värsta teoretiskt tänkbara konsekvenserna kan undvikas eller är omöjliga.

Riskminimering

För att ta ett exempel. Det kan diskuteras om det tills vidare kunde vara lämpligt att inte göra avfallsförvaringen till den grad slutgiltig att man därefter är förhindrad att t ex utnyttja en ny teknik för att ytterligare minska avfallets farlighet eller rentav göra det helt ofarligt.

Gentemot detta kan givetvis den moraliskt betingade principen anföras: Den generation som dragit nytta av kärnkraften ska också ombesörja avfallsförvaringen.

Men det är viktigt att de resurser som samhället totalt använder för att minska risker av allehanda slag används på ett någorlunda rationellt sett.

Det finns en tendens hos människor att kräva enorm resursanvändning för riskminskning för varje risk oberoende av hur ringa risken är, särskilt om risken inte är sådan att man personligen kan undvika den.

Samtidigt underkastar man sig risker – ibland mycket stora risker – genom eget val.

Risk, konsekvens och logik

Således är människor *à ena sidan* påfallande benägna att utsätta sig för de betydande risker som är förenade med vägtrafik, alkoholförtäring, osunda matvanor, vedeldning, bad, sport, segling, racerbåtar, levande ljus i hemmet och så vidare.

Man kan vidare påminna om sådana tråkigheter som att färje- och flygkatastrofer faktiskt inträffar, vilket inte hindrar att miljontals människor varje dag utnyttjar sådana tjänster.

Att här också räkna upp sådana verksamheter där själva faran är en stor del av poängen, t ex utförsåkning off pist eller fallskärmslipp vid Trollväggen, vore kanske lite vid sidan av. I de fallen är risken så extremt stor och så omöjlig att bortse från, att det knappast går att kalla risktagandet ett normalbeteende.

Det går det däremot att göra i fråga om alla de slags risktaganden som räknades upp dessförinnan. Alldeles vanligt folk åker bil, dricker vin, kör racerbåt etc och tycker att nyttan eller nöjet är värda risken.

Och vi människor litat ofta mer på vår egen än andras förmåga att undvika farorna. (Jag är en säker bilförare, jag kan hantera sprit osv, men för andra är det nog farligt.)

Den med hänsyn till sin farlighet och utbreddhet mest anmärkningsvärda risken är naturligtvis tobaksrökningen. Inget risktagande i vårt samhälle kan mäta sig med detta. Det är frivilligt, medvetet och vållar mer sjukdom och död än någon annan faktor, bortsett från åldrandet.

Det är typiskt att icke-rökare har blivit alltmer bestämda i sina krav på att slippa utsättas för passiv rökning, inte bara med hänsyn till obehaget i största allmänhet utan också på grund av den befintliga risken (som dock naturligtvis är betydligt mindre än vid egen rökning).

Ty så är det *å andra sidan*, vilket är visat, inte minst av Lennart Sjöberg, i en rad studier om risk och riskuppfattning, att vi är långt strängare när andra utsätter oss för en risk än när vi själva utsätter oss för den.

Det ligger i sakens natur att detta gäller i särskilt hög grad beträffande sådana risker som andra utsätter oss eller våra närmaste för och som inte innebär någon som helst nytta eller nöje för oss själva, typ andras rökning, fortkörning utanför våra barns dagis, kamphundar i grannskapet.

Men denna stränghet gentemot risken, eller ska vi säga ”starkare riskuppfattning”, gäller också gentemot sådana risker som andra utsätter oss för och som är av uppenbar eller eventuell nytta för oss personligen och/eller samhället som helhet.

Detta gäller motorvägar, tunnelbanor, flygplatser, kraftledningar, sopstationer, transporter av giftigt, explosivt och miljöfarligt gods, industrier, vattendammar, kraftverk osv i all oändlighet.

Beträffande människors reaktioner inför sådana risker finns ett antal tumregler:

- Vanligt är att man inser nyttan/nödvändigheten med något som man antar vara förenat med viss risk. Någonstans måste denna nytta finnas, dock inte i min närhet. Detta är det s k NIMBY-syndromet (Not In My BackYard).
- Man kräver riskminimering.
- Kraven på riskminimering styrs vanligtvis mer av hur allvarliga man uppfattar konsekvenserna av ett missöde än av hur stor (sannolik) risken är.
- Kraven på riskminimering blir starkare om den enskilde inte kan skydda sig mot risken.
- Kraven på riskminimering ökar om barn och handikappade är särskilt utsatta.
- Ibland leder riskuppfattningen till krav på att verksamheten helt enkelt inte ska tillåtas.
- Kraven på ekonomiska satsningar för riskminimering är ofta orationella.

Orationell är också samhällets riskhantering. Ett så enkelt mönster som att kronorna satsas där de sparar flest liv, kan knappast alls urskiljas.

Lennart Sjöberg har t ex noterat att satsningar för att undvika leukemi hos barn till följd av exponering för elektromagnetiska fält i närheten av kraftledningar ligger över en miljard kronor per undviket fall. För att motverka självmord hos vuxna ligger satsningarna omkring några tusen kronor per undviket fall.

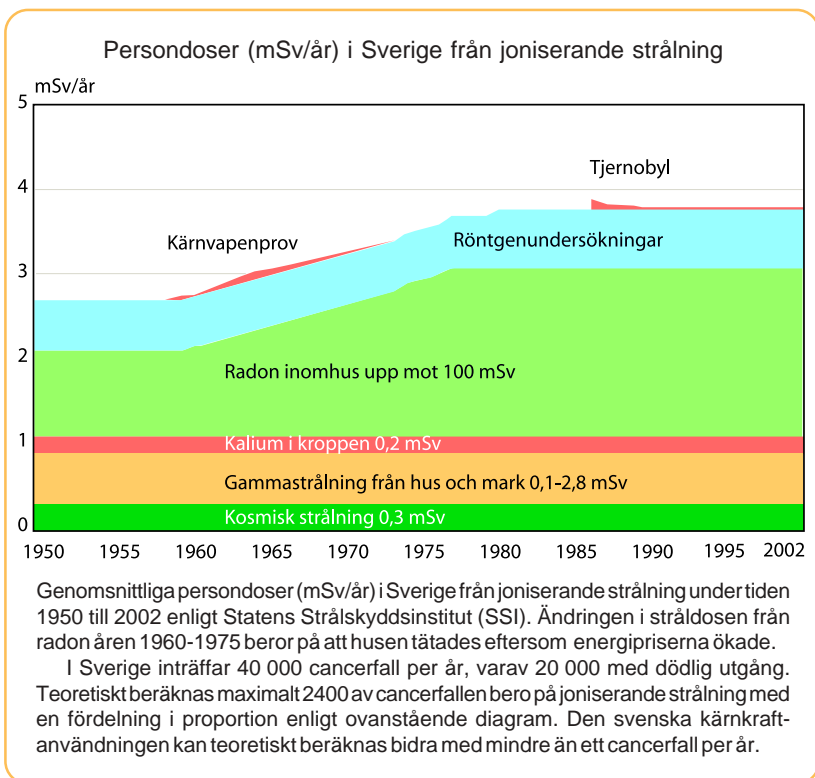
Den allmänna riskuppfattningen är inte sällan felaktig. Vissa saker uppfattas som mer riskabla och/eller farligare än de är och vice versa. Strålning är ett exempel.

Bland de svenskar som enligt Strålskyddsinstitutets TEMO-undersökning 2002 kände oro för ”strålning” var oron starkast för:

- 1) mobiltelefoner
- 2) solstrålning
- 3) datorer
- 4) magnet-/elfält vid kraftledningar
- 5) mobilmaster/basstationer
- 6) kärnkraftverk
- 7) radon

i här nämnd ordning.

I realiteten utgör strålar från solen (som är icke-joniserande) och bostädernas radon (vars strålning är joniserande) de två största riskorsakerna för cancer från strålning. Nedanstående diagram visar hur dominerande radon numera är som joniserande strålkälla i Sverige.



Reaktorsäkerhet

Såsom påpekats tidigare i denna skrift är den oro för kärnkraften som faktiskt förekommer framförallt knuten till risken för en reaktorolycka och därvid särskilt för att radioaktivt stoft ska spridas till omgivningen.

Bortsett från om oron i sig är motiverad eller ej är den grundläggande inställningen riktig: en allvarlig reaktorolycka som resulterar i ett stort radioaktivt utsläpp är den värsta olycka kärnkraften kan drabbas med och drabbas av.

Utgångspunkten för reaktorsäkerheten är därför att allvarliga olyckor inte ska kunna ske.

Sedan kärnkraften togs i kommersiellt bruk i större skala har två allvarliga reaktorolyckor inträffat.

Den första, i Harrisburg 1979, ledde till stor ekonomisk förödelse i den skadade reaktorn, men inga radioaktiva ämnen spreds utanför reaktorn, och inga skador inträffade på människor, djur eller omgivande miljö. Den senare, i Tjernoby 1986, medförde däremot också stora utsläpp av radioaktiva ämnen.

Under de decennier som gått sedan dessa olyckor, och delvis som en följd av dem, har säkerheten höjts i reaktorer världen över.

Djupförsvär

Det kontinuerliga arbetet för att höja reaktorsäkerheten bedrivs på alla plan – från internationellt samarbete och normsättande till det enskilda kärnkraftverket.

Central i reaktorsäkerhetsarbetet är den s k djupförsvarsprincipen. Det ska finnas ett antal av varandra oberoende led, som ska förhindra både uppkomsten och konsekvenserna av en olycka. Detta gäller genomgående från den fysiska anläggningens kvalitet i vidaste mening, via kvalitet och ansvar i driften och säkerhetsarbetet, till lagstiftning, andra regelverk och myndighetstillsyn.

Säkerheten ska utsättas för kontinuerlig utvärdering utifrån flera från varandra skilda perspektiv:

Den *deterministiska* säkerhetsanalysen innebär att man inventerar och studerar alla slags händelser som kan bli inledningen till en olycka och undersöker om anläggningen, systemet och operatörerna kommer att kunna klara och avbryta de förlopp dessa händelser kan utlösa.

Den *probabilistiska* säkerhetsanalysen kartlägger systematiskt alla tänkbara (bokstavligen alla tänkbara) haveriförlopp som kan bli följden av alla slags ”inledande händelser”. Man beaktar därvid också risken för ytterligare tillstötande problem som kan vållas av möjliga fel i säkerhetssystemen eller felgrepp från operatörer.

MTO-analysen (MTO=Människa-Teknik-Organisation) skärskådalar, som namnet anger, hur människan och arbetsorganisationen samverkar med den tekniska utrustningen och dessa faktorerers betydelse för anläggningens säkerhet.

Tillsammans kan dessa instrument precisera mål för säkerheten, ge en bra bild av den faktiska säkerheten och ge anvisningar om ytterligare höjningar av säkerheten.

Säkerhetskraven

Ett av de övergripande säkerhetskraven är att reaktorkonstruktionen ska vara sådan att reaktorprocessen inte kan skena iväg, även om avstängningssystemen inte skulle fungera.

Detta gäller för samtliga svenska reaktorer. De är självstabiliserande. Om kylvattnet i reaktorhärden på grund av någon störning börjar koka bort, bromsas den kedjereaktion som är kärnkraftreaktorns energialstrande funktion.

I Tjernobyf förhöll det sig tvärtom: när tillflödet av kylvatten minskade och mer vatten kokade bort, ökade reaktoreffekten, vilket till slut ledde till det katastrofala explosionsartade förloppet.

Det är ett av skälen till konstaterandet att en olycka av Tjernobytyp helt enkelt inte kan inträffa i ett svenskt kärnkraftverk.

Ett andra grundläggande säkerhetskrav är att reaktorprocessen ska stängas av på ett säkert sätt vid alla former av störningar.

Ett tredje övergripande säkerhetskrav är att reaktorhårdens bränsle i alla situationer, både under drift och efter avstängning av reaktorprocessen, ska ha en effektiv kylning.

Barriärerna

De tekniska barriärer som finns i ett kärnkraftverk är:

- Själva bränslet med sin förmåga att innehålla och kvarhålla en stor del av klyvningsprodukterna.
- Den metalliska gastäta kapsling som omger bränslet.
- Det så kallade primärsystemet med reaktortrycktank och rörsystem.
- Reaktorinneslutningen.

I de svensktillverkade kokvattenreaktorerna kan dessutom reaktorbyggnaden som omger anläggningen betraktas som en femte barriär. I byggnaden hålls undertryck med hjälp av ett ventilationssystem, och utblåsningsluften filteras.

Bortfall av kylning, även i delar av härden, kan leda till härdsmläta. Då förhindrar barriärerna att det värsta inträffar, dvs att reaktorns radioaktiva innehåll sprids ut i omgivningen.

En sådan barriär, som inte fanns i Tjernobyl, men som alltså finns i svenska och andra västerländska kärnkraftverk, är de solida och täta, tryckavlastande reaktorinneslutningarna. Dessa utgör den yttersta säkerhetsbarriären, som träder i funktion först om en serie av varandra oberoende säkerhetssystem inte fungerar.

Detta är den andra grunden till att man kan säga att en olycka som i Tjernobyl, där kärnkraftverkets tak bokstavligen flög i luften och därmed släppte ut radioaktivt stoff i atmosfären, är omöjlig i svenska kärnkraftverk.

En olycka av typ Tjernobyl är därför egentligen – om uttrycket tillåts – dubbelt omöjlig i någon västerländsk reaktor.

Hur stor risk?

Med hjälp av probabilistiska analyser kan man göra sannolikhetsberäkningar av risken för en kärnkraftolycka. Och omvänt går det att sätta upp en norm för vilken sannolikhetsgrad man kan tolerera för en viss risk.

Den samlade totala drifterfarenheten i världen av västerländska reaktorer är nu (2003) nästan 10 000 reaktorår. Den internationella normen för reaktor-säkerhet vid nya kärnkraftverk är att sannolikheten för ett reaktorhårdshaveri ska vara lägre än en på hundra tusen reaktorår.

Detta är ett mål de svenska reaktorerna i stort sett uppfyller, enligt kvalificerad probabilistisk analys. Därtill kommer att sannolikheten för det som verkligen är farligt, dvs utsläppsrisk, är ytterligare åtminstone tio gånger lägre.

Detta slags sannolikhetsberäkningar kan för lekmannen vara svåra att tillägna sig (och för den antiintellektuelle lätta att avhåna). Och det går att i debatten fastna i en koncentration på det extremt otroliga – men teoretiskt möjliga tänkbara – olycksfallet, det som har kommit att kallas ”restrisk”.

Denna ytterst otroliga händelse i kombination med en osannfärdig förstoring av dess eventuella konsekvenser är kärnan i mycken propaganda mot kärnkraften.

Den typ av riskbedömning och oerhört stränga toleransnivå beträffande sannolikheten för en kärnkraftolycka som gäller från internationella organ,

den svenska staten och kärnkraftindustrin själv, saknar helt motstycke vad gäller övriga verksamheter i samhället.

Så inträffar också årligen inom dessa övriga områden världen över hundratusentals dödsolyckor, ofta med katastrofdimensioner, liksom ännu fler människor dör av sjukdomar som har sin orsak i deras eget eller andra människors beteende.

(Ytterligare information om reaktorsäkerhet finns att hämta i Analysgruppens Bakgrund nr 3, 1996, *Reaktorsäkerhet i Sverige och närområdet.*)

Kärnkraft och strålning

Kärnkrafttekniken (fissionskraften) bygger på klyvning av tunga atomkärnor, i huvudsak av uran-235. Grundämnet uran, som är rikligt förekommande i naturen, består till 0,7 procent av uran-235.

Vid uranbrytningen, som i all gruvdrift, kan vissa utsläpp av den radioaktiva gasen radon förekomma. Hälsoeffekterna är numera acceptabla inne i gruvorna, tack vare en effektivt filtrerad ventilation.

Lakrester i dammar nära gruvorna avger radongas, men med hjälp av effektiv täckning förhindras spridning av radioaktiva gaser, varför miljö- och hälsoeffekterna omkring gruvorna är små.

Radioaktivitet, en kärnkraftens biprodukt

När kärnkraften genereras uppstår joniserande strålning inne i reaktorn; samtidigt produceras radioaktiva ämnen.

Den strålning som uppstår momentant under själva den energiutvecklande atomklyvningen är riskfri, eftersom den bara förekommer inne i reaktorn och upphör i samma ögonblick som reaktorn stängs av.

De radioaktiva ämnen som kommer till som restprodukt av energi-produktionen är däremot långtifrån harmlösa, vilket motiverar yttersta omsorg i hantering och förvaring av det använda kärnbränslet.

Risken för att sådana radioaktiva restprodukter – främst radioaktiva isotoper av jod, cesium och strontium – sprids i omgivningen utgör den specifika katastrofrisken med en kärnkraftolycka.

Detta var vad som skedde i Tjernobyl, men inte i Harrisburg. Ett olycksförlopp liknande det i Tjernobyl är fysikaliskt omöjligt i svenska kärnkraftreaktorer, men tyvärr inte i alla världens reaktorer.

I den förutvarande Sovjetunionen, exempelvis i kärnkraftverket Ignalina i Litauen, fungerar fortfarande reaktorer av den typ som i kombination med brottsligt vårdslös hantering möjliggjorde Tjernobylolyckan 1986.

Säkerheten har sedan dess ökat väsentligt i denna reaktortyp, men fortfarande saknas en reaktorinneslutning, något som är ett ovillkorligt krav i västerländska reaktorer.

Faktaruta om joniserande strålning (definitioner)

Joniserande strålning är strålning med förmåga att frigöra elektroner från atomer och molekyler i de ämnen som träffas av strålningen.

Uttrycket "Radioaktiv strålning" används inte, eftersom det skulle tolkas som att själva strålningen är radioaktiv, vilket den inte är. Det är de radioaktiva ämnena som sönderfaller och sänder ut joniserande strålning.

Radioaktivitet är ett ämnes förmåga att utsända joniserande strålning. Den joniserande strålningen kan delas in i partikelstrålning (alfa-, beta- eller neutronstrålning) och elektromagnetisk strålning, en vågrörelse av elektriska och magnetiska fält (gammastrålning och röntgenstrålning).

Alfastrålning består av atomkärnor av helium och uppstår när vissa tunga radioaktiva ämnen sönderfaller.

Betastrålning består av elektroner som utsänds när vissa radioaktiva ämnen sönderfaller.

Alfa- och betastrålning hejdas relativt lätt och är farlig för människan bara om det radioaktiva ämnet hamnar inne i kroppen.

Neutronstrålning uppkommer vid kärnklyvning i kärnkraftreaktorer och finns inne i reaktorn då den är i drift. Den stoppas av några meter vatten.

Gammastrålning utsänds oftast i samband med betasönderfall. Det krävs i många fall ett blyskikt på flera centimeter för att åstadkomma tillräckligt skydd.

Röntgenstrålning skapas vanligen på konstgjord väg i röntgenrör och kan bringas ner till ofarlig nivå med någon millimeter bly.

Halveringstid är den tid det tar för ett radioaktivt ämne att genom sönderfall reduceras till hälften. Aktivitet från ett radioaktivt ämne mäts i becquerel (Bq). $1 \text{ Bq} = 1 \text{ radioaktivt sönderfall/sekund}$.

Effektiv dos ("stråldos" i dagligt tal) tar hänsyn till vilken biologisk verkan olika typer av strålning har på människans olika organ och mäts i sievert (Sv), ofta millisievert, mSv (en tusendels sievert).

Bakgrundsdos är den naturligt förekommande dosen av joniserande strålning (bakgrundsstrålning) eller av en kemikalie.

(Texten är i huvudsak hämtad från Akademien anser nr 1 2002.)

Strålning och hälsa

Det är en vanlig missuppfattning att kunskaperna om effekterna av joniserande strålning (ofta felaktigt benämnd radioaktiv strålning, se faktarutan på föregående sida) är bristfälliga och att expertisen på området är delad. I själva verket är det tvärtom. Få riskfaktorer har så länge och så ingående studerats som strålning och radioaktiva ämnen. Enigheten är stor både om vad man vet och om vad man inte vet.

(En systematisk presentation av joniserande strålning finns i Analysgruppens Bakgrund nr 3, 1994: *Hur farlig är joniserande strålning* av Evelyn Sokolowski.)

Joniserande strålning kan innebära risk för i princip två typer av somatiska (kroppsliga) skador på människan.

Deterministiska skador

Vid mycket höga stråldoser förstörs så många celler att en skada blir oundviklig. Sådana skador benämns *deterministiska* (därmed avser man att det går att finna ett direkt samband mellan stråldos och skadan hos den enskilde individen).

Akut strålsjuka är den mest påfallande typen. Den vållas av en mycket hög stråldos. Symptombilden är, beroende på stråldosen, mycket utbredd från illamående till dödsfall. Dödlig utgång förutsätter en extremt hög stråldos. Annars kan en strålsjuk patient överleva och tillfriskna utan bestående skador.

Akut strålsjuka förekom i tusentals fall vid bombfällningarna över Hiroshima och Nagasaki på grund av strålningen (även om den helt dominerande döds- och skadeorsaken var bombexplosionernas sprängkraft och hetta).

Efter Tjernobylyolyckan konstaterades akut strålsjuka i 134 fall; samtliga gällde räddningsarbetare som befunnit sig i själva kärnkraftverket eller dess omedelbara närhet. Av dessa 134 personer dog 11 under åren 1987–1998 av olika orsaker, som inte kunde relateras till strålningen i sig.

Under strålforskningens, röntgenteknikens och strålbehandlingens barndom i början av nittonhundratalet drabbades åtskilliga personer, som sysslade med strålning, av deterministiska skador, därför att de inte hade kunskap nog att skydda sig

Dessa skador var utgångspunkten för att det internationellt samverkande strålskyddsarbetet organiserades.

Stokastiska skador

Vid begränsad stråldos styr slumpen huruvida det alls blir någon skada. Den skadetyper som framförallt gäller är cancer.

Joniserande strålning finns i naturen och i vår dagliga miljö. Vi är alla och alltid utsatta för joniserande strålning, om än i de flesta fall på låg nivå. De flesta får inte cancer av strålning. Slumpen avgör om tillräckligt många celler skadas och gör det på det sätt som ger upphov till en cancer. Strålskador som har sin orsak i denna slumpmässiga risk kallas *stokastiska* (vilket betyder just slumpmässiga). Här kan man inte påvisa något direkt samband mellan stråldos och skada hos den enskilde individen.

Självfallet ökar risken, sannolikheten, för att drabbas av cancer ju högre stråldosen är. Och stråldosen kan ökas både genom strålningens intensitet i ögonblicket och hur länge och/eller ofta den pågår.

Det säger sig självt att den som har drabbats av en deterministisk skada, också kan drabbas av en stokastisk skada, som kommer att visa sig senare.

Lineär hypotes och kollektivdos

Det är omtvistat huruvida det finns någon nedre gräns, ett tröskelvärde, för den stråldos som behövs för att det ska finnas någon risk alls för att den ska åstadkomma cancer. Hittills har man inom strålskyddet utgått från att det inte är så, utan att också en försvinnande liten stråldos kan vålla cancer med en viss, om än ringa, sannolikhet.

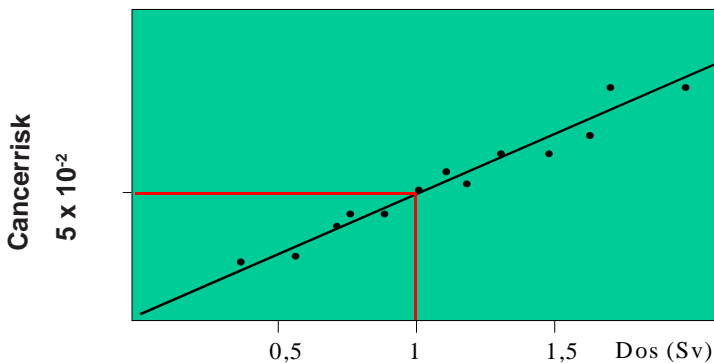
Detta antagande har byggts på med den s k lineära hypotesen (se diagrammet på nästa sida) som innebär att risken ökar proportionellt mot dosen med start från noll. Det innebär att man antar att det inte finns någon tröskeldos under vilken risken är noll. Denna hypotes är i sin tur utgångspunkt för begreppet kollektivdos, som är summan av alla individuella doser inom ett definierat kollektiv.

Även om varje individ får en ytterst ringa dos, kan summan av doserna, kollektivdosen, bli mycket hög, om bara individerna i kollektivet är tillräckligt många.

Ur individens synvinkel är resonemanget irrelevant. Får jag välja mellan att tillhöra en grupp på hundra personer, där varje individ utsätts för en stråldos på 10 millisievert, eller en grupp på hundratusen personer, där varje individ utsätts för 0,01 mSv, föredrar jag att tillhöra den senare. I båda fallen är kollektivdosen 1 000 mSv.

Kollektivdosbegreppet kan däremot ha sin relevans i ett myndighetsperspektiv, som utgångspunkt för systemförändringar på kollektiv nivå, exempelvis nationell eller branschmässig eller företagsmässig nivå.

Likasa kan kollektivdosbegreppet fylla en funktion i det praktiska strålskyddet vid sjukhus och kärnkraftverk. Men det bör inte hur som helst läggas till grund för bestämmelser och råd på individnivå. Annars kan resultatet bli den sorts



Diagrammet visar principen för hur man beräknar cancerrisken vid olika doser av joniserande strålning med hjälp av den skilje linjära riskmodellen.

De svarta punkterna indikerar verkligt uppmätta risker. Den inritade svarta linjen är anpassad till dessa punkter och till nollpunkten. För låga doser – till vänster om punkterna – saknas konkret kunskap om sambandet mellan dos och risk. Av försiktighets skull antar man att den rätta linjen anger cancerrisken även i detta dosområde. Linjens lutning anger den teoretiska risken för dödlig cancer, 5×10^{-2} per Sv (eller annorlunda uttryckt, 5 procent per sievert).

förvirring som åstadkoms av de dubbla budskap som följde i Tjernobylolyckans spår: ”Det är ofarligt. Men låt bli att äta det i alla fall.”

Hur kan man se sambandet?

Hur vet man att strålning kan ge cancer? Jo, på samma sätt som vi vet att rökning är en vanlig orsak till lungcancer.

Man ser att det är mycket vanligare att de som röker får lungcancer än andra, och att det är allra vanligast bland dem som rökt mycket och länge. Sambandet är så tydligt och möjligt att rensa från andra faktorer att det har kunnat säkerställas i ett stort antal vetenskapliga studier.

På samma sätt har man kunnat studera grupper som utsatts för mycket höga doser av joniserande strålning och ta reda på om frekvensen av cancer av olika typer är högre (eller för all del lägre) än hos andra grupper.

Den mest givande gruppen att studera är, av uppenbara och ohyggliga skäl, de överlevande från atombombningarna av Hiroshima (H) och Nagasaki (N). Sådana uppföljande epidemiologiska skilje HN-studier har pågått kontinuerligt. Även andra grupper som man vet har utsatts för onormalt höga doser av joniserande strålning, t ex vid strålterapi inom medicinen, konventionell gruvdrift och olyckor, studeras på samma sätt.

Enligt HN-studierna hade vid mitten av 1990-talet cirka 1 000 personer fler än normalt bland de överlevande från Hiroshima och Nagasaki avlidit i cancer, som således kan antas ha orsakats av strålningen från bomberna. Däremot är det även där omöjligt att relatera en viss individs cancer till strålningen vid bombtillfället.

Det övergripande resultatet av HN-studierna är att det förekommer en ökad frekvens av vissa cancerformer bland atombombningens överlevande. Däremot finns inga tecken på ökad risk för cancer eller andra somatiska sjukdomar, hos de människor som avlats senare än atombombningarna. Påståendena om ärftliga skador har således ingen täckning i undersökningarna från Hiroshima och Nagasaki.

En annan metod att studera sambandet mellan strålning och skador är experimentell forskning på celler, vävnader, organ och organismer. Detta sker framför allt i djurförsök.

Ingen säkerhet om de individuella fallen

Generellt gäller att cancerforskningen inte kommit så långt att man i det enskilda fallet kan säga vad en cancer har orsakats av. Troligen kommer en sådan fråga aldrig att bli besvarad.

Gäller det en svensk storrökare, som har fått lungcancer, kan man dock säga att canceren med stor sannolikhet beror på tobaksrökningen. Skälet är att dosen av cancerframkallande ämnen i en storrökares lungor under en följd av år blir biologiskt sett enormt stor. Men gäller det en i dag eller 1960, -70 eller -80 cancersjuk enskild japan som befann sig i Hiroshima i augusti 1945 är osäkerheten betydligt större.

Vad man kan säga är att folk som befann sig i Hiroshima vid det ödesdigra tillfället har en något högre frekvens av vissa cancerformer än de som inte var där. Det är tydligt att strålningen har ökat antalet cancersjukdomar i Hiroshima. Det enskilda cancerfallet kan vara ett av dessa, men det är inte säkert, och beträffande de flesta cancerformer är det inte ens troligt.

Man kan med säkerhet säga att joniserande strålning ibland orsakar cancer, men sambandet är tydligt bara vid mycket höga stråldoser och speciella cancerformer. Inte heller vid höga doser är det möjligt att relatera en viss individs cancer till en erhållen stråldos.

Ett samband mellan strålning och cancer kan otvetydigt konstateras i fråga om den starka ökningen av sköldkörtelcancer bland dem som var barn i Tjernobylområdet 1986. Orsaken är den olyckliga kombinationen av att barn i denna ”strumaregion” har en utbredd och sedan tidigare välkänd jodbrist,

och att radioaktivt jod spreds ut från den havererade reaktorn. Bristen på jod i dessa barns sköldkörtlar gjorde upptaget av radioaktivt jod extremt högt.

Men också här gäller att sköldkörtelcancer hos ett individuellt barn inte med någon säkerhet kan relateras till jodutsläppet från Tjernobyli, även om man vet säkert att detta barn fått en hög dos av radioaktivt jod. Sköldkörtelcancer var och är vanlig i området av andra orsaker.

I övrigt är det tveksamt om det alls går att visa någon förhöjd cancerfrekvens till följd av Tjernobyliolyckan, vilket i och för sig inte bevisar att ett sådant samband inte kan finnas i ett antal fall.

Från svensk synpunkt kan det vara värt att påminna om den oro, för att inte säga ångest, som vållades av de nedfall av radioaktivt stoff som träffade områden i Sverige efter Tjernobyliolyckan.

I september 2002 konstaterades i en forskningsrapport att den svenska befolkningsgrupp som med hänsyn till geografiskt läge och livsmedelssituation varit mest utsatt, alltså samerna, inte uppvisade någon förhöjd frekvens av strålningsrelaterade sjukdomar som sköldkörtelcancer och leukemi.

Svagt cancerframkallande faktor

Sammanfattningsvis kan sägas att joniserande strålning, tvärt emot den vanliga uppfattningen bland lekmän, är en *svagt* cancerframkallande (carcinogen) faktor.

Ökad cancerfrekvens har kunnat påvisas bara vid relativt höga stråldoser. Under dessa höga nivåer döljs strålningsverkan av andra cancerframkallande mekanismer som rökning, kemikalier, kostvanor, virus, ålder m m.

Myter om strålning

Myter och föreställningar har kopplats till strålar och strålning i alla tider. Även i dag cirkulerar åtskilliga vanföreställningar och felaktiga påståenden. Här ska ett antal av dessa myter redovisas och kortfattat kommenteras med utgångspunkt från den kunskap som forskning och erfarenhet ger.

Myt: Strålning smittar.

Varken joniserande strålning, röntgenstrålning eller solstrålning smittar. Strålning är ett energiflöde som påverkar den eller det som exponeras för strålningen. Däremot gör den inte den eller det bestrålade själv till en strålkälla, vare sig i ögonblicket eller varaktigt.

Myt: Radioaktivitet smittar.

Radioaktivitet är ett ämnes förmåga att utsända joniserande strålning. Denna förmåga kan inte ”smitta av sig” på andra ämnen. Ett icke radioaktivt ämne blir inte radioaktivt av att bestrålas (med neutronstrålning som viktigt undantag, men fria neutroner finns med några undantag bara inne i kärnreaktorer under drift).

Däremot kan det radioaktiva ämnet hamna på något annat – alltifrån ett landområde till en fingertopp. Detta kallas på engelska *contamination*, vilket vanligtvis översätts *kontaminering*, *kontaminerad*, men ibland också *radioaktiv smitta*, vilket för tanken fel. Den ordagranna översättningen är *nedsmutsning*. Det ger en ganska relevant bild av vad det faktiskt är fråga om.

Myt: Strålning hänger kvar.

Fel. Att joniserande eller elektromagnetisk strålning skulle finnas kvar t ex i ett rum, om det förut funnits en strålkälla där, är en variant av påståendet att strålning smittar. Och lika fel.

Det är som med ljus: Är det släckt, så är det. (Med värmestrålning förhåller det sig annorlunda.)

Myt: Ju längre halveringstid ett radioaktivt ämne har desto farligare är det.

Detta påstående är rätt och slätt fel. Logiken i detta skulle vara att ämnen med oändlig halveringstid, dvs helt stabila icke radioaktiva ämnen, skulle vara farligast av allt, medan sådana med ytterst kort halveringstid skulle vara så gott som ofarliga.

Halveringstiden säger inget om hur farligt ett ämne är. De ämnen som har de längsta halveringstiderna finns i naturen sedan miljarder år. Ett exempel är Kalium 40, som vi alla bär i kroppen. Dess halveringstid är 1 miljard år.

Myt: Radioaktivitet är ett smygande omärkligt gift.

Förekomsten av joniserande strålning kan upptäckas med enkla mätinstrument på en nivå av enstaka atomer, något som är helt omöjligt när det gäller kemiska gifter.

Myt: Strålning har en egen övernaturlig dimension. Den är annorlunda än allt annat.

Den joniserande strålningen finns överallt i naturen och har funnits där sedan tidernas begynnelse, men upptäcktes relativt sent, för drygt hundra år sedan.

Strålning är sedan dess ett intensivt utforskat område, som är fullt gripbart med sedvanliga vetenskapliga metoder.

Myt: Bestrålad mat blir radioaktiv.

Fel. Ännu en variant av missförståndet att strålning smittar.

Myt: Strålning ger upphov till ärftliga skador hos människor.

Epidemiologiska studier, bl a på de överlevande från atombombningarna i Japan, har inte givit belägg för påståendena om ärftliga effekter av strålning.

Myt: Strålning även i små doser leder till cancer.

Att det skulle vara så har inte gått att visa, eftersom cancer i allmänhet är så pass vanligt att eventuella fall, orsakade av små stråldoser, inte skulle märkas i mängden.

Det finns inte mätmetoder för att bestämma små stråldosers effekter på människan. Vid strålskyddsbedömningar arbetar man dock efter *hypotesen* att risken för cancer ökar proportionellt med dosen från noll, alltså utan något tröskelvärde, under vilket det inte skulle finnas ens teoretiska risker.

I det låga stråldosområdet vet man således inte om det finns någon ökad cancerrisk, men med hjälp av hypotesen att risken är proportionell mot dosen ner till noll för man in marginaler i riskuppskattningen, vilken därmed sannolikt innebär en överskattning. Se diagrammet på sidan 37.

Myt: Det är farligt att äta kött som innehåller cesium som släpptes ut vid Tjernobylyckan.

En förutsättning för att kött alls ska innehålla cesium är att djuret har ätit

kontaminerad föda (dvs föda, nedsmutsad med cesiumnedfall). I de mängder detta har förekommit i Sverige, vilket framförallt gäller renar som betar av mycket stora markområden, har det inte inneburit några risker för människor på individnivå.

Förbud mot försäljning av sådant kött, liksom allmänna råd beträffande enskilda människors kost, togs till med stora säkerhetsmarginaler, vilket har bidragit till överdrivna föreställningar om risken.

Myt: Man vet inte så mycket om strålning, nya överraskande effekter kan plötsligt upptäckas.

Man vet kolossalt mycket om strålning. Forskningen på området har varit intensiv i över hundra år. Självfallet är den inte avslutad. Nya kunskaper kommer att vinnas.

Myt: Strålning ger missbildade barn och djur.

Påståendet tillhör genren rötmanadshistorier. I den mån påståendet avser ärftliga skador är det gripet ur luften. Däremot är det visat via djurförsök med mycket höga stråldoser att foster är mer känsliga för joniserande strålning än barn och vuxna. Men detta leder inte till "missbildningar", utan till en viss ökad risk för cancer.

Myt: Strålning påverkar människokroppen på ett mystiskt vis, som skiljer sig från kemikalier och gifter.

Särskilt mystiskt är det inte, även om det ännu finns åtskilligt att utforska. Det finns skillnader mellan joniserande strålning och kemiska och biologiska gifter, t ex att förekomsten av strålning är lätt att upptäcka också på mycket låg nivå, och att det finns biologiska gifter som i ytterligt små koncentrationer är omedelbart dödande.

Den viktiga likheten är att gifter och strålning i höga doser kan leda till cancer.

En hel del vanligt förekommande ämnen (akrylamid är ett aktuellt exempel) och naturligtvis många andra ämnen som klassas som gift kan leda till cancer, ungefär som strålning kan orsaka cancer. Men varken toxikologi eller strålningsvetenskaper är metafysik utan normal naturvetenskap.

Myt: Reaktorlyckan i Harrisburg, USA, ledde till att många människor drabbades av cancer.

Nej, den ledde inte till någon cancer, inte till någon annan kroppslig skada heller.

Myt: Tjernobyolyckan har krävt tiotusentals liv och kommer att kräva fler.

Påståendet är grundlöst. Enligt FN:s vetenskapliga expertrapport 2002 om olyckans hälsoeffekter ledde denna till ett trettiotal dödsoffer bland räddningsarbetare i direkt anslutning till olyckan. Dessa är de enda dödsoffer som kan relateras direkt till olyckan. Därutöver har man konstaterat en uppgång utöver det normala i regionen av antalet fall av sköldkörtelcancer bland barn, som utsattes för stråldoser vid tiden för olyckan. Denna cancerform kan behandlas och är normalt inte dödlig.

FN-rapporten konstaterar att det därutöver inte finns några tecken på förhöjd cancerfrekvens eller ökad dödlighet hittills av strålning från Tjernobyolyckan.

Myt: Tiotusentals människor har fått cancer i Ukraina och Vitryssland på grund av Tjernobyolyckan.

Utöver de cirka 2000 fallen av sköldkörtelcancer finns ingen påvisbar ökad cancerfrekvens i området.

Myt: Förflyttningen av invånarna från Tjernobyloområdet till bl a Kiev har inneburit en minskning av risken för cancer.

Det förhåller sig snarare tvärtom, eftersom en storstadsmiljö som Kievs bevisligen inrymmer fler och större cancerrisker än landsbygden inklusive Tjernobyloområdet.

Myt: Cancerdödligheten i Krasnokamensk är tre gånger högre än i övriga Ryssland.

Detta är en vederlagd Greenpeace-myt från mitten av 90-talet. Krasnokamensk är en stad i Sibirien där det finns en urangruva som levererar råvara bl a till svensk kärnkraft. Enligt en ”hemlig källa” skulle cancerfrekvensen där ha tredubblats.

När en svensk expertdelegation, initierad av Strålskyddsinstitutet, kontrollerade uppgifterna på plats, visade det sig att cancerfrekvensen i Krasnokamensk var lägre än i både övriga Ryssland och Sverige.

När man korregerat för köns- och åldersfördelning visade det sig dock att cancerfrekvensen var densamma i Krasnokamensk som i Sverige.

Myt: Plutonium är det farligaste av alla ämnen.

Som huvudbeståndsdel i en kärnladdning är plutonium fruktansvärt farligt. Däremot är det ett missförstånd att det i något annat avseende skulle vara extremt farligt. Det kan skada en människa om det tas upp av kroppen, vilket

Slutord

I mer än ett kvartssekel har jag följt den svenska energipolitiska debatten. Det vill säga under hela den tid kärnkraften varit en politisk stridsfråga.

Under långliga perioder har debatten mindre gällt hur vi i Sverige ska få en god elförsörjning än hur vi fortast möjligt ska bli av med kärnkraften. Inte ensamt tongivande, men tongivande, har varit personer och grupper som förordat en förtida avveckling till snart sagt vilket pris som helst.

Deras starkaste kort har hela tiden varit fruktan, och deras strategi följaktligen att underblåsa fruktan. De har varit framgångsrika. Inte så att de har lyckats injaga denna fruktan i en majoritet av Sveriges folk. Men ledande politiker, som inte själva har delat oron, har vikt undan av rädsla för denna.

Rädsla för en minoritets fruktan fick avgöra utformningen av 1980 års folkomröstning. Samma rädsla binder energipolitiken ännu i dag.

Men fruktan för kärnkraften bygger till sin helt dominerande del på vanföreställningar, missförstånd, myter.

Sådana kärnspöken är inga bra vägledare. Det är på tiden att sätta det bortre parentestecknet för myternas makt över svensk energipolitik.

Håkan Hagwall

Referenser

Ahlström, Per-Eric

Plutonium – data, egenskaper med mera

SKB R-99-58

Analysgruppen vid KSU

Svensk reaktorsäkerhet i ett samhällsperspektiv *

En KSU-kommentar i anledning av att SSI-rapporten Konsekvenser i Sverige av en stor kärnkraftolycka överlämnats till Energikommisionen, 1995

Bennulf, Martin

Opinion 2001. Nya hot och risker, den svenska allmänhetens syn på samhället, säkerhetspolitiken och försvaret.

Styrelsen för psykologiskt försvar, 2001

Bento, Jean-Pierre

Om behovet av en integrerad syn på riskerna i samhället.

KSU, 1989

Bernander, Örjan

Kärnkraftens utvecklingsmöjligheter *

Analysgruppen Bakgrund nr 1, 1999

Broström, Linda; Kessling, Anna; Krafft, Göran; Sjöberg, Lennart

Psykosociala effekter av ett djupförvar för använt kärnbränsle.

Litteraturöversikt och intervjuer med Uppsalabor

SKB R-02-13, 2002

Edqvist, Karin; Frieman, Karin

SSI:s externa kommunikation med allmänheten. Slutrapport. (Omfattar även TEMO-rapport.), 1994

Folkkampanjen mot kärnkraft-kärnvapen

Plattform. Faktablad. Svar på tal.

Hammar, Lennart
Reaktorsäkerhet i Sverige och närområdet *
Analysgruppen Bakgrund nr 3, 1996

Holmberg, Sören
Kärnkraften – en stridsfråga även under 2000-talet?
Sören Holmbergs och Lennart Weibulls Det nya samhället, Rapport 24, SOM-
institutet, Göteborgs Universitet, 2000

Johansson, Folke
Kärnkraftsattityder – Olika sätt att mäta
Statsvetenskapliga institutionen Göteborgs Universitet, 2002

Kjellander, Claes-Göran
FN:s analys av Tjernobylyckan *
Analysgruppen Bakgrund nr 1, 2003

KSU/TEMO
Tre av fyra svenskar vill använda kärnkraften *
Opinionsundersökning utförd i maj, 2002

KSU/TEMO
Svenskarnas inställning till kärnkraftens användning i Sverige *
Opinionsundersökning utförd i januari, 2003

Lindell, Bo
Pandoras ask.
Strålningens radioaktivitetens och strålskyddets historia. Del 1.
Tiden före andra världskriget, 1996

Lindell, Bo
Damokles svärd.
Strålningens, radioaktivitetens och strålskyddets historia. Del 2. 1940-talet,
1999

OECD Nuclear Energy Agency. Committee on Radiation Protection and
Public Health
Development in Radiation Health Science and their impact on Radiation
Protection, 1998

Rhodes, Richard
Nuclear Renewal, 1993

Riskkollegiet
Att jämföra risker.
Information och rekommendationer från Riskkollegiet
Riskkollegiets skriftserie Nr 1, 1991

Sjöberg, Lennart
Risk, politik och näringsliv
Centrum för riskforskning. Handelshögskolan i Stockholm, 2002

Sjöberg, Lennart
Riskattityder och inställningen till djupförvar för använt kärnbränsle i fyra kommuner
Centrum för riskforskning. Handelshögskolan i Stockholm. SKB R-01-54, 2001

Sjöberg, Lennart
Perceived information technology risks and attitudes
Centrum för riskforskning. Handelshögskolan i Stockholm, 2002

Sokolowski, Evelyn
Hur farlig är joniserande strålning? *
Analysgruppen Bakgrund nr 3, 1994

Starfelt, Nils
Hälso- och miljöeffekter. Inför omläggningen av det svenska energisystemet.
En genomgång baserad på nya resultat från EU:s ExternE-projekt. *
Analysgruppen Bakgrund nr 2, 1998

Starfelt Nils, Wikdahl Carl-Erik
Hälsorisker vid elproduktion *
Analysgruppen Bakgrund nr 1, 2001

Svensk Kärnbränslehantering, SKB
Hemsida www.skb.se

Weart, Spencer R
Nuclear fear, A history of images, 1998

Westerståhl, Jörgen, Johansson, Folke
Svensk kärnkraft efter Tjernobyl.
En undersökning av expertåsikter, massmedier och folkopinion, 1987

Westerståhl, Jörgen, Johansson, Folke
Vad har hänt med kärnkraftsopinionen? 1990

Kungl. Vetenskapsakademien
... om energi, hälsa och miljö
akademien anser nr 1, 2002 www.kva.se

Wikdahl, Carl-Erik
Barsebäck, en symbol för hur kärnkraften påverkat samhället. Några industri-
ella och personliga synpunkter.
Bearbetning av ett föredrag, som hölls vid ett seminarium i Lund kring
Barsebäcks kärnkraftverk och kulturarvet den 25 – 26 september 2001

Wikdahl, Carl-Erik
Kärnkraften i världen *
Analysgruppen Bakgrund nr 2, 1994

Wikdahl, Carl-Erik
Kärnkraftavvecklingen i svensk energipolitik 1976–1994.
Analysgruppen Bakgrund nr 1, 1995

* Publikationerna är tillgängliga på Analysgruppens hemsida: www.analys.se

Analysgruppen vid KSU är en självständigt arbetande expertgrupp som deltar i samhällsdebatten om kärnkraft och strålning. Gruppen utser själv sina ledamöter efter vetenskaplig kompetens, branscherfarenhet och personligt engagemang.

Gruppen sammanställer och analyserar fakta med anknytning till reaktorsäkerhet, strålskydd, radiobiologi och risker i samhället samt publicerar rapportserierna Bakgrund, Faktablad och småskriftserien *analys.se*.

Gruppen är knuten till kraftindustrin via Kärnkraftsäkerhet och Utbildning AB (KSU). Analysgruppen publicerar också en hemsida om kärnkraft och strålning – www.analys.se. Där finns en rad skrifter och faktablad tillgängliga och även ett omfattande länkbibliotek till svenska och internationella sajter inom Analysgruppens kompetensområde.

Analysgruppen vid KSU