

Etiska och filosofiska perspektiv på kärnavfallsfrågan

– åtta essäer av Sven-Ove Hansson



Etiska och filosofiska perspektiv på kärnavfallsfrågan

– åtta essäer av Sven-Ove Hansson

Maj 2010

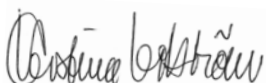
ISBN 978-91-977862-9-4
CM Gruppen AB, maj 2010

Diskussioner om komplexa och laddade frågor har ofta en tendens att bli svartvita, förenklade och perspektivlösa. Professor Sven Ove Hansson vid Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm gör i denna essäsamling det motsatta. Han visar på komplexiteten i diskussionen, fördjupar analysen, vrider och vänder på frågorna, ger oss nya perspektiv och tar fram gråtoner i den annars så svartvita paletten.

De åtta essäerna i skriften "Etiska och filosofiska perspektiv på kärnavfallsfrågan" anlägger etiska och moralfilosofiska aspekter på några komplexa samhällsfrågor som tidigare inte lyfts fram. Hansson ger oss möjlighet att få lite mer ordning och reda i våra tankar, även när det gäller det använda kärnbränslet. Essäerna tar upp frågor om bland annat tidsperspektiv, vetenskapens begränsningar, riskhantering som politisk fråga, strålning som etiskt problem och ingenjörsmässig säkerhet.

Projektet har finansierats med forskningsmedel från SKB:s, Svensk Kärnbränslehantering AB, samhällsforskningsprogram som startade år 2004. Programmet har under åren stött forskning bland annat om samhällsekonomiska konsekvenser av ett kärnbränsleförvar, om komplexa beslutsprocesser, om människors uppfattning om risker och möjligheter och om vilka förändringar i vår omvärld som kan påverka dagens och morgondagens synsätt och beslut. Frågorna har belysts från samhällsvetenskapliga, beteendevetenskapliga, juridiska och humanistiska perspektiv.

På www.skb.se finns ytterligare information och tillgång till de forskningsrapporter som publicerats inom ramen för programmet.



Kristina Vikström

Ansvarig för samhällsforskningsprogrammet

Sammanfattning

De åtta essäer som här presenteras härrör från SKB-projektet "Etiska och filosofiska perspektiv på kärnavfallsfrågan". Projektet syftade till att sätta in frågan om hanteringen av använt kärnbränsle i ett vidare perspektiv. Texterna argumenterar för ett rationellt förhållningssätt och framhåller vetenskapens och teknikens möjligheter. De tar inte ställning i konkreta frågor om hanteringen eller om energipolitikens utformning. Däremot syftar de till att ge underlag för sådana ställningstaganden.

Risk och osäkerhet

Ordet "risk" används ständigt i diskussioner om kärnavfall, liksom i andra diskussioner om de faror vi är utsatta för i samhället. Vid ett närmare betraktande visar det sig att "risk" används i olika bemärkelser i olika sammanhang. I en del tekniska sammanhang är man noga med att skilja mellan å ena sidan risk, å andra sidan osäkerhet. Ibland verkar olika intressegruppers svårigheter att förstå varandra ha att göra med att de inte förstår (eller kanske inte respekterar) varandras användning av dessa begrepp. För att kunna föra en välstrukturerad diskussion är det viktigt att ha klart för sig vad som avses med orden, något som denna essä söker bidra till.

Strålning som etiskt problem

Strålning väcker starka känslor. Är strålrisker alldeles särskilda, eller ska vi tänka om dem på samma sätt som de risker vi stöter på i vår vardag? Denna essä presenterar det nya forskningsområdet strålningsetik och visar på sambanden mellan strålskyddets och moralfilosofins grundfrågor. Till de frågor som diskuteras hör: Kan ett skäl att acceptera en strålexponering vara, att den är mindre än den naturligt förekommande bakgrundsstrålningen? Behöver vi ta hänsyn till (troliga) strålningseffekter som inte kan påvisas, eftersom de statistiska sambanden är för svaga? Bör strålskyddet främst ta hänsyn till den individuella exponeringen eller till den totala exponeringen av hela befolkningen?

Kärnavfallets tidsperspektiv

Den aspekt på det använda kärnbränslet som blivit mest uppmärksammat är att det är farligt mycket långt in i framtiden. Längre har kärnavfallshandlingen varit den enda samhällsfråga som diskuterats brett i detta långa tidsperspektiv. På senare år har även klimatfrågan kommit att behandlas i mycket långa tidsperspektiv. Dessutom har vi fått en allmän diskussion om hållbar utveckling, som inte sätter några egentliga tidsgränser. Här presenteras de två huvudsakliga perspektiv i vilka man diskuterat mycket långsiktiga effekter av det vi gör i dag: Ekonomisk diskontering och hållbar utveckling. Problemen med båda dessa ansatser diskuteras, och alternativa förhållningssätt presenteras. Kärnavfallsfrågan visar sig vara en av många frågor som förtjänar en grundlig diskussion i ett långt tidsperspektiv.

Vetenskapen och dess begränsningar

Kontroverserna om handlingen av det använda kärnbränslet har till stor del handlat om möjligheterna att alls veta vad som kommer att hända i framtiden. Expertomdömen har satts i fråga, och ibland har tilltron till vetenskapens möjligheter att besvara de avgörande frågorna varit låg. Kritikerna har såtillvida rätt att vetenskapen inte är ofelbar. Det är ofta rationellt av en beslutsfattare att räkna med möjligheten att de vetenskapliga experterna kan ha fel. Det är bland annat av detta skäl som man brukar bygga in extra säkerhetsmarginaler i komplexa tekniska system. Men det är också en viktig insikt att vi praktiken ständigt måste handla, och fatta beslut, utan att vara helt säkra. Denna essä utmynnar i slutsatsen att det bästa vi kan göra är att vid varje tidpunkt utgå från den då bästa tillgängliga vetenskapen, samtidigt som vi försöker att bedöma graden av osäkerhet i den, och göra oss så oberoende som möjligt av den mest osäkra informationen.

Vad säger försiktighetsprincipen?

Det är viktigt att skilja mellan försiktighet och försiktighetsprincipen. Med försiktighet som allmänt begrepp menas, att man undviker handlingar som kan leda till mycket negativa konsekvenser även om sannolikheten för dem är låg. Försiktighetsprincipen handlar om handlingen av vetenskaplig osäkerhet. Denna essä handlar om hur försiktighetsprincipen ska tolkas och hur den passar in i vårt sätt att bygga upp och tillämpa vetenskaplig kunskap. En viktig slutsats är att försiktighetsprincipen egentligen inte är någon särskild princip, utan bara handlar om att använda all tillgänglig information när man fattar praktiska beslut.

Hur mycket får det kosta?

Kostnads-nyttoanalys är den traditionella ekonomiska metoden att analysera riskbeslut. Men metoden är kontroversiell, inte minst eftersom många är tveksamma till de ”priser” på människoliv som används i analyserna. I denna essä diskuteras metodens för- och nackdelar. Slutsatsen blir att kostnads-nyttoanalys kan vara användbar, men att det är viktigt att vara medveten om dess begränsningar. Metoden kan användas för att stödja samhällsbeslut, men den kan inte få vara sista ordet utan måste kombineras med andra beslutsunderlag.

Ingenjörsmässig säkerhet

Sedan mycket länge har ingenjörer utvecklat praktiska arbetsmetoder och regler för att undvika olyckor. Detta arbetsområde kallas på engelska ”safety engineering”, men saknar ett etablerat namn på svenska. Det inrymmer traditioner för riskhantering som är värdefulla, bland annat därför att de tar hand om en del av de problem som är svåra att täcka in i en riskanalys som bygger på sannolikheter. I denna essä presenteras tre av områdets viktigaste principer, nämligen inneboende säkerhet, säkerhetsfaktorer och multipla säkerhetsbarriärer. Jämförelser med den ”ingenjörfilosofi” som tillämpas inom andra teknikområden kan vara användbara i diskussioner om slutförvaring av använt kärnbränsle.

Riskhantering som politisk fråga

Kärnavfallsfrågan är, liksom många andra riskfrågor, politiskt sett mycket komplicerad. I denna essä sätts riskfrågorna in i sitt samhälls-politiska sammanhang. Vilken arbetsfördelning bör eftersträvas mellan experter och förtroendevalda i de avgörande besluten? Ligger det något i den kritik mot lokalt inflytande som brukar uttryckas med förkortningen NIMBY (Not in my backyard)? Varför har begreppet ”acceptans” fått så stort genomslag just i riskfrågor? Vilka krav kan man ställa på en demokratisk beslutsprocess i en kontroversiell riskhanteringsfråga? Syftet med denna, liksom de övriga essäerna är att visa hur kärnavfallsfrågorna hänger samman med större etiska och filosofiska frågor. Ställningstaganden får läsaren själv stå för.

Abstract

These eight essays are outcomes of the SKB project “Ethical and philosophical perspectives on nuclear waste”. The project aimed at widening the framework for discussions on management of spent nuclear fuel. The texts argue for a rational approach and they also emphasize the usefulness of science and technology. No standpoints are taken on the practical issues of nuclear waste management or energy policies in general. Instead these essays are intended to provide a background for further discussions and policy decisions in these areas.

Risk and uncertainty

The word “risk” is commonly used in discussions on nuclear waste as well as other discussions on the dangers that we are exposed to. It turns out that “risk” has different meanings in different contexts. In technical contexts a distinction is often made between risk and uncertainty. The difficulties that different interests groups have in understanding each other often depend in part on a lack of understanding (or respect) for how others use these concepts. In order to make a well-structured discussion possible it is important to be clear about how the words are used. This essay is an attempt to contribute to such clarity.

Radiation as an ethical problem

Radiation often gives rise to strong emotional reactions. Are radiation risks special or should they be treated in the same way as the risks we encounter in our everyday lives? This essay introduces the new area of radiation ethics and shows the interconnections between fundamental issues in radiation protection and moral philosophy. The following are among the questions discussed: Can the fact that a radiation exposure is smaller than the natural background be a reason to accept that exposure? Do we need to take (probable) radiation effects into account even if they cannot be detected due to weak statistical connections? Should radiation protection be based primarily on individual exposure or on the total exposure of the whole population?

The time perspective of nuclear waste

The most discussed aspect of spent nuclear fuel is its longevity. Previously nuclear waste was the only issue for social decision-making that was widely discussed in very long time perspectives. Today climate change is also discussed in such long time perspectives, and we have a general discussion on sustainable development that does not have any time limits. The two dominant approaches to long-term effects of our present-day decisions are economic discounting and sustainability. The problems of both these approaches are discussed, and alternative approaches are introduced. The nuclear waste issue turns out to be one of many issues that should preferably be discussed in long time perspectives.

Science and its limitations

The controversies on management of spent nuclear fuel have to a large extent concerned whether we can at all know what will happen in the future. Expert judgements have often been mistrusted, and sometimes the capacity of science to answer the critical questions has been put to doubt. The critics are right in pointing out that science is fallible. It is often rational for a decision-maker to take into account that scientific experts may be wrong. But it is also an important insight that in practice we have to act and decide in spite of uncertainties. The best we can do is to use the currently best available science, while at the same time doing our best to assess its degree of uncertainty and trying to reduce our dependence on the most uncertain information.

What does the precautionary principle tell us?

It is important to distinguish between cautiousness (caution) and the precautionary principle. Cautiousness, as a general concept, refers to the avoidance of acts that could potentially have very negative consequences, even if the probability of those consequences are low. The precautionary principle is a principle for how to deal with scientific uncertainty. This essay discusses how the precautionary principle should be interpreted and how it fits into our ways of building and applying scientific knowledge. It is concluded that the precautionary principle is in fact not a special principle in its own right but only an application of the general decision rule for practical decision-making that all available information should be taken into account.

How much may it cost?

Cost-benefit analysis is the traditional economic method for analyzing risk management decisions. But the method is controversial, not least due to scepticism against the “prices” on human lives that are used in the analyses. In this essay the pros and cons of cost-benefit analysis are discussed. It is concluded that the method can be useful, but it has limitations that must be taken carefully into account whenever it is used. Cost-benefit analysis can be used to support policy decisions, but it has to be combined with additional information and alone it cannot be the last word on what decision to make.

Engineering safety

Safety engineering has a long tradition in the engineering profession. It includes traditions for risk management that are valuable not least because of their capacity to deal with some of the problems that are difficult to cover in a probabilistic risk analysis. In this essay three of the most important principles in safety engineering are introduced, namely inherent safety, safety factors, and multiple safety barriers. In discussions of a final repository for spent nuclear fuel nuclear, it can be useful to make comparisons with the application of safety engineering principles in other areas of technologies.

The politics of risk management

Like many other risk management issues nuclear waste is politically highly controversial. This essay focuses on the political aspects of risk management. What distribution of tasks is appropriate between experts and political decision-makers? Should we take seriously the criticism against local participation that is commonly expressed with the acronym NIMBY (Not in my backyard)? Why has the concept of “acceptance” become so important in discussions of risk? What can be demanded of a democratic procedure in a complex risk management issue? This essay, like the others, aims at showing how nuclear waste management is connected to more general policy issues. It is left to the reader to judge what standpoints should be made in these issues.

Innehåll

Risk och osäkerhet	13
Strålning som etiskt problem	23
Kärnavfallets tidsperspektiv	35
Vetenskapen och dess begränsningar	51
Vad säger försiktighetsprincipen?	63
Hur mycket får det kosta?	71
Ingenjörsmässig säkerhet	87
Riskhantering som politisk fråga	97
Referenser	103



Risk och osäkerhet

Ordet "risk" används ständigt i diskussioner om kärnavfall, liksom i andra diskussioner om de faror vi är utsatta för i samhället. Vid ett närmare betraktande visar det sig att "risk" används i olika bemärkelser i olika sammanhang. I en del tekniska sammanhang är man ganska noga med att skilja mellan å ena sidan risk, å andra sidan osäkerhet. Ibland verkar olika intressegruppers svårigheter att förstå varandra ha att göra med att de inte förstår (eller kanske inte respekterar) varandras användning av dessa begrepp, särskilt "risk". För att kunna föra en välstrukturerad diskussion är det viktigt att ha klart för sig vad som avses med orden.

Risk

Ordet "risk" har flera väl etablerade användningar /Hansson 2005, 2007a/. Innan vi går in på de olika betydelser som ordet har fått, finns det anledning att ta fasta på två gemensamma karakteristika för dessa olika betydelser. Det första är att "risk" betecknar någonting oönskat. Turisten som hoppas på en solig vecka talar om risken för regn, men lantbrukaren vars skörd hotas av torkan talar hellre om en chans, än en risk, för regn.

Det andra är att ordet "risk" markerar avsaknad av kunskap. Om vi vet med säkerhet att det kommer att inträffa en explosion i en brinnande byggnad, så har vi ingen anledning att tala om en risk. Å andra sidan, om vi vet att det inte kommer att inträffa någon explosion, så finns det inte då heller någon anledning att tala om en risk. De situationer där vi talar om en risk för explosion är just de där vi inte vet om det kommer att äga rum en explosion eller inte. Rent allmänt gäller att när det finns en risk så måste det också finnas någonting vars utfall är okänt. Att ha kunskap om en risk innebär därför att ha kunskap om vad det är vi inte vet. Detta är en svår typ av kunskap att analysera och utvärdera. En del av tankeordan inom det här området har att göra med svårigheterna att klarlägga detta komplicerade förhållande mellan risk och kunskap /Hansson 2002/.

Av de flera olika urskiljbara betydelserna av ordet "risk" kan vi börja med två som är tydligt icke-kvantitativa, det vill säga inte handlar om att mäta risk med siffror. Betrakta följande två exempel:

”En härdsmläta är den allvarligaste risken inom kärnkraftsindustrin.”

”Lungcancer är en av de allvarligaste risker som drabbar rökare.”

I dessa båda exempel menar vi med risk en oönskad händelse som kan inträffa, men som inte med säkerhet kommer att göra det. Jämför med följande två exempel:

”Dolda sprickor i tryckkärl och rör är en av de allvarligaste riskerna i kärnkraften.”

”Rökning är den största åtgärdbara hälsoriskan i vårt samhälle.”

I båda dessa fall betecknar ”risk” orsaken till oönskade händelser som kan komma att inträffa, alltså inte den oönskade händelsen i sig. Det är ju inte själva sprickorna i rör och tryckkärl som vi ytterst är bekymrade över, utan de katastrofala följderna som kan uppstå vid olyckor i en anläggning med sådana sprickor. På motsvarande sätt är det inte rökningen i sig, utan de sjukdomar den ger upphov till som vi oroas över.

Vi har alltså här att göra med två åtskilda icke-kvantitativa innebörder av ordet ”risk”. Det kan antingen beteckna en i sig oönskad händelse eller en orsak till sådana händelser. Men även om dessa båda betydelse är tydligt åtskiljbara skiljer man ofta inte mellan dem i praktiken.

Mätetal på risk

Vi vill ofta jämföra risker i termer av hur allvarliga de är. I detta syfte skulle det vara tillräckligt att använda en tvåställig relation, ”är en mer allvarlig risk än”. Men i praktiken brukar man göra sådana jämförelser numeriskt, det vill säga man anger siffervärden för storleken eller allvarlighetsgraden hos olika risker. Det finns två huvudsakliga sätt att göra detta, och båda har benämnts med ordet ”risk”. Först kom ordet att användas i betydelsen av sannolikheten för en oönskad händelse. Detta användningssätt exemplifieras i fraser som de båda följande:

”Risken för en härdsmläta under den här reaktorns livstid är mindre än en på tiotusen.”

”Rökare har en risk om ungefär 50 procent att få sitt liv förkortat av en röningsbetingad sjukdom.”

Det är viktigt att observera att en sannolikhet, och därmed också en risk i denna betydelse av ordet, alltid hänvisar till en specificerad händelse eller händelsetyp. Om vi vet sannolikheten (risken) för ett

strömavbrott, betyder detta inte att vi har total överblick över de möjliga negativa händelser (risker) som är förknippade med det elektriska systemet. Det finns andra typer av oönskade händelser, till exempel bränder, elektriska olyckor etc, som måste bedömas var och en för sig och som har egna sannolikheter (risker).

Många författare (och en del kommittéer) har försökt att standardisera användningen av ordet "risk" som sannolikhet, och har velat göra detta till den enda godtagna betydelsen av ordet. År 1983 definierade till exempel en arbetsgrupp inom det brittiska Royal Society risk som "sannolikheten att en särskild oönskad händelse inträffar under en angiven tidsperiod, eller att den uppstår som resultat av en särskild påfrestning" /Royal Society 1983/. På samma sätt definierade det amerikanska National Research Council år 1983 riskbedömning som en bedömning av hur sannolikt det är att någon viss mänsklig aktivitet kommer att få negativa konsekvenser /National Research Council 1983/.

Att definiera risk som sannolikhet är emellertid problematiskt, eftersom vi har intuitioner som strider mot det språkbruket. Vår uppfattning om hur allvarlig en risk är påverkas inte bara av sannolikheten, utan också av hur allvarliga konsekvenserna är. Att utsättas för en sannolikhet om 1 på 100 att bli förkyld framstår som en mindre allvarlig risk än att utsättas för en sannolikhet om 1 på 1 000 att ådra sig en dödlig sjukdom. Detta borde återspeglas i ett mått på risk. Med andra ord, om vi vill ha ett måttetal på allvarlighetsgraden hos risk, så måste det måttet vara känsligt inte bara för sannolikheter utan också för allvarlighetsgraden hos olika utfall. Det finns många sätt att konstruera ett måttetal som är känsligt för dessa båda ting, men det enda som har kommit till användning är det som identifierar risk med väntevärdet på utfallets allvarlighetsgrad.

Väntevärden

Väntevärde är ett annat ord för sannolikhetsvägt värde. Om 200 djuphavsdykare utför en operation med en dödsrisk om 0,1 procent för varje individ så blir det statistiska väntetalet på antalet dödsfall från denna verksamhet 200 gånger 0,1 procent, det vill säga 0,2. Väntevärden har den viktiga egenskapen att de kan adderas på ett meningsfullt sätt. Antag att en viss verksamhet är förenad med en sannolikhet om en procent för en olycka som kommer att döda fem personer och även med en sannolikhet om en procent för en annan typ av olycka som kommer att döda en person. Då är det totala väntevärdet lika med 0,01 gånger 5 plus 0,02 gånger 1, det vill säga 0,07 dödsfall. På samma sätt är vänte-

värdet av dödsfall från olyckor i ett kärnkraftverk lika med summan av väntevärdena från alla de olika typer av olyckor som kan inträffa på kraftverket. Detta är det gängse sättet att resonera inom riskanalys. Så här uttrycktes det av en riskanalytiker:

”Den värsta härdshälteolyckan som man normalt sett tar i beaktande, som förorsakar 50 000 dödsfall och har en sannolikhet av 1 på 100 miljoner reaktorår, bidrar endast till ungefär 2 procent av den förväntade genomsnittliga hälsoeffekten av reaktorolyckor.” /Cohen 1985/.

Samma författare har beskrivit detta räknesätt som ”det enda meningsfulla sättet att utvärdera riskerna med en teknologi” /Cohen 2003/.

Ett annat exempel på detta sätt att räkna är det gängse sättet att riskvärdera transporter av använt kärnbränsle på vägar och järnvägar. I en sådan bedömning har man flera olika slags risker att bedöma. Det finns radiologiska risker förknippade med den normala hanteringen, det vill säga de förväntade stråldoserna på personalen. Det finns också olika typer av olyckor som kan medföra stråldoser, och därtill kommer de icke-radiologiska riskerna, som till exempel dödsfall förorsakade av vanliga trafikolyckor eller av fordonsavgaser. För varje sådan risktyp kan man räkna ut väntevärdet på förlorade människoliv. Man kan sedan addera dessa väntevärden och dividera summan med antalet kilometer. Detta resulterar i ett förväntat antal dödsfall per kilometer transport /Biwer och Butler 1999/.

Ordet ”risk” används numera ofta för att beteckna sådana väntevärden. Detta språkbruk kan härledas till den inflytelserika Rasmussen-rapporten från år 1975, en säkerhetsanalys av kärnkraften som genomfördes på uppdrag av den amerikanska regeringen. Uttryckssättet har sedan dess fått mycket stor användning i riskanalys och riskforskning /Rechard 1999/. I kostnads-nyttanalyser, det vill säga ekonomisk analys av risker, används väntevärden som mått på risker. I studier av riskperception brukar man jämföra människors riskuppfattning, ofta kallad subjektiv risk, med väntevärden, som då kallas objektiv risk. Många försök har gjorts att fastställa detta som den enda godtagbara användningen av ordet ”risk”. Den internationella standardiseringsorganisationen definierade år 2002 risk som kombinationen av en händelses sannolikhet och dess konsekvenser /International Organization for Standardization 2002/.

Definitionen av risk som väntevärde skiljer sig på ett positivt sätt från definitionen av risk som sannolikhet: Den tar hänsyn till utfallets grad av allvarighet. Detta är en viktig faktor som bör påverka vår bedömning av risker. Därmed är dock inte de relevanta faktorerna uttömda.

Det finns ytterligare annat som bör tas med i en fullständig bedömning av en riskabel situation, till exempel vilket inflytande människor har över de risker de utsätts för, om riskutsättandet är frivilligt, om risken är rättvist fördelad, etc. Om man definierar risk som väntevärde utsluter man denna typ av faktorer.

En betydelseförskjutning

Vid ett ytligt påseende kan det kanske verka som en så kallad terminologisk fråga utan praktisk betydelse, hur vi väljer att definiera risk. Det brukar ofta hävdas att man kan välja att definiera ord och begrepp hur man vill, bara man håller reda på hur man har gjort. Men i praktiken får vårt val av definitioner ofta betydelse för hur vi uppfattar verkligheten /Hansson 2006/. Detta illustreras tydligt i diskussionen om risk, där det ofta inträder en tämligen bekymmersam förskjutning i betydelsen av själva ordet "risk": En diskussion eller en analys börjar med en allmän fras i stil med "riskerna i byggnadsindustrin" eller "riskerna med kärnbränsleförvaret". Här används ordet "risk" i icke-kvantitativ bemärkelse. Men när analysen går in mera på tekniska detaljer får ordet "risk" beteckna väntevärdet. Före denna betydelseförskjutning var det helt okontroversiellt att säga att mindre risker alltid är bättre än större risker. Men efter denna förändring i betydelsen gäller detta inte längre med självklarhet. I en jämförelse mellan två risker kan det ibland finnas skäl att se mera allvarligt på den som har det lägre väntevärde. Den kan nämligen ha andra egenskaper, till exempel ofrivillighet eller en orättvis fördelning, som gör den sämre när allt tagits i beaktande. Om man använder ordet "risk" för att beteckna väntevärdet kan man lätt missa detta. Denna betydelseförskjutning hos ordet "risk" brukar ofta passera obemärkt, och kan då leda till att viktiga aspekter på risker inte blir uppmärksammade.

Eftersom ordet "risk" har använts i olika betydelser under mer än 300 år, borde det inte vara förvånande att försök att reservera dess användning för den ena eller den andra tekniska bemärkelsen har gett upphov till ganska stora kommunikationsproblem. För att undvika sådana problem är det tillrådligt att använda mer specifika termer som till exempel "sannolikhet" och "väntevärde", när det är detta man avser.

Osäkerhet

Vi kan på ett meningsfullt sätt tilldela sannolikheter till många av de faror som vi utsätts för. Men det finns också många faror som vi inte kan tilldela sannolikheter, därför att vi vet för litet om dem. Det finns också faror som vi av andra skäl är obenägna att tillämpa sannolikhets-

kalkylen på. Låt oss till exempel anta att vi talar med en person som just är i färd med att gifta sig. Det kan vara rimligt att ge henne rådet att ordna med ekonomi och annat på ett sådant sätt att hon kan klara en skilsmässa, om det mot förmodan skulle gå dithän. Hon bör betrakta en framtida skilsmässa som fullt möjlig. Däremot vore det egendomligt att uppmana henne att tilldela möjligheten av en skilsmässa en exakt sannolikhet. Inte ens en hängiven statistiker skulle väl välja att fatta beslut om sitt eget privatliv på det sättet.

Eftersom ordet "risk" har blivit starkt förknippat med kvantitativa mätetal, är det vanligt att använda en annan term för situationer där numeriska sannolikheter inte är aktuella, nämligen "osäkerhet" /Knight 1935/. (För en översikt över tidigare arbeten om osäkerhet se /Arrow 1951/.) Man brukar inom beslutsteorin säga att ett beslut fattas "under risk" om det finns meningsfulla sannolikheter som kan användas i analysen, och "under osäkerhet" om sådana saknas. I en av de mest inflytelserika läroböckerna i beslutsteori definieras termerna på följande sätt:

"Vi ska säga att vi befinner oss området för i beslutsfattande under

(a) *säkerhet* om det är känt att varje handling med säkerhet kommer att leda till ett specifikt utfall.

(b) *risk* om varje handling leder till ett av en mängd möjliga specifika utfall, och varje sådant utfall inträffar med en känd sannolikhet. Dessa sannolikheter antas vara kända för beslutsfattaren. Så till exempel kan en handling leda till följande riskabla utfall: En belöning med tio dollar om ett juste mynt landar på krona och en förlust om fem dollar om det landar på klave. Naturligtvis är säkerhet ett gränsfall av risk där sannolikheterna är 0 eller 1.

(c) *osäkerhet* om någon eller båda av handlingarna har som konsekvenser en mängd av möjliga specifika utfall, men sannolikheterna för dessa utfall är fullständigt okända eller inte ens meningsfulla" /Luce och Raiffa 1957/.

Några kommentarer bör göras om begreppet osäkerhet. Först och främst skiljer sig osäkerhet från risk genom att inte implicera att händelsen är oönskad. Vi kan tala om osäkerhet, också i teknisk bemärkelse, med syftning på önskvärda framtida händelser. För det andra skiljer sig den tekniska användningen av termerna "risk" och "osäkerhet" tydligt från deras användning i vardagsspråket. I ett vardagssamtal skulle vi inte tveka att kalla en fara för risk, även om vi inte kan tilldela den en meningsfull sannolikhet. Vidare är "osäkerhet" i vardagsspråket något som hör hemma på det subjektiva området, medan "risk" uppfattas som mera objektivt. Om en person inte vet om smoken är giftig så är hon *osäker* om dess förmåga att förgifta henne. Eftersom denna art inte har något gift finns

det däremot inte någon *risk* att bli förgiftad av den. Men i det tekniska språkbruket skiljer sig risk och osäkerhet inte åt på detta sätt, det vill säga i fråga om subjektivitet eller objektivitet. Skillnaden handlar där i stället om förekomsten eller avsaknaden av meningsfulla sannolikheter. För det tredje råder det oklarhet om osäkerhet och risk ska uppfattas som två varandra uteslutande begrepp eller om risk i själva verket är en form av osäkerhet. Det senare språkbruket är vanligt, men brukar inte återspeglas i de gängse definitionerna. Det innebär att man använder "osäkerhet" som en allmän term för brist på kunskap (oavsett om några sannolikheter kan åsättas eller inte), medan risk är en form av osäkerhet som skiljer ut sig genom att meningsfulla sannolikheter finns att tillgå.

Osäkerhet om sannolikheter

Osäkerheter finns överallt. Även i de fall där en sannolikhetsuppskattning kan göras, finns det i regel ändå beaktansvärda osäkerheter, inte minst osäkerheter om hur riktig och tillförlitlig denna sannolikhetsuppskattning är. Om man ser strikt på saken, är det endast mycket sällan som vi känner en sannolikhet med full säkerhet. De enda riktigt tydliga exemplen på risk i den strikta bemärkelsen av fullt kända sannolikheter är de förenklade läroboksfall som hänvisar till mynt, tärningar och andra föremål som bedöms vara helt symmetriska och därför förknippas med helt säkra sannolikheter. I det verkliga livet fattas, strängt taget, alla beslut "under osäkerhet" /Hansson 1999a/.

För att inte distinktionen mellan risk och osäkerhet ska bli meningslös, är det därför klokt att något modifiera definitionerna. Med beslut under risk bör vi avse beslut där vi har gjort valet att förenkla beskrivningen av vårt beslutsproblem genom att betrakta sannolikheterna som kända med visshet. Detta är ofta en mycket användbar förenkling, men när vi använder den bör vi hålla i minnet att det faktiskt kan råda osäkerhet även om de sannolikhetsuppskattningar som vi har valt att lita på.

Inom en del kunskapsområden är det vanligt att använda sannolikhetsuppskattningar som har gjorts av högt specialiserade experter. Sådana uppskattningar är ofta mycket värdefulla som beslutsunderlag, men det är viktigt att inte förväxla dem med kända sannolikheter. Vi vet tyvärr genom historisk erfarenhet att experter ibland har fel. När vi fattar beslut måste vi ta med i beräkningen att detta kan hända igen. Särskilt viktigt blir detta när sannolikheterna för faror bedöms vara mycket små. Antag till exempel att en grupp experter har studerat möjligheten att en ny mikroorganism som har utvecklats för terapeutiska syften kommer att mutera och bli sjukdomsframkallande. Experterna har bedömt sannolikheten att detta ska inträffa som en på 100 miljoner.

För de beslutsfattare som tar emot denna rapport blir den viktigaste frågan inte om en risk av den storleksordningen ska accepteras eller inte. Den stora frågan för dem måste i stället vara hur säker man kan vara på att sannolikheten verkligen är så liten som experterna anger. Möjligheten att experterna kan ha fel blir en av de osäkerheter som en rationell beslutsfattare måste ta i beaktande.

Tyvärr har problemen med kvarstående osäkerheter kring låga sannolikheter ofta försumrats. Det finns en stark tendens i beslutsstödjande discipliner att framställa de sannolikhetsuppskattningar man gör som helt tillförlitliga. Det innebär att man resonerar som om besluten kunde fattas i samma slags kunskapssituation som när man spelar vid roulettebordet, det vill säga från utgångspunkten att alla utfall har bestämda och välkända sannolikheter. Detta sätt att resonera kan leda till en illusion om att man har omständigheterna under mycket bättre kontroll än vad man i själva verket har. Osäkerheter som borde ha påverkat besluten kan då bli försummade /Hansson 2008a/.

Okända faror

Hittills har vi diskuterat den osäkerhet som består i att vi inte vet sannolikheten för faror som vi känner till. Livet är fullt av situationer där vår brist på kunskap går ännu längre än så. Utöver de kända riskerna måste vi också ta hänsyn till det faktum att vi inte känner till vilka faror vi har framför oss. Antag att någon föreslår att vi ska introducera en genetiskt förändrad art av daggmask, som kommer att göra jorden luckrare och därmed bättre för jordbruket. Om denna daggmask introduceras i naturen kommer den, enligt vad man kan förstå, så småningom helt att konkurrera ut den vanliga daggmasken. Låt oss för argumentets skull anta att alla konkreta farhågor har kunnat tillbakavisas. Den nya arten har påvisats inte ge upphov till mer jorderosion, har visats inte vara mer känslig för någon sjukdom, etc. Ändå vore det inte irrationellt att säga: ”Jo, men det kan finnas andra negativa effekter som vi inte har lyckats komma på. Därför ska den nya arten inte introduceras.” Likaledes, antag att någon vill spruta ut en kemisk substans i stratosfären i syfte att mildra växthuseffekten. Det skulle inte vara irrationellt att motsätta sig ett sådant förslag enbart på grundval av att det kan ha negativa konsekvenser som vi inte känner till. En del nyliga debatter om bioteknologi och nanoteknologi illustrerar detta problem. Även om specifika och väl identifierade risker har haft en roll i dessa debatter, har fokuseringen ganska ofta varit på vaga eller okända faror, som till exempel skapandet av nya livsformer med oförutsedda egenskaper /Hansson 1996, 2003/.

Denna typ av osäkerhet kan kallas ”okända möjligheter”. Vi kan i praktiken inte beskriva den i sannolikhetsstermer, eftersom vi inte vet vilka händelser som skulle tilldelas sannolikheter.

En viktig typ av osäkerhet är den som handlar om människors framtida agerande. Ibland kan man resonera i sannolikhetsstermer om människors beteenden, men i andra fall är det omöjligt eller kontraproduktivt. Detta gäller inte minst det egna framtida beteendet. Om jag sätter sannolikheter på mina egna framtida val så kan mina sannolikhetsbedömningar komma att påverka mina framtida handlingar, och denna påverkan är något som jag egentligen borde räkna in i sannolikhetsbedömningarna. Detta är inte lätt att åstadkomma, och i praktiken kan sannolikhetsbedömningar av det slaget inte alltid genomföras. Även i situationer med komplicerade interaktioner mellan människor (som till exempel i säkerhetspolitiken) är det ofta i praktiken i regel ogörligt att genomföra en analys i termer om sannolikhet.

Kärnavfallet

Slutförvaringen av använt kärnbränsle är ett mycket komplext problemområde. Därför är det föga förvånande att vi inom detta område möter alla de olika användningar av begreppen risk och osäkerhet som redovisats ovan. I fråga om en del fysikaliska och kemiska förlopp finns det tillförlitliga sannolikhetsuppskattningar att tillgå. När det gäller geologiska och en del biologiska förlopp är sannolikhetsuppskattningarna förknippade med avsevärd osäkerhet. Störst är osäkerheten på det sociala området. Det är högst tveksamt om vi kan tilldela meningsfulla sannolikheter till exempel till olika former av framtida intrång i ett kärnbränsleförvar. Vi kan inte heller veta om vi ens har förutsett alla de skäl som framtida generationer kan ha för att vilja komma åt vårt använda kärnbränsle.

Inom detta liksom andra områden där vi har att göra med många sorters risk och osäkerhet, är det viktigt att hålla reda på hur vi använder orden ”risk” och ”osäkerhet”. Man bör vara mycket försiktig med att döma ut andras användning av dessa begrepp som felaktiga eller orationella. Det finns faktiskt flera olika väletablerade språkbruk inom området.



Strålning som etiskt problem

Få vetenskapliga upptäckter har fått så snabbt och starkt genomslag i det allmänna medvetandet som Röntgens upptäckt av det som vi i dag kallar joniserade strålning. Den osynliga strålningen var ett nytt under som det skrevs och talades mycket om. Konstnärer lät sig inspireras av hur man med strålningens hjälp kunde se det inre av kroppar och föremål. Mystiker menade att strålningen hade samband med det övernaturliga. Fotografer skaffade röntgenapparater för att kunna ta genomträngande bilder av sina kunder /Henderson 1988, Jülich 2002/. Många trodde att strålningen var hälsobringande, och i många länder kunde man köpa både tandkräm och mineralvatten med radioaktivt innehåll.

Strålning blir farligt

Under hela tiden fram till andra världskriget präglades synen på strålning av positiva föreställningar. På 1950- och 1960-talen ersattes den inställningen av mer negativa föreställningar om strålning och radioaktivitet. Delvis var detta en reaktion på händelserna i Hiroshima och Nagasaki, men kanske ännu mer på kapprustningen och risken för kärnvapenkrig mellan supermakterna /Hendee 1991/. Det var också då som man började bekymra sig om radioaktivt avfall. En inflytelserik amerikansk rapport från 1957 ställde frågan hur man skulle hantera det radioaktiva avfallet från den kärnkraft som man då var på väg att bygga upp /National Academy of Sciences 1957/.

I dag framställs strålning ofta som unikt farlig, som farligare än nästan allting annat. Är detta en rimlig inställning? Den kan uppenbarligen inte motiveras med de medicinska riskerna i sig. Förvisso är strålning dödande, och det finns mycket farliga strålande ämnen. Plutoniums giftighet är välkänd. Men tyvärr finns det en hel del annat som är farligt i samma klass. Detta framgår tydligt om vi jämför strålning med kemikalier och mikroorganismer.

Ibland framställer man strålning som särskilt farlig eftersom den är så långvarig. Högaktivt radioaktivt avfall fortsätter att vara farligt i hundratusentals år. Men kemiska faror kan vara ännu mer långvariga. Grundämnen som bly och kvicksilver bryts aldrig ned, i motsats till radioaktiva ämnen som bryts ned i takt med det radioaktiva sönderfallet.

Ett annat skäl till att se strålning som särskilt farlig är att den är omärkbar för alla våra sinnen. Man kan varken se eller lukta den. Ändå kan

den skada oss allvarligt. Detta är dock en egenskap som strålning har gemensam med en hel del farliga kemikalier. Kemiska ämnen kan vara livsfarliga utan att vi märker deras närvaro. Detsamma gäller i ännu högre grad smittämnen som bakterier och virus. Däremot är strålning lättare att mäta. Man kan enkelt ta reda på om det finns farlig radioaktivitet i en lokal. Det är mycket svårare att ta reda på om där finns farliga kemikalier eller smittämnen. Sådana kan nämligen föreligga av många olika slag, och det finns ingen mätmetod som täcker alla kemikalier eller alla smittämnen.

Det kanske viktigaste skälet till att strålning uppfattas som särskilt farlig är dess roll i kärnvapen. Kemiska och biologiska massförstörelsevapen kan förmodligen ha ungefär lika förödande verkningar, men det är framför allt kärnvapen som har förekommit i diskussionen om massförstörelsevapen.

Sammanfattningsvis kan jag inte se något tydligt skäl till att strålning skulle vara unikt farlig i jämförelse med likartade risker som kemikalier och smittämnen. (Slutsatsen skulle kunna ytterligare bekräftas genom jämförelser med andra farokällor, men vid riskjämförelser är det klokt att hålla sig till risker som är så lika varandra som möjligt.) Dessa jämförelser ger naturligtvis ingen anledning att ta lätt på strålningsrisker. Även om de inte är unika, är strålningens risker tillräckligt allvarliga för att motivera mycket stränga skyddsåtgärder.

Strålskydd ger upphov till många etiska och filosofiska problem. Det finns dessutom ett särskilt skäl för moralfilosofer att intressera sig för strålskydd, nämligen en överraskande stor strukturlikhet mellan strålskydd och etiska teorier. Många av de problem som diskuteras inom strålskyddet har ett nära samband med problem som moralfilosofer har arbetat med sedan mycket länge. Det gäller till exempel problemet hur man ska förena individuella rättigheter med kollektiva intressen.

Moralfilosofi och strålskydd

Strukturlikheten beror till stor del på att strålskyddet arbetar med den linjära hypotesen, det vill säga antagandet att strålning är farlig i proportion till stråldosen. Enkelt uttryckt innebär detta att man utgår från att det alltid är dubbelt så farligt att exponeras för en dubbelt så stor dos, hälften så farligt att utsättas för en hälften så stor dos etc. Detta betyder också att man utgår från att all strålning är farlig, även vid mycket låga doser. Enligt den linjära hypotesen finns det ingen tröskelnivå under vilken strålningen blir helt ofarlig.

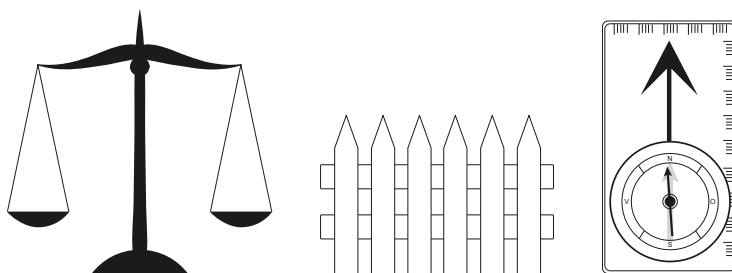
Man brukar ofta uppfatta den linjära hypotesen som ett försiktigt sätt att tänka. Vi kan inte med direkta experiment ta reda på om det finns några hälsofador vid mycket låga stråldoser. De lägsta stråldoser som har påvisats leda till ökad risk för cancer är doser som ungefär svarar mot att genomgå tre datortomografiundersökningar /Hall och Brenner 2008/. De riskökningar som förväntas vid lägre doser är så små att de inte kan påvisas; de döljs i statistiken av andra variationer. Genom att utgå från att en mycket liten stråldos också medför en – om än mycket liten – fara kan vi sägas tillämpa ett försiktigt tänkande som i allmänhet uppfattas som önskvärt.

Det finns också ett annat skäl till att den linjära hypotesen har en så stark ställning inom strålskyddet: Den gör strålskyddet mycket enklare rent beräkningsmässigt. Om man lägger ihop två lika stora stråldoser så får man enligt den linjära hypotesen inte bara dubbel dos utan också dubbel risk. Om man fördelar en stråldos i tio lika delar som tillfaller tio olika personer i stället för att en person får hela stråldosen, så innebär detta att den totala risken förblir lika stor, bara fördelad på ett annat sätt. När man talar om riskerna i en hel befolkning kan man addera alla doser som dess medlemmar utsätts för.

Det är detta sätt att räkna som ger strålskyddet dess nära koppling till moralfilosofin. Även inom moralfilosofin brukar man utgå från att värden kan adderas och fördelas. Därför finns det en gemensam tankestruktur som ger upphov till intressanta jämförelser /Hansson 2007b/.

Tre etiska tankemönster

Moralfilosofin domineras till stor del av tre grundläggande tankemönster, som illustreras i figuren med hjälp av tre metaforer.



Figur 1. Vågen, staketet och kompassen – symboler för tre olika sätt att grundlägga moraliskt tänkande.

Den första metaforen är vägning. När det finns flera olika handlingar att välja mellan, verkar det rimligt att ta reda på för- och nackdelarna med var och en av dem och sedan välja det alternativ vars fördelar väger tyngst gentemot dess nackdelar. Med andra ord ska vi se till att summan av fördelarna minus summan av nackdelarna blir så stor som möjligt. Inom utilitaristisk moralfilosofi är sådana sammanvägningar det yttersta moraliska kriteriet. Enligt utilitaristiska filosofer som till exempel Jeremy Bentham (1748–1832) och John Stuart Mill (1806–1873) kräver moralen att vi väljer de handlingar som maximerar nyttan. Från början tänkte sig utilitaristerna i regel att nytta var detsamma som lycka. Man skulle handla så att man maximerar den totala mänskliga lycka minus den totala mänskliga olycka som förorsakas av ens handlingar. I modern moralfilosofi har andra definitioner av nytta kommit att användas, till exempel den totala preferenstillfredsställelsen. Dock är det grundläggande tankemönstret detsamma.

Den andra metaforen är gränssättandet, som här representeras av ett staket. Den moraliska fostran av barn består till stor del av att ge dem gränser för vad de får göra. ”Du får lov att tala om för din syster att du är arg på henne, men du får inte slå henne”. Moralfilosofer har utvecklat denna sorts tänkande till pliktetik (deontologisk etik). Den mest kände pliktetikern var Immanuel Kant (1724–1804) som byggde ett system med absoluta plikter. Enligt Kant är det moraliskt fel att ljuga, och detta gäller även i fall där man kan åstadkomma stor skada genom att berätta sanningen. Andra moralfilosofer, i synnerhet WD Ross (1877–1971) har utvecklat mindre absoluta varianter av pliktetiken, där en plikt kan sättas ur spel när andra moraliska överväganden är tillräckligt tunga.

Den tredje metaforen är orientering, som här representeras av en kompass. Dygdeetiken, som i själva verket är den äldsta utvecklade formen av moralteori, fokuserar på de personlighetsegenskaper som man behöver utveckla för att bli moraliskt väl orienterad. En etisk person ska ha en inre känsla av moralisk orientering. Detta kan också uttryckas så att hon ska vara en dygdig person. Aristoteles (384–322 f Kr) formulerade den klassiska varianten av dygdeetik som fortfarande är den mest inflytelserika. Dygdeetiken förlorade terräng under början av 1900-talet. Sedan slutet av 1900-talet har den återigen vitaliserats, både i allmän moralfilosofi och i en del former av tillämpad etik, till exempel vårdetik.

Hur hänger då allt detta samman med strålskydd? Det visar sig att strålskyddet till stor del bygger på principer som svarar mot de här tre moralfilosofiska tankesätten. Den internationella strålskyddskommissionen ICRP har sammanfattat strålskyddets grundprinciper med de tre

begreppen berättigande, optimering och individuella dosgränser /ICRP 1991, s 71/. Optimeringen svarar mot vägning och utilitarismen. Dosgränser svarar mot gränssättning och därmed också mot pliktetik. Berättigande handlar om att ha de rätta skälen för sitt handlande, vilket svarar mot orienteringsmetaforen och dygdeetik.

Att kombinera sammanvägning och gränssättning

Vilket är då det rätta? Ska vi bedöma stråldoser och andra risker efter en utilitaristisk sammanvägning eller ska vi använda oss av individuella gränser i enlighet med ett pliktetiskt tänkande?

Det är ganska lätt att visa att vi egentligen gärna vill ha det på båda sätten. Som ett första exempel, antag att mjölk från vissa gårdar har visat sig innehålla radioaktiva ämnen som ger stråldoser strax över gränsen för det tillåtna. Ett sätt att få ned de individuella stråldoserna är att blanda ut denna mjölk med mjölk från andra gårdar. Då kommer den mjölk som når konsumenterna endast att ge stråldoser långt under den uppsatta gränsen. Enligt den linjära hypotesen är då den totala risken lika stor även om den fördelas mellan fler människor. På detta sätt uppfyller man det pliktetiska kravet att ingen ska utsättas för stråldoser över det utsatta gränsvärdet, men ur utilitaristisk synvinkel har man inte uppnått något eftersom den totala risken är oförändrad. En psykologisk studie har genomförts där människor ombads reagera på just detta scenario. Det visade sig att de allra flesta såg utspädning som en helt oacceptabel lösning eller snarare ingen lösning alls /Turcanu m fl 2007/. Det innebär att deras inställning är förenlig med den linjära hypotesen (även om de flesta av dem förmodligen inte resonerade på det sättet).

Men å andra sidan, antag att tio personer på ett kärnkraftverk utsätts för stråldoser som ligger strax under det gällande gränsvärdet. Någon föreslår en ny arbetsmetod som innebär att nio av dem får mycket låga stråldoser, medan en av dem ensam utför det strålfarliga arbetet och då får ungefär en dos som blir ungefär dubbelt så stor som vad gränsvärdet tillåter. Inte heller en sådan lösning skulle de flesta av oss vara beredda att acceptera. I detta fall tenderar vi att tänka pliktetiskt snarare än utilitaristiskt.

Det verkar alltså som om gängse moraliska intuitioner ibland ger stöd åt ett utilitaristiskt och ibland åt ett pliktetiskt tankesätt. Mot denna bakgrund är det intressant att undersöka om man kan förena de båda tankesätten på ett sätt som ger intuitivt rimligare slutsatser än om man bara tillämpar det ena. Inom strålskyddet finns flera möjliga sätt att

kombinera utilitaristiska och pliktetiska principer. En sådan möjlighet är att tillämpa det individuella gränsvärdet först. När det är uppfyllt, inträder den andra principen som är att minska den totala risken så mycket som möjligt. Inom strålskyddet tänker man ofta på det sättet. Ett annat alternativ är att enbart göra en enda kalkyl, en total sammanvägning, men att där vikta upp höga individuella doser. Det kan till exempel innebära att om en person får en stråldos som är dubbelt så hög som det uppsatta gränsvärdet så räknas detta inte som två, utan kanske som fem eller tio gånger allvarligare än om hon hade utsatts för en dos som svarar exakt mot gränsvärdet /Wikman-Svahn m fl 2006/.

Strålskyddets linjära modell innebär ett antagande om att risken inte blir noll förrän dosen blir noll, det vill säga det finns ingen tröskeldos över noll under vilken dosen blir ofarlig. Men även om det inte finns någon biologisk tröskel skulle det kunna finnas en etisk tröskel, det vill säga risker som är så små att vi inte alls ska behöva bry oss om dem. Det finns i huvudsak två förslag om hur man skulle kunna fastställa en tröskel under vilken risker inte alls behöver beaktas. Dels har det hävdats att oupptäckbara risker inte behöver beaktas, dels att detta gäller för risker som är mindre än de naturliga riskerna.

Oupptäckbara effekter

Det hävdas ibland att vissa risker inte skulle behöva beaktas av det skälet att man inte kan upptäcka dem. Detta har ofta sagts just i samband med stråldoser. Så till exempel skrev Health Physics Society år 1996 i ett policydokument:

” Riskuppskattningar ska begränsas till individer som får en dos om 5 rem per år eller livstidsdos om 10 rem utöver den naturliga bakgrunden. Under dessa doser ska riskuppskattningar inte användas. Uttryck om risk ska då endast vara kvalitativa och betona att man inte kan upptäcka någon ökad hälsoeffekt (det vill säga inga hälsoeffekter är det mest troliga utfallet) ” /Health Physics Society 1996/.

År 2004 skrev man i en modifierad version av samma dokument om samma dosnivåer:

” Under dessa doser ska riskuppskattning inte användas. Uttryck om risk ska endast vara kvalitativa, det vill säga man ska ange ett intervall av osäkerheter då man uppskattar riskerna, och betona oförmågan att upptäcka någon ökad hälsofara (det vill säga inga hälsoeffekter är ett sannolikt utfall). ” /Health Physics Society 2004/.

Det som sägs här är alltså att om man inte kan upptäcka några hälso-risker så har man anledning att anse att det inte finns några. Tyvärr är det inte på det sättet /Hansson 1999b/. Det kan vi se genom ett enkelt hypotetiskt exempel.

Låt oss anta att det finns tre kemiska ämnen, A, B och C, och att tusen personer exponeras för vart och ett av dem. Alla dessa tre ämnen ger upphov till cancer.

Ämne A ger upphov till en ovanlig levercancer, angiosarkom, hos 0,5 procent av dem som exponeras. Bland människor som inte exponeras för ämnet är frekvensen av denna sjukdom mycket nära noll. Eftersom tusen personer exponeras kommer flera av dem att få sjukdomen. Man kommer att kunna upptäcka och identifiera de individer som får sjukdomen på grund av exponeringen.

Ämne B ökar förekomsten av leukemi från 1,0 till 1,5 procent. Antalet personer som får cancer på grund av ämnet är alltså lika stort som för A, men här kan vi inte veta vilka dessa individer är. Vi vet att ungefär tio av de ungefär femton leukemipatienterna skulle ha fått sjukdomen även utan exponeringen, men vi kan inte veta vilka dessa tio är. Man kan uttrycka detta så att för substans B är leukemin upptäckbar enbart på kollektiv nivå, inte på individuell nivå. Man brukar i sådana sammanhang ofta tala om "statistiska offer".

Ämne C leder till en ökning av förekomsten av lungcancer från 10,0 till 10,5 procent. Antalet ytterligare cancerfall är således detsamma som för de båda andra substanserna. Liksom i det förra fallet är det omöjligt att identifiera de individuella offren. Men dessutom är det i detta fall omöjligt att upptäcka effekten på kollektiv nivå. Skillnaden mellan en frekvens om 10,0 och 10,5 procent är nämligen i praktiken omöjlig att skilja från slumpvariationerna. Effekten av denna substans är således oupptäckbar, inte bara på individnivå utan också på kollektivnivå.

Som detta exempel visar kan oupptäckbara effekter vara ganska stora, sedda i ljuset av hur vi brukar bedöma risker i en mänsklig befolkning. En avsevärd ökning av förekomsten av en från början vanlig sjukdom som lungcancer eller hjärt-kärlsjukdom kan inte upptäckas i undersökningar på den exponerade befolkningen. En sådan risk kan vara helt okänd för oss. Men i en del fall kan vi ha starka indikationer om att en sådan risk finns trots att den är statistiskt oupptäckbar hos människa, till exempel på grundval av djurförsök vid högre doser.

Hur förhåller det sig då med strålning i detta avseende? Strålning ger upphov till ökade risker för många olika slags cancer, men i samtliga fall rör det sig om cancertyper som också kan ha andra orsaker. Det betyder att riskökningen kan vara avsevärd utan att vara upptäckbar ens på den kollektiva nivån. Den linjära hypotesen ger oss uppskattningar av riskerna även vid låga stråldoser. Med ledning av dessa uppskattningar kan vi skydda oss även mot strålrisker som inte går att upptäcka direkt genom statistiskt säkerställda öknings i sjukdomsfrekvenser. Citaten ovan från Health Physics Society bygger på bristande insikt om de statistiska förutsättningarna för att upptäcka hälsorisker och är därför grovt missvisande.

Naturliga risker

Det är vanligt inom strålskyddet att jämföra stråldoser från mänsklig verksamhet med naturliga stråldoser. Om man kan påvisa att en tillkommande stråldos är liten jämförd med de naturliga bakgrundsdoserna, så tas detta ibland som argument för att tillskottet inte är något att bekymra sig över.

Kan det vara en positiv faktor hos en riskabel företeelse att den är naturlig? Kan dess naturlighet vara ett skäl att acceptera eller ignorera den? Jag kan tänka mig två typer av argument för att det skulle vara på det sättet. Dels kan man hävda att det som är naturligt också är ofarligt, eller åtminstone mindre farligt. Dels kan man hävda att det som är naturligt i större utsträckning bör accepteras, oavsett dess grad av farlighet.

Låt oss börja med det första påståendet. Kan man hävda att naturlighet borgar för ofarlighet? I förstone verkar detta rimligt. Vi utgår ofta från att människans konstitution är väl anpassad till sådant som förekommer i naturen. Men detta stämmer långtifrån alltid. Naturen är fylld av gifter och andra farligheter. Man måste i varje enskilt fall ta reda på om naturliga fenomen är ofarliga eller inte, det är inte något som kan tas för givet. Den naturliga bakgrundsstrålningen är i vart fall inte ofarlig, utan bidrar till cancer på samma sätt som de strålexponeringar som förorsakas av människor.

Hur förhåller det sig med den andra typen av argument, som innebär att vi bör acceptera risker som är naturliga, oavsett storleken? En sådan uppfattning har i regel sitt ursprung i en livsåskådning som föreskriver att det i naturen givna, är människans skickelse som hon har att finna sig i. En sådan åskådning kan vara naturmystisk. Den kan också bygga på en föreställning om att en högre makts vilja kommer till uttryck i

naturen. För dem som inte har en sådan livsåskådning har detta skäl ingen bärkraft. I största synnerhet är det irrelevant enligt en humanistisk etik, det vill säga en etik som sätter mänsklig välfärd och mänskliga strävanden främst.

Inget av de båda slagens argument att se mindre allvarligt på naturliga risker verkar alltså hålla. Men vi kanske har sett alltför inskränkt på hur ett sådant skäl ska se ut? Man kan också tänka sig att det skulle finnas mera indirekta samband mellan det naturliga och det acceptabla. Närmare bestämt kan det finnas faktorer som samvarierar med naturlighet och därmed ger oss skäl att godta ”naturliga” riskfaktorer. Jag har funnit fyra tänkbara sådana samband: Naturliga risker är ofta oundvikliga, ingen har ansvar för dem, de är gamla och de är välkända. Låt oss nu se närmare på dessa samband.

Först: En del naturliga risker är *oundvikliga*. Självfallet bör man ägna sina krafter och sin uppmärksamhet åt det som kan påverkas snarare än åt det oundvikliga. Men sambandet mellan naturlighet och oundviklighet är inte alls så starkt som man kanske först tänker sig. I synnerhet gäller detta om vi ser till händelsernas mänskliga följder. Stormar på Östersjön är både naturliga och oundvikliga, men färjekatastrofer vid sådan väderlek går att undvika. Närsynthet och diabetes uppkommer naturligt, men det mänskliga lidande som de förorsakar kan till största delen undvikas. Sambandet mellan naturlighet och oundviklighet är alltså alltför svagt för att bygga beslutsfattande på.

Det andra sambandet gäller *möjligheten att tilldela ansvar*. Det verkar rimligt att koncentrera sig på de risker som någon har ett ansvar för att motverka. Finns det ingen ansvarig är det svårare att få något gjort. Men det är inte en gång för alla givet vad som kan vara föremål för mänskligt ansvar. Tvärtom beror detta på de rådande moraliska och juridiska normerna. Historiskt har det skett avsevärda utvidgningar av det ansvarsbelagda området. Vi anser numera till exempel att kommunen har ansvar för att hala trottoarer blir sandade, trots att snö och is är naturliga fenomen. Vi anser att gruvägare har ansvar för att ventileras gruvgångar med höga halter av radon eller andra farliga ämnen, trots att de farliga halterna har uppkommit genom naturliga processer. Det finns förmodligen ett visst samband mellan att en företeelse är naturlig och att ingen har ansvar för den. Men detta samband är en följd av sociala konventioner som vi kan ändra i stället för att foga oss efter dem. Inte heller här har vi ett stabilt samband att bygga en riskbedömning på.

Det tredje sambandet gäller *skillnaden mellan nya och gamla risker*. Det finns goda skäl att vara återhållsam med att införa nya risker (såvida de inte ersätter gamla risker som vi bedömer som mera allvarliga). De flesta nya risker är i någon mening icke-naturliga. Även i detta fall är emellertid sambandet ganska svagt. Många av de gamla invanda riskerna är allt annat än naturliga. Samtidigt har vi goda skäl att vara försiktiga med nya "naturliga" risker som till exempel nya obeprövade naturläkemedel. Ska vi ta hänsyn till om en risk är ny, ska detta göras direkt. Vi har ingen anledning att ta en omväg över naturlighetsbegreppet.

Det fjärde sambandet är skillnaden mellan *välkända och dåligt kända* risker. Det finns i många fall goda skäl att föredra det välkända framför det som vi vet mindre om. Men det stämmer inte alltid att naturen är mera välkänd för oss än det som vi själva har konstruerat. Tvärtom: Vi vet tämligen litet om naturen, och våra tekniska konstruktioner är i många fall mindre komplexa och därför mer förutsägbara.

Min slutsats av allt detta blir negativ: Jag har misslyckats med att finna ett fullgott skäl att i största allmänhet ge naturliga risker en lägre prioritet. Däremot finns det anledning att låta riskbedömningar påverkas till exempel av vad som är oundvikligt och av vad som är välkänt. Men då ska vi *direkt* diskutera dessa egenskaper, och inte gå omvägen över det diffusa och mångtydiga begreppet "naturlig".

För strålskyddet betyder detta att det inte är ett hållbart argument för att acceptera en stråldos att den är mindre, kanske mycket mindre, än den naturliga strålningen. Det finns många risker som vi utsätts för av naturen, och om varje tillkommande risk som är mindre än en naturlig risk skulle accepteras blev våra liv mycket farliga. Att vi accepterar en viss risk betyder inte att vi måste acceptera en annan risk av samma eller mindre storlek. Varje risk som accepteras måste motiveras utifrån bedömningar av vilka fördelar den för med sig. Naturlighet eller en jämförelse med naturliga stråldoser räcker inte som argument för att en risk bör accepteras.

Till slut

Jag har i den här texten gjort några nedslag i etiska frågor som aktualiseras av strålning och strålexponering. Det har framkommit mycket nära kopplingar mellan strålskyddet och allmänna frågor inom moralfilosofin. Hur vi kombinerar sammanvägningstänkande med gränssättning är en central fråga för moralfilosofin. Problemet med oupptäckbara risker hänger samman med ett viktigt men försummat problem för moralfilosofin, nämligen hur osäkerheten om framtida utfall bör påverka våra moraliska bedömningar. Frågan om naturligt och onaturligt har kanske inte spelat så stor roll inom den professionella moralfilosofin, men den har desto större betydelse i resonemang som människor gör i moraliska frågor utan stöd av den professionella moralfilosofin. Detta är ett fullgott skäl till att de borde uppmärksammas mer i forskningen, och exemplet strålning är en mycket användbar inkörsport för sådana studier.

Strålrisker har således en struktur som gör strålskyddet till ett alldeles utmärkt arbetsexempel för moralfilosofiska studier. Man skulle därför kunna önska att fler moral filosofer än hittills skulle intressera sig för etiken i samband med strålning och kärnteknisk verksamhet. De skulle därigenom också kunna bidra till ett mer genomtänkt förhållningssätt till de etiska problem som strålriskerna ger upphov till.



Kärnavfallets tidsperspektiv

En av de faktorer som bidragit till att göra kärnavfallets hantering så kontroversiell är att frågan handlar om mycket långa tidsrymder. Ibland har man sett kärnavfallet som unikt i detta avseende. Men utan att undervärdera problemets svårighetsgrad kan vi ganska lätt konstatera att det finns många andra frågor som är jämförbara i fråga om tidsperspektivet. Det gäller i synnerhet miljöfrågor.

Frågor med långt tidsperspektiv

Om vi utrotar en djur- eller växtart, är den borta för alltid. Det gör ingen större skillnad om vi till äventyrs skulle bortse från enskilda arter, och bara se till den biologiska mångfalden i stort. Även med ett sådant synsätt är nämligen konsekvenserna av miljöförstöring mycket långvariga. Hugger man ner en regnskog och utrotar dess unika arter, kan det ta hundratusentals eller miljontals år innan evolutionen har frambringat en jämförbar biologisk mångfald. Sprider vi ämnen i naturen som inte kan brytas ned, kommer de att finnas kvar där under överskådlig framtid. Konsekvenserna av utfiskning kan också vara mycket långvariga. Detsamma gäller ett just nu tämligen odebatterat men ändå fortfarande överhängande hot, nämligen de miljöskador som ett storskaligt kärnvapenkrig kan ge upphov till. Men det förmodligen största hotet mot vår långsiktiga existens är den globala uppvärmningen. Dess effekter för mänskligheten – och för allt liv på jorden – har ingen bortre tidsgräns.

Utöver miljöproblem finns det många andra samhällsfrågor som har ett mycket långt tidsperspektiv. Förlusten av en naturresurs är i många fall oåterkallelig. När vi har gjort slut på allt helium eller all mineralolja får alla kommande generationer klara sig utan. Detsamma gäller förlusten av kulturminnesmärken. När konkvistadorerna smälte ned Inkafolkens guld föremål gick mänskligheten för all framtid miste om konstskatter som skulle ha räknats till våra viktigaste arvedelar. Även mindre drastiska beslut, som att riva en statskärna för att ge plats åt ny bebyggelse, kan ha följdverkningar som varar för alltid. Beslut om placering av nya vägar och annan infrastruktur kan också få mycket långsiktiga konsekvenser.

Mitt syfte med att göra dessa jämförelser är inte att undervärdera kärnavfallsproblemet. Att det finns andra mycket långsiktiga problem gör det varken lättare eller mindre angeläget att se till att kärnavfallet förvaras på ett säkert sätt. Vad jag vill visa med dessa exempel är något annat, nämligen

att de lärdomar som vi drar från diskussionen om kärnavfall mycket väl kan komma till nytta i andra beslutsfrågor med lång tidshorisont.

När vi diskuterar beslut med stor långsiktighet handlar diskussionen till stor del om hur vi ska värdera möjliga utfall som ligger långt in i framtiden. Ska vi till exempel värdera ett människoliv som förloras vid ett intrång i ett kärnbränsleförvar om tiotusen år lika högt som ett människoliv som förloras i dag? Ofta har det i diskussionen verkat som om detta problem (värderingsproblemet) är det enda problem som vi måste hantera för att kunna fatta mycket långsiktiga beslut. I själva verket finns också ofta ett annat problem som kan ställa till lika mycket beslutsvånda, nämligen hur man ska behandla osäkra utfall. Vi vet sällan särskilt mycket om konsekvenserna om hundra år av beslut som vi fattar i dag. Ofta har denna osäkerhet lett till att man inte brytt sig om de långsiktiga konsekvenserna av sina handlingar. Kärnavfallsfrågan har blivit något av en pionjärfråga såtillvida att osäkerheten inte har hindrat oss från att ta allvarligt på de långsiktiga frågorna.

Det finns två allmänt kända förslag till hur vi ska värdera framtida utfall, nämligen diskontering och hållbar utveckling. Dessutom finns en mindre känd, men ändå mycket intressant moralfilosofisk tradition som lägger ett helt annat perspektiv på frågan. I det följande kommer jag att presentera var och en av dessa traditioner och diskutera deras för- och nackdelar, för att sedan avslutningsvis diskutera vilka slutsatser vi kan dra från försöken att utveckla ett rimligt synsätt inom var och en av dessa traditioner.

Diskontering

Diskontering är en metod för värdering av framtida utfall som har utvecklats av ekonomer. För att presentera diskonteringsprincip kan vi börja med dess mest självklara tillämpningsområde, nämligen värderingar av pengars värde på jämförelsevis kort sikt.

Antag att du har bestämt dig för att köpa ett hus om tio år. En excentrisk äldre släkting erbjuder sig att bidra med en smärre penningssumma. ”Du har två alternativ att välja mellan. Antingen kan du få 99 000 kronor nu, eller också kan du få 100 000 kronor om tio år.”

Låt oss (tills vidare) bortse från osäkerheten och anta att de 100 000 kronorna kommer lika säkert om tio år som de 99 000 kronorna kommer, om du väljer att ta emot dem i dag. Låt oss vidare anta att de 99 000 kronorna är bundna så att du får lov att investera dem eller sätta in dem på banken, men inte kan förbruka dem förrän om tio år. Under dessa förutsättningar handlar ditt beslut väsentligen om vilket du värderar högst: 99 000 kronor nu eller 100 000 kronor om tio år.

Förmodligen skulle de allra flesta föredra 99 000 kr i dag framför 100 000 kr om tio år. Orsaken till detta är att man kan investera pengarna, eller sätta in dem på ett räntebärande bankkonto. Då blir de mer värda om tio år. Om vi antar att bankräntan är tre procent kommer 99 000 kronor på banken att växa till cirka 133 000 kronor på tio år.

Man kan också vända på resonemanget och fråga sig: Vad är det värt i "dagens pengar" att få 100 000 kronor om tio år? Om vi fortfarande räknar med en ränta om tre procent visar en enkel beräkning att svaret är cirka 74 400 kronor. Om du i dag satte in 74 400 kronor på ett bankkonto med en konstant ränta om tre procent, skulle du nämligen ha cirka 100 000 kronor på kontot om tio år. Givet en treprocentig ränta är alltså 100 000 kronor om tio år värda 74 400 kronor i dag. På detta sätt kan vi, med hjälp av räntan, räkna ut värdet i dag av en framtida tillgång. Detta kallas för att diskontera. Det diskonterade värdet av 100 000 kronor om tio år är, under de givna förutsättningarna, 74 400.¹ (När man tillämpar denna räknepincip på pengar måste man förstas kompensera för inflationen, och räkna med realvärden. Det kan vi dock lämna åt sidan här.)

Alldeles samma synsätt tillämpas på framtida utgifter. För att betala en skuld om 100 000 kronor om tio år, måste jag i dag sätta in 74 400 kronor på banken (om räntan är tre procent). Det diskonterade värdet av en sådan skuld blir därför 74 400 kronor.

Att tillämpa diskontering i riskanalys innebär att man räknar på samma sätt som med pengar, det vill säga man tillämpar ett räntetänkande på framtida skador. Ett enkelt exempel: Antag att vi diskuterar åtgärder som skulle kunna förhindra en olycka om femton år, där 31 personer förväntas dö. Hur ska vi värdera en förlust av 31 människoliv om femton år? Om vi tillämpar diskontering med tre procent ränta blir svaret enkelt: Det ska värderas på samma sätt som en förlust av 20 människoliv i dag. Tre procent ränta på 20 under femton år ger nämligen värdet 31.²

¹ För den som liksom jag tycker att detta blir tydligare med en formel kommer här en sådan: Låt räntan vara r (det vill säga om räntan är 3 % är $r = 0,03$) och låt t beteckna antalet år in i framtiden. Låt u vara "nuvärdet" av det som du ska diskontera (t ex en penningssumma eller antalet olycksoffer). Då är det diskonterade värdet lika med $u \times 1/(1+r)^t$. Faktorn $1/(1+r)^t$ som ingår i formeln anses då representera de "tidspreferenser" som styr vårt förhållningssätt till framtiden.

² $20 \times 1,03^{15} \approx 31$.

Diskonteringsproblemet

Det finns åtminstone två rätt uppenbara invändningar mot användningen av diskontering i riskanalys. Den ena är att ränta bara finns på pengar. Vi kan sätta in pengar på banken och förväntas oss ränta, men det finns ingen bank där vi kan sätta in människoliv.

Den andra invändningen är att diskontering leder till absurda resultat om den tillämpas över längre tidsperioder. Låt oss fortsätta med att använda tre procent som diskonteringsränta, och låt oss anta att världens befolkning kommer att vara 10 miljarder år 2800. Betrakta följande två handlingar som en person kan utföra år 2020:

1. Ett mord, det vill säga en handling som leder till en persons omedelbara död.
2. En handling som leder till att hela jordens befolkning, det vill säga 10 miljarder personer, kommer att dö år 2800.

Om vi jämför dessa båda handlingar enligt diskonteringsprincipen, kommer vi till slutsatsen att den första handlingen är värre än den andra. Handlingen (2) är måhända orealistisk, men exemplet visar att även mycket stora katastrofer blir diskonterade ned till nästan nollvärde om de ligger några sekler fram i tiden. Skulle man tillämpa ett sådant resonemang på kärnavfallet skulle detta innebära att vi kunde friskriva oss från nästan vilka effekter som helst av radioaktivt utsläpp som inträffar kring nästa millennieskifte. Detta framstår som en absurd slutsats.

Denna absurditet kan inte undgås genom att sänka diskonteringsräntan. Om vi räknar med en ränta om en halv procent i stället för tre procent, blir det ändå värre att en person dör i dag än att 10 miljarder människor dör om 4 620 år. Då rör vi oss fortfarande inom en tidsrymd som brukar tas på största allvar i kärnavfallsdiskussionen.

Ett ytterligare problem för diskonteringsprincipen är att den leder till om möjligt ännu mera svårsmälta slutsatser om man tillämpar den retroaktivt. År 1410 avrättades den engelske hantverkaren John Badby, vars "brott" var att han hävdade att nattvardens bröd och vin inte bokstavligen var Kristi kropp och blod. Under andra världskriget dödades cirka sex miljoner judar av Hitler och hans hantlangare. Om vi tillämpar en treprocentig diskonteringsränta var dessa båda grymheter av samma storleksordning, eftersom 6 000 000 dödsfall kring år 1940 motsvarar mindre än ett dödsfall år 1410. Folkmord och andra massmord framstår med ett diskonteringsstänkande som mindre allvarliga ju senare under historien de utfördes. Det är svårt att se något skäl till att ta en sådan ståndpunkt på allvar.

Diskontering brukar emellertid tas på största allvar i diskussionen om framtida miljöskador. Det är en standardmetod inom miljöekonomin. Jag har till exempel hittills inte sett någon utredning om de ekonomiska konsekvenserna av global uppvärmning som inte bygger på diskontering. Eftersom metoden är så allmänt använd bör vi inte avfärda den lättvindigt, utan att se närmare på vilka skäl som kan anföras för den.

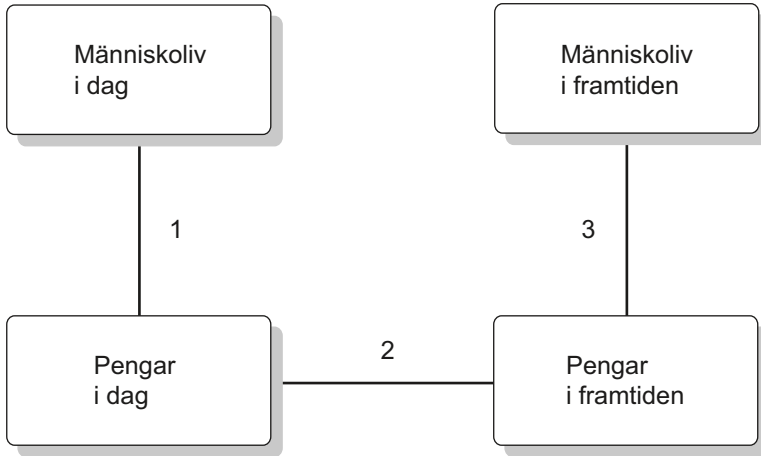
Det är alldeles uppenbart att man inte kan räkna ränta *direkt* på människoliv eller miljöskador. För att kunna räkna ränta måste man "omvandla" människoliv och miljöskador till pengar. Detta är något som görs regelmässigt i kostnads-nyttoanalyser. När man till exempel gör kalkyler för nya vägprojekt tar man in vinster i fråga om ökad säkerhet i sina kalkyler. Detta görs genom att man sätter ett penningvärde på ett räddat människoliv (i regel någonstans mellan 20 och 30 miljoner kronor). Det betyder till exempel att man förordar ett vägprojekt som kostar 300 miljoner framför ett som kostar 250 miljoner, om det dyrare projektet förväntas spara fem människoliv jämfört det billiga, men inte om det förväntas spara endast ett människoliv.

Kostnads-nyttoanalytiker beskylls ibland för att betrakta människor på samma sätt som varor när de gör dessa analyser, men det är en orättvis beskyllning. De penningvärden som åsätts människoliv är jämförelsevärden för beräkningsändamål. De är avsedda att svara mot hur mycket vi är beredda att betala för att rädda ett människoliv (alternativt hur mycket vi borde vara beredda att betala). De utgör inte priser i vanlig mening. Ingen kostnads-nyttoanalytiker hävdar att man ska ha rätt att köpa andra människor, eller rätten att döda dem, för det penningvärde för ett människoliv som används i kalkylerna. (Detta innebär inte att dessa kalkyler är helt "moraliskt oskyldiga". Det har ibland hävdats att blotta det faktum att man sätter ett penningvärde på människoliv, innebär en nedvärdering som i värsta fall kan ha en förråande inverkan på våra sinnen. Denna invändning bör tas på största allvar, men jag ska inte här diskutera den närmare.)

En omräkning i tre steg

Varje någorlunda genomarbetat försvar för tidsdiskontering av människoliv måste såvitt jag kan se innefatta det argumentationsmönster som är sammanfattat i figur 2. Eftersom människoliv-i-dag inte kan omräknas till människoliv-i-framtiden behövs det en omräkning i tre steg:

1. Mellan människoliv i dag och pengar i dag.
2. Mellan pengar i dag och pengar i framtiden.
3. Mellan pengar i framtiden och människoliv i framtiden.



Figur 2. Ett möjligt rättfärdigande i tre steg av diskontering av människoliv.

Låt oss se närmare på var och en av dessa omräkningar. Den första är den som jag nyss har presenterat. Låt oss åtminstone för diskussionens skull utgå från att den kan genomföras. Den ska då tolkas som en rapport om hur mycket vi är beredda att betala för att rädda ett människoliv.

Den andra omräkningen är i högsta grad en standardmetod inom ekonomi. I investeringskalkyler och andra ekonomiska kalkyler som sträcker sig några år in i framtiden diskonterar man alltid framtida inkomster och utgifter. Det är svårt att se hur sådana kalkyler skulle kunna göras på något annat sätt. Men därav följer inte att samma metod är oproblematiskt tillämpbar i de mycket långa tidsperspektiv som är aktuella till exempel i i frågan om kärnbränsleförvaret. När vi räknar ett par tre decennier in i framtiden är det rimligt att tänka sig att ekonomin och räntan kommer att fungera ungefär som de gjort de senaste hundra eller tvåhundra åren. Det blir en helt annan sak när kalkylerna sträcker sig tusentals år in i framtiden. Då kan vi inte ta för givet att samhällsekonomin kommer att se likadan ut som i dag, att det kommer att finnas en ett räntesystem eller ens en penningekonomi av samma slag som i dag. Man bör också observera att diskontering bygger på de räntor som förekommer i en växande ekonomi. Det är långt ifrån självklart att den ekonomiska tillväxten kommer att fortsätta stadigt i ett tusenårsperspektiv.

Det tredje steget är minst lika problematiskt. Som jag redan nämnt är den enda rimliga tolkningen av en värdering av människoliv i ekonomiska termer att den rapporterar hur mycket vi i dag är beredda att betala för att rädda ett människoliv. Historiskt sett har det skett stora förändringar i denna betalningsvillighet. Det finns ingen anledning att tro att den kommer att vara densamma om flera tusen år.

Sammantaget, vill jag hävda, betyder detta att det inte går att tillämpa diskontering över de långa tidsperspektiv som är aktuella för kärnavfallet och många andra miljöproblem. Detta är en viktig slutsats, kanske inte främst för kärnavfallet utan för områden som klimatpolitiken där diskontering har använts i stor omfattning.

Hållbar utveckling

Det andra huvudsakliga förslaget till hur vi ska förhålla oss till framtida miljöskador är principen om hållbar utveckling. Begreppet hållbar utveckling är känt sedan början av 1970-talet, men det var först genom Brundtland-rapporten år 1987 som det fick en viktig roll i den allmänna debatten. Rio-konferensen år 1992 bidrog ytterligare till att befästa dess betydelse.

Medan diskontering är ett mycket precist begrepp, är det betydligt svårare att klagöra i exakta termer vad hållbar utveckling innebär. Många anser att dess popularitet till en del beror på att det kan tolkas på så många olika sätt. Radikala miljöaktivister använder detta begrepp när de förespråkar stora och snabba förändringar i vår livsstil. Samtidigt används det av andra för att beteckna en miljö- och resurspolitik som i allt väsentligt styrs av traditionellt ekonomiskt tänkande. Begreppet är betydligt mera tilltalande för de flesta ekonomer än begreppet nolltillväxt, som tidigare var ett viktig honnörssord i miljöpolitiken, och som frammanar en bild av en olöslig konflikt mellan miljöskydd och ekonomiska framsteg.

Den viktigaste skillnaden mellan olika tolkningar av ”hållbar utveckling” kan sammanfattas som skillnaden mellan svag och stark hållbarhet.

Svag hållbarhet uttrycks till exempel i Brundtland-rapportens uttalande att hållbar utveckling ska möta den nuvarande generationens behov utan att försvåra för kommande generationer att möta deras behov. En ekonomisk utveckling är hållbar i denna mening om den kan fortgå i oförändrad takt från generation till generation. Denna tolkning hindrar inte

att man tömmer ut en resurs, om man bara ser till att ersätta den med något annat som kommande generationer kan använda i stället. Om vi kan förse kommande generationer med ny teknologi som minskar deras behov av naturresurser, så har vi enligt detta synsätt förskaffat oss rätten att förbruka mycket mer av sådana resurser än vad som blir möjligt för dem. Ju resurssnålare teknik vi utvecklar, desto mer resurser får vi förbruka.

Stark hållbarhet ser i stället till varje resurs för sig, och ställer bevarandekrav om var och en av dem. I sin mest långtgående version innebär detta synsätt att varje art måste bevaras eftersom den inte kan ersättas av något annat. En mindre långtgående version fokuserar i stället på ekosystem, på biologisk mångfald och på funktioner i naturen (till exempel ozonlagret) som inte kan ersättas av något annat.

Mera precist brukar man framhålla två skillnader mellan svag och stark hållbarhet. Den ena av dessa är ersättbarhet (substituerbarhet). Enligt den svaga tolkningen kan olika slags resurser ersätta varandra, medan den starka tolkningen innebär ett separat krav för varje slags resurs om att den ska bevaras. Den andra skillnaden är att den svaga tolkningen bedömer hållbarhet enbart i termer av mänsklig välfärd, medan den starka tolkningen ger ett utrymme åt uppfattningen att till exempel växt- och djurarters bevarande har ett egenvärde oavsett om de är till nytta för människor.

Det starka hållbarhetsbegreppet har ofta kritiserats för att vara alltför opraktiskt. Det svaga begreppet, å andra sidan, har kritiserats för att vara så svagt att man lika gärna kunde klara sig utan. ”Om valet mellan att bevara naturligt kapital och att öka (eller bevara) kapital som skapats av människor beror på vilket som ger det största bidraget till välfärden så blir begreppet hållbar utveckling överflödigt” /Beckerman 1994/.

Med andra ord riskerar vi att denna version av hållbar utveckling blir helt liktydig med maximering av ekonomisk välfärd, och då har hela hållbarhetsdiskussionen reducerats till en retorisk utsmyckning av klassiska ekonomiska principer.

Naturresurser

Enligt min mening beror många av svårigheterna i diskussionen om hållbar utveckling på att man inte har varit tillräckligt noggrann med vad man menar med en naturresurs. En naturresurs kan vara (i) något som vi förbrukar eller använder i en teknisk process, (ii) ett föremål för mänsklig uppskattning, eller (iii) något som har ett värde i sig, ett "naturvärde" som inte beror på hur vi människor uppfattar den eller vill använda den. (Den tredje formen av naturresurs skiljer sig från de båda andra i att det råder oenighet om den alls existerar. Den måste ändå tas med i resonemanget, för fullständighets skull om inte annat.)

Ofta kan en och samma företeelse vara en naturresurs i alla tre bemärkelsen. Betrakta till exempel en svensk fjällnära skog. Den kan avverkas och användas för virkes- och massaproduktion (i). Den har för många människor ett stort värde därför att vi uppskattar till exempel dess skönhet eller dess blotta existens (ii). Många hävdar att den dessutom har ett värde i sig, alldeles oavsett om människor uppskattar den eller inte (iii).

När man väl gjort denna uppdelning blir frågan om svag och stark hållbarhet mycket lättare att reda ut. För den första typen av naturresurs (i) är svag hållbarhet ett högst rimligt sätt att resonera. Antag att vi tömmer ut de silvergruvor som har malm med hög silverhalt, men samtidigt utvecklar metoder för att utvinna silver lika effektivt ur malm med lägre silverhalt. Då lämnar vi framtida generationer i ett lika gott läge som vi själva haft i fråga om tillgång till silver. Mera allmänt gäller att resurser av typ (i) ingår i penningekonomin, det vill säga de säljs och köps för pengar. De har ett marknadsvärde som svarar mot deras betydelse för mänsklig välfärd (åtminstone i teorin; i vart fall är detta en förenkling som vi här kan tillåta oss). Det betyder att den vanliga diskonteringsmodellen är tillämplig på dem, så länge som vi rör oss inom tidsrymder där det är rimligt att förutsätta en räntekonomi liknande den nuvarande.

För de båda andra resurstyperna är det annorlunda. Om en art går förlorad, kan detta inte kompenseras till exempel genom att man avlar fram en annan art stället. Den art som gick förlorad hade ett unikt värde och kan inte ersättas av en annan art så som man saklost ersätter en hundralapp med en annan. Av motsvarande skäl kan ingen nyplantering ersätta förlusten av en naturmiljö som inte kan återskapas. Detta betyder att det är stark hållbarhet som är relevant för naturresurser av typerna (ii)

och (iii). Detta framgår tydligast för naturresurser av typ (iii). Eftersom penningpriser återspeglar mänsklig betalningsvilja, kan de inte tillämpas på värden som är oberoende av människor. Om den indiska tigerns fortsatta existens har ett värde oberoende av oss människor, kan detta värde inte formuleras i termer av pengar.

Någon skulle kanske vilja hävda att detta resonemang inte håller för naturresurser av typ (ii), resurser som bygger på värdet av det slags mänsklig uppskattning som inte tar sig uttryck i förbrukning eller teknisk användning. Det finns ju faktiskt marknadspriser på många sådana företeelser. Man kan till exempel köpa ett stycke fjällnära skog för att bevara den så att man själv och andra kan njuta av dess orördhet. Men mot detta skulle jag vilja hävda att marknadspriset i ett sådant fall inte till fullo inkluderar resursens värde.

Resonemanget blir kanske tydligare om vi betraktar mänskliga kultur-föremål som har ett liknande slags värde och som kan köpas och säljas. Antag att en rik excentriker förbrukar sin förmögenhet på att köpa upp och sedan bränna alla Picasso-målningar han lyckas komma över. Många skulle reagera mot detta. Även om ett konstverk kan köpas för pengar, uttöms dess värde för mänskligheten inte av dess försäljningspris. Om det blev en modetrend bland rika människor att köpa och förstöra värdefull konst, skulle det inte dröja länge förrän en lagstiftning om bevarandeplikt blev genomförd.

Att en sådan lagstiftning inte finns beror naturligtvis på att den inte behövs. De som äger dyrbar konst är nämligen i de allra flesta fall lika angelägna om att bevara den i skick som en lagstiftning kunde kräva av dem. Men när det gäller bevarande av natur är situationen annorlunda. I Sverige är markägare ålagda en lång rad olika miljöhänsyn. Det som man köper när man köper ett stycke mark innefattar alltså inte en rätt att ställa till med en allvarlig miljöskada. Markpriset är inte ett pris för vilket man kan köpa rätten att åsamka en sådan skada. Någon sådan rätt kan inte köpas. Det betyder att bevarandet av dessa värden inte är substituerbara i den mening som krävs för det svaga hållbarhetsbegreppet. Därför är det stark hållbarhet som är tillämplig i detta fall.

Sammantaget betyder detta att för naturresurser av typ (i), det vill säga resurser som förbrukas eller används tekniskt, är det svaga hållbarhetsbegreppet tillämpligt, men för naturresurser av typ (ii) och (iii) bör vi hålla oss till det starka hållbarhetsbegreppet. Ofta är det dock inte helt enkelt att avgöra vilken av de tre kategorierna en naturresurs tillhör.

I de flesta fall har vi att göra med en kombination av de olika slagens naturresurser. (Som framgick gäller detta bland annat exemplet med fjällnära skog.)

Hur kan vi då tillämpa begreppet hållbar utveckling på kärnavfallet? Bland de många frågor som brukar diskuteras i samband med kärnavfallet finns det vad jag kan se bara en som gäller naturresurser av typ (i), nämligen frågan om framtida generationers möjlighet att återvinna det använda kärnbränslet. Om vi ser det som en fördel att behålla använt kärnbränsle i en form som kan återvinnas i framtiden, bör vi se detta som en ekonomisk resurs som ska diskonteras på samma sätt som andra ekonomiska resurser.

Men de frågor som mest brukar diskuteras i fråga om kärnavfallet är av en annan karaktär. De handlar om risker för framtida skador på människor och miljö. För sådana skador är det som framgått i stället stark hållbarhet som bör tillämpas. Om ett landområde blir förstört för framtida generationer av radioaktiva utsläpp kan vi då inte kompensera denna förlust genom att lämna över andra resurser till framtidens människor. Vi kan inte heller kompensera att vi utsätter dem för radioaktiva hälso-risker genom att i andra avseenden förbättra deras förutsättningar för välfärd. Med andra ord innebär kravet om hållbar utveckling, att framtida generationer inte ska drabbas av vår slutförvaring av radioaktivt avfall.

En moralfilosofisk tradition

Frågan om hur vi bör värdera framtida utfall har diskuterats inom moralfilosofin sedan mycket längre tillbaka i tiden än vad man har diskuterat diskontering och hållbar utveckling. Diskussionen handlade från början inte om mycket långsiktiga beslut, utan om de beslut människor fattar om sin egen framtid. Det är frågor av följande typ: Ska jag spara pengar så att jag kan resa på långsemester om två år eller är det bättre att förbruka dem på smånöjen i stället? Ska jag genomföra en tämligen tråkig utbildning som om några år kommer att ge mig ett bra jobb? Hur mycket är de framtida fördelarna värda i jämförelse med de omedelbara nackdelarna? En del människor är benägna att göra ganska stora uppoffringar i dag för att vinna fördelar på lång sikt. Andra lever mera för stunden.

Vilket av detta förhållningssätt är det rätta? Prominenta filosofer som yttrat sig i frågan har i allmänhet förordat den mera långsiktiga livshållningen. Det gäller till exempel Thomas Hobbes (1588–1679), Henry Sidgwick (1838–1900) och John Rawls (1921–2002) /Hobbes 1642,

Sidgwick 1907/. Deras inställning har varit att eftersom olika tidpunkter tillhör en människas liv i lika stor utsträckning, är det irrationellt att föredra en fördel nu framför samma fördel (med samma säkerhet) vid någon senare tidpunkt.

Det är viktigt att observera att detta handlar om fördelar vid olika tidpunkter i en och samma människas liv. Det är inte självklart att de principer som är riktiga i sådana bedömningar också ska tillämpas för avgöranden som gäller fördelningen av för- eller nackdelar mellan nuvarande och kommande generationer. Men låt oss som ett tankeexperiment pröva tanken att tillämpa den nyssnämnda moralfilosofiska principen också i sådana fall. I ekonomiska termer svarar detta mot att tillämpa en diskonteringsränta om noll procent. Ett sådant förhållningssätt visar sig leda till absurda slutsatser, dock av ett helt annat slag än de som vi ovan konstaterade för diskontering med positiv ränta.

En viktig fråga för den ekonomiska politiken är fördelningen mellan investering och konsumtion. Vi använder en del av våra resurser för konsumtion som kommer oss själva till del, men inte direkt gynnar framtida generationer. En annan del använder vi till investeringar som framtida generationer kommer att ha nytta av. Man kan använda välfärdsekonomiska kalkyler som vägledning för fördelningen av resurser mellan investering och konsumtion. Det visar sig då att ju lägre diskonteringsränta vi räknar med, desto lägre blir värdet av den omedelbara konsumtionen i förhållande till värdet av de framtida fördelar som investeringarna gör möjliga. Om vi sätter diskonteringsräntan till noll, får den omedelbara konsumtionen mycket låg prioritet. Ett sådant resonemang skulle leda till ett slags asketiskt samhälle där bygge för framtiden alltid ges prioritet framför strävan efter ett gott liv här och nu. En del ekonomier med mycket snabb tillväxt verkar präglas av ett slags arbetsmoral som går ett stycke i denna riktning. Den ekonomiska prioritering som skulle följa av att konsekvent tillämpa en nollprocentig diskontering framstår ändå som tämligen extrem.

Det verkar därför som om varken nolldiskontering eller traditionell ekonomisk diskontering är ett användbart allmänt förhållningssätt till framtida effekter av våra handlingar. Ett rimligt förhållningssätt måste antingen bygga på något slags kompromiss mellan de båda principerna, eller på helt andra principer.

Vi har redan sett konturerna till en möjlig kompromiss. Vi kan tillämpa traditionell ekonomisk diskontering på ekonomiska nyttigheter, men nolldiskontering på sådant som inte har ett marknadspris, till exempel människoliv, hälsa och miljövärden.

Osäkerhetsreducering

Finns det någon helt annan princip än ekonomisk diskontering som kan förklara och kanske rättfärdiga att vi fäster mindre vikt vid framtida nyttor och skador än vid sådana som inträffar nu? Ja, det finns en sådan princip som är högst trovärdig: Vi har goda skäl att fästa mindre vikt vid osäkra nyttor och skador än vid sådana som är säkra. Om vi till exempel vet med säkerhet att ett visst handlingsalternativ kommer att leda till att livet i en sjö dör ut, är detta ett starkare argument mot att utföra denna handling, än om vi bara visste att det finns en möjlighet att handlingen får denna effekt. Vi brukar därför reducera värdet av osäkra utfall. En sådan "osäkerhetsreducering" har inget omedelbart samband med tidsavstånd; vi behandlar ett osäkert utfall likadant om det avser en händelse i dag som om det avser en händelse långt in i framtiden. Men i praktiken kommer osäkerhetsreducering ändå att få delvis samma effekt som tidsdiskontering. Ju längre in i framtiden en händelse kommer att inträffa, desto osäkrare är den i regel. Vi vet till exempel i regel mycket mer om kortsiktiga än om långsiktiga miljö- och hälsoeffekter av de beslut som vi fattar i dag. När långsiktiga effekter är osäkra kan det vara rimligt att ge dem lägre prioritet än kortsiktiga effekter, som vi är säkra på.

Jag tror att en sådan osäkerhetsreducering svarar mycket bättre än tidsdiskontering mot hur vi i praktiken bedömer mycket långsiktiga effekter av det vi gör i dag. Bland annat kan osäkerhetsdiskontering förklara varför vårt synsätt skiljer sig så mycket åt mellan olika slags långsiktiga effekter. Det finns många mänskliga handlingar som kan komma att få effekter på tiotusentals års sikt. Dock är osäkerheten så stor att vi i de flesta fall egentligen inte kan veta något alls om dessa effekter. Om vår generation till exempel beslutar att satsa stort på rymdfärder till Mars, på att utveckla fusionsenergin, eller på att göra slut på svälten och fattigdomen i världens fattiga länder, är detta beslut som mycket väl kan komma att ha en inverkan på världens fortsatta utveckling, kanske med följdverkningar även om tiotusen år. Men i praktiken är det alldeles omöjligt att bedöma vilka dessa följdverkningar blir.

En del mänskliga handlingar skiljer sig från andra genom att vi faktiskt i dag kan säga *något* om deras effekter om tiotusen år. Utsläpp till miljön av kemiska ämnen som inte kan brytas ned är ett exempel på detta. Dessa ämnen kommer att finnas kvar i naturen under tiotusentals år framöver. Ett annat exempel är slutförvaring av använt kärnbränsle. Om vi placerar radioaktivt material på ett ställe i berggrunden, kommer materialet att finnas kvar om tiotusen år. Kunskaperna om radioaktivt sönderfall är omfattande och mycket tillförlitliga. Därför kan vi räkna ut mycket noggrant vilken sammansättning detta avfall kommer att ha och vilken strålning det kommer att avge. Samtidigt finns det många andra frågor om kärnavfallet som vi har mycket svårt för att bedöma i ett sådant tidsperspektiv, till exempel om kunskapen om kärnbränsleförvaret kommer att finnas kvar om tiotusen år, om människor då kommer att känna till avfallets farlighet, om de kommer att vilja återvinna det för något syfte, etc. Det är viktigt att känna till denna osäkerhet, men det är också viktigt att ha klart för sig att konstruktionen av ett kärnbränsleförvar skiljer sig från de flesta andra handlingar som vi människor kan utföra i dag genom att det faktiskt har en del effekter om tiotusen år som vi kan förutsäga med stor säkerhet. Det är alltså inte osäkerheten i sig som gör att de framtida effekterna av ett kärnbränsleförvar blivit så uppmärksammade och så kontroversiella, utan snarare kombinationen av säkerhet om vissa aspekter och osäkerhet om andra.

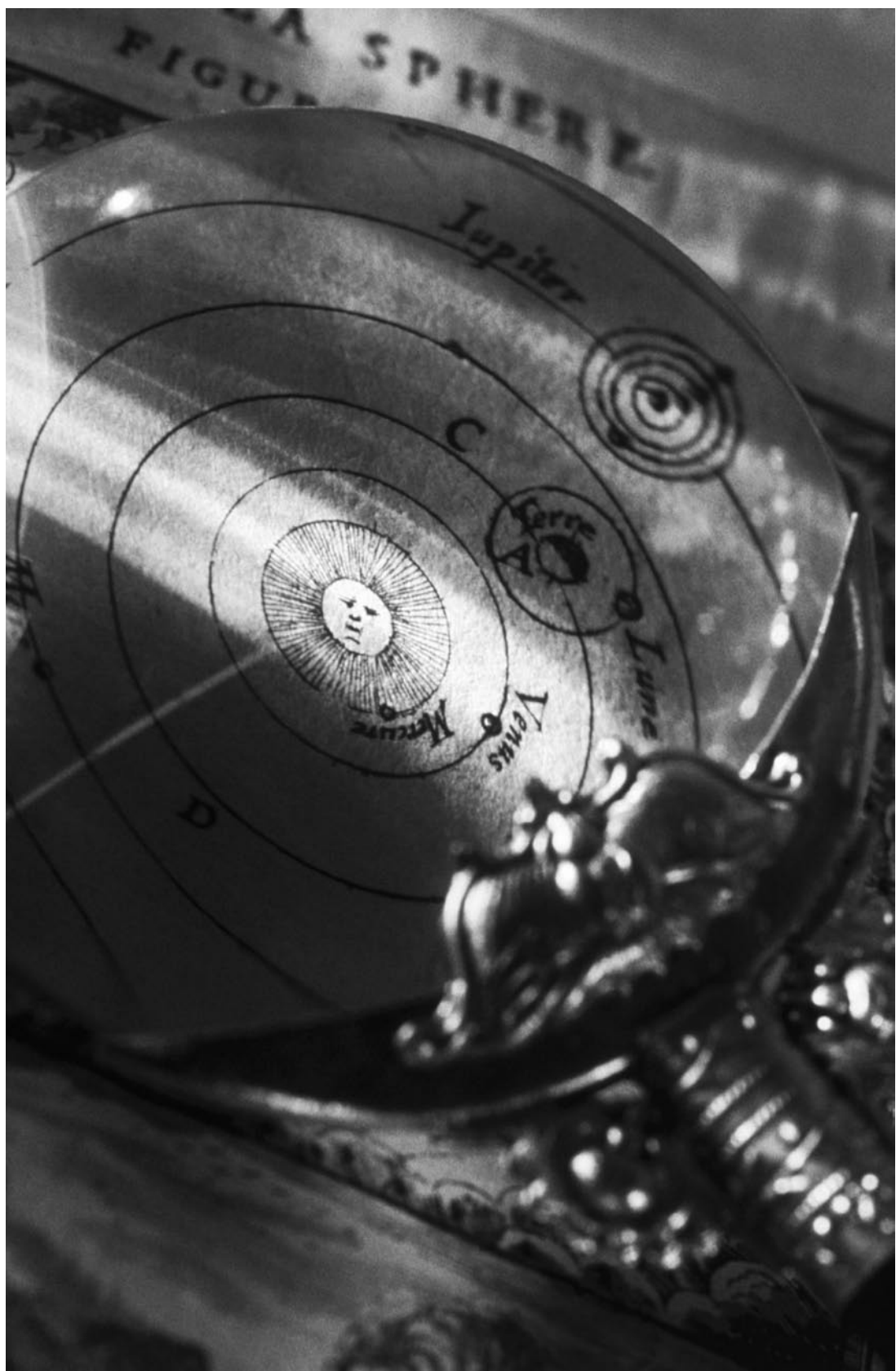
Det finns som sagt många andra viktiga samhällsproblem som har delvis förutsägbara långsiktiga effekter. För flera av dessa har de långsiktiga effekterna blivit uppmärksammade, men inom inget annat område har de diskuterats lika ingående som för använt kärnbränsle. Jag tror att vi kan dra viktiga lärdomar för andra långsiktiga samhällsfrågor från värderingen och hanteringen av kärnavfallsproblemet.

Ett intressant exempel på detta är den globala uppvärmningen. Trots att den kan förväntas ha mycket stora långsiktiga effekter, har den i allmänhet diskuterats endast i ett medellångt perspektiv. Den internationella klimatpanelen IPCC har valt att fokusera på de närmaste cirka 100 åren, och de allra flesta policydiskussioner har samma tidsram för klimatpolitiken. Ekonomiska analyser av klimatfrågan har regelmässigt tillämpat ett slags avklippt diskontering. Det innebär att effekterna under de närmaste hundra eller tvåhundra åren har diskonterats på gängse sätt, medan effekter som uppträder bortom denna tidsgräns helt enkelt

utesluts ur analysen.³ Det är naturligtvis ett tämligen principlöst sätt att resonera. Vi skulle ha mycket att lära från att behandla klimatfrågans långsiktiga effekter på samma sätt som kärnavfallets. Det skulle bland annat innebära att vi undersöker vilka slutsatser som skulle följa ur synsättet att effekter på liv, hälsa och miljö inte kan diskonteras utan ska betraktas som lika allvarliga om de inträffar långt in i framtiden som om de inträffar i dag.

Om debatten om kärnavfallet kan leda till ett mera genomtänkt förhållningssätt till mycket långsiktiga effekter också inom andra beslutsområden, så har den lämnat ett viktigt bidrag till vår förmåga att lösa svåra samhällsproblem.

³ I matematiska termer svarar detta mot att effekter bortom denna tidsgräns diskonteras med oändlig ränta.



Vetenskapen och dess begränsningar

I nästan alla försök att hantera risker i samhället spelar vetenskapen en stor roll. Men vetenskapen blir ofta ifrågasatt. På senare år har vi sett detta allra tydligast i klimatdebatten, där en liten grupp mass-medialt förfarna "skeptiker" ifrågasätter de slutsatser om växthus-effekten som klimatforskarna är i allt väsentligt överens om. Liknande ifrågasättanden har också förekommit inom andra vetenskapsområden där man bedömer risker, till exempel toxikologin och strålningsbiologin. I denna essä ska vi se närmare på vad det är för slags kunskap som vetenskapen tillhandahåller, på vilka sätt vi bör kritiskt granska vetenskapen och i vilken utsträckning vi kan förlita oss på den. Nästa essä, Vad säger försiktighetsprincipen?, ägnas åt frågan hur vi ska förhålla oss när vetenskapen inte ger oss säkra svar på de frågor vi ställer inför våra beslut om riskhantering.

Vetenskapsbegreppet

Vad är vetenskap? Man kan besvara den frågan sociologiskt, och beskriva vetenskap som utövandet av den kunskapstradition som har sin främsta hemvist vid våra universitet. En sådan definition är användbar för en del ändamål, men den hjälper oss inte att reda ut den normativa frågan vilken roll vetenskapen bör ha i riskbeslut och riskbedömningar. För att klargöra detta måste vi förstå varför vetenskapen är så framgångsrik och varför vetenskaplig kunskap har särskilda anspråk om allmängiltighet. Vi måste då tränga djupare in i vetenskapens natur, karaktärisera själva den vetenskapliga kunskapen och förstå hur den skiljer sig från andra typer av kunskap. I den diskussionen kan det vara lämpligt att ta en första utgångspunkt i själva ordet "vetenskap" och dess engelska motsvarighet "science". Det finns nämligen betydelsekillnader mellan å ena sidan svenskas "vetenskap" och dess motsvarighet på tyska och nordiska språk, å andra sidan engelskans "science" med dess motsvarigheter på romanska språk, däribland franska.

Det engelska ordet "science" hade ursprungligen en mycket vid betydelse. Det användes om i stort sett vad som helst som man måste lära sig för att behärska det: Allt från akademisk lärdom till sömndad och hästridning. Under 1600- och 1700-talen inskränktes innebörden till att avse systematisk kunskap. På 1800-talet inskränktes dess innebörd ytterligare, och det kom att i första hand beteckna naturvetenskaplig

kunskap /Layton 1976/. Fortfarande används "science" i huvudsak om naturvetenskap samt annan forskning som uppfattas som naturvetenskapsliknande i sitt arbetssätt. Så till exempel betecknas nationalekonomi och sociologi som "sciences", men i regel inte litteraturvetenskap eller historia. Inom flera akademiska discipliner har det förekommit starka strävanden att bli accepterad som "science". Det gäller till exempel socialantropologin, som också räknas som "science" trots att den i flera avseenden står nära de humanistiska vetenskaperna /Salmon 2003/.

Det svenska ordet "vetenskap" har liksom tyskans "Wissenschaft" ett liknande betydelseursprung som "science". Även detta ord betydde från början "kunskap". I sin akademiska användning har det en vidare innebörd än "science". Det innefattar alla de akademiska specialiteterna, inklusive humaniora.

Det viktiga är självfallet inte själva benämningen. Det viktiga är att det finns en gemenskap av kunskapsdiscipliner, som alla strävar efter att uppnå allmängiltig kunskap och som respekterar varandras resultat inom respektive specialområden. Till denna gemenskap hör inte bara de discipliner som omfattas av ordet "science", utan också de övriga som faller under det vidare begreppet "vetenskap". Termen "vetenskap" är därför enligt min mening mera ändamålsenlig än "science".

Denna gemenskap av kunskapsdiscipliner täcker gemensamt in ett mycket stort område av kunskap. Vetenskapen söker kunskap om de mest skilda ting: Om naturen (naturvetenskap), om oss själva (psykologi och medicin), om våra samhällen (samhällsvetenskap och historia), om våra egna fysiska konstruktioner (teknikvetenskap) och om våra egna tankekonstruktioner (språk- och litteraturvetenskap, matematik och filosofi).

Trots denna allmängiltighet finns det vissa konventionella begränsningar: Sådana kunskapsområden som inte funnit sin plats vid universiteten betraktas i regel inte som vetenskaper. Så till exempel räknar vi numismatiken (studiet av mynt) som en vetenskap, men inte filatelin (studiet av frimärken). I en mera principiell diskussion (och det är en sådan vi ska föra här) bör man inte fästa vikt vid dessa konventionella begränsningar. Det är inte kunskapsområdet utan metoden och arbetssättet som bör avgöra om ett verksamhetsområde ska räknas som vetenskapligt.

Varför just vetenskap

Men varför ska vi då använda vetenskaplig kunskap och inte någon annan sorts kunskap som underlag, exempelvis till beslut om hur vi ska hantera miljöfrågor och andra svåra problem som mänskligheten har framför sig? När vi ställer frågan på det sättet blir det uppenbart att vetenskap i grunden är ett normativt begrepp. Det vi kallar vetenskap är det som har erkännande som den bästa kunskapen inom ett visst område vid den givna tidpunkten. Ett sådant erkännande gäller inte för evigt, utan bara tills ny och bättre kunskap kommer fram. Den som i dag skulle hävda 1800-talsteorier inom fysiken eller biologin skulle betraktas som mycket ovetenskaplig. Det som är erkänd vetenskap är den bästa tillgängliga kunskapen inom det aktuella kunskapsområdet vid den aktuella tidpunkten.

Vetenskapens kunskapsanspråk bygger ytterst på de metoder den har utvecklat för att få fram så tillförlitlig kunskap som möjligt. Viktiga exempel på sådana metoder är experiment och andra exakta observationer, källkritik och matematiska modeller. En *exakt observation* kännetecknas av i förväg noga fastställda observationsmetoder, som är ägnade att utesluta godtycke och önsketänkande. Ett experiment är en exakt observation där man också konstruerar och praktiskt åstadkommer väl definierade omständigheter under vilka ett händelseförlopp ska äga rum. Detta har visat sig vara ett mycket effektivare sätt att finna lagbundenheter, än att observera vad som spontant inträffar i naturen. Källkritik har utvecklats främst inom historievetenskapen. Med källkritik menas systematisk analys av olika källor för att utröna vad sagespersonerna kan ha avsett och i vilken utsträckning deras utsagor är tillförlitliga. *Matematiska modeller* har fått allt större användning både inom naturvetenskap och samhällsvetenskap för att göra mer precisa utsagor om samband och lagbundenheter i natur och samhälle.

Den engelske filosofen Jeremy Bentham sa en gång att vem som helst kan avgöra om en sko är bra eller inte, men endast skomakaren kan göra en bra sko /Bentham 1983/. Med detta ville han visa vilket synsätt man bör ha på experter inom olika områden. Vi kan alla ha synpunkter på och bedöma vad experter åstadkommer inom sina respektive områden. Även den som inte kan laga en kulinarisk festmåltid kan ha synpunkter på om den var lyckad eller inte, även den som inte själv kan spela ett instrument kan ha synpunkter på ett musikaliskt framförande, etc. Till en del kan man tillämpa samma resonemang också inom vetenskapen. Men inom vetenskapen finns det begränsningar som följer av den långt gångna specialiseringen. Det är faktiskt inte möjligt för de allra flesta av oss att ha särskilt värdefulla synpunkter på en partikelfysikers arbete.

Den verksamheten har för länge sedan lämnat den vardagstillvaro där Benthams resonemang om skomakaren har full giltighet. I stället har vi att förlita oss på att fysikerna sinsemellan upprätthåller en kritisk attityd och granskar varandras arbeten. Det finns ingen möjlighet för alla oss andra att göra det. Detta är en viktig svårighet för vetenskapen och för dess trovärdighet.

Denna sorts tillit till experterna, inte som enskilda individer utan som grupp, är oftast ganska oproblematisk inom rent teoretiska kunskapsområden. De flesta av oss är nog beredda att överlåta åt partikelfysikerna att avgöra frågor inom sitt kunskapsområde. Men när forskningen får praktiska tillämpningar, till exempel när naturvetenskap ska användas som underlag för miljöbeslut, blir frågan om tilltro till experter genast mer komplicerad. I sådana fall kan värderingar ha stor betydelse. Om experterna har andra värderingar än vad man själv har, eller om man inte vet vilka värderingar de har, är det inte så självklart att man lugnt kan lita på deras bedömningar i värdeladdade frågor. Det finns ingen enkel lösning på detta problem, men två viktiga komponenter kan nämnas. Den ena är att ju bättre expertgruppen representerar resten av oss medborgare, desto mindre är risken att deras bedömningar påverkas av värderingar som inte är förankrade hos oss andra. Vi ska med andra ord undvika att expertgrupper blir ensidiga till exempel i fråga om kön, social bakgrund och politiska åsikter. Den andra är att personer inom angränsande kunskapsområden ofta har stora möjligheter att upptäcka om ett okritiskt tänkande får fotfäste inom någon del av vetenskapen.

Intersubjektivitet och objektivitet

Vetenskaplig verksamhet syftar till att nå kunskap som är giltig för alla människor. Då man diskuterar till exempel religion eller livsåskådning kan man ibland nöja sig med att säga: "Det där är sant för dig, men det här är sant för mig". Så kan man inte resonera inom vetenskapen. Vi strävar där efter gemensamma (om än provisoriska) sanningar. Med vetenskapens hjälp vill vi uppnå en gemensam världsbild eller, kanske snarare, gemensamma delar av våra världsbilder. Vetenskaplig kunskap ska vara intersubjektiv, gemensam för alla människor.

Men syftet är inte bara att uppnå en gemensam uppfattning, vilken som helst. Vetenskapen syftar till exempel inte till att uppnå gemensamma fördomar. Vi försöker med vetenskapen nå kunskap om hur det verkligen är. Detta är ett krav om att kunskapen ska vara objektiv.

Kravet om objektivitet gäller både det ”rena” vetandet och handlingskunskapen. När en historiker redogör för hur andra världskriget inledes, eller en kemist hur en kemisk reaktion går till, förväntar vi oss att det de säger handlar om verkligheten, inte bara om personliga upplevelser eller förmodanden. Likadant är det när en medicinsk forskare redogör för vilka behandlingar som är effektiva vid hjärtsvikt eller en brobyggare för hur en bro ska byggas för att inte rasa. Det räcker inte med läkarens personliga upplevelser av att behandlingen hjälper eller ingenjörens känsla att bron kommer att hålla. Vi förväntar oss, om de gör anspråk på vetenskaplighet, att behandlingen ska hjälpa och bron stå kvar.

Objektivitet må vara svår att uppnå, och ibland kan det vara alldeles omöjligt att uppnå den annat än ofullständigt. Men därav följer inte att man ska ge upp strävan efter att uppnå den i så stor utsträckning som möjligt. Det är till exempel knappast möjligt att skriva en fullständigt objektiv bok om Vietnamkrigets historia. Men av detta följer inte att en historiker är berättigad att lämpa kravet om objektivitet överbord och strunta i om det hon skriver om Vietnamkriget ger en god eller dålig bild av vad som faktiskt hände.

Brist på denna enkla insikt – att objektivitet kan eftersträvas även när den inte till fullo kan uppnås – har ibland lett till föreställningar om att objektivitet skulle vara ett förlegat och överspelat mål för vetenskapen. Ingenting kan vara mer felaktigt. Vetenskapen handlar om att ta reda på hur det faktiskt är.

Vi kan också uttrycka detta så att all vetenskaplig verksamhet bygger på tre förutsättningar, som tillsammans säger att en objektiv och intersubjektiv kunskap är möjlig. De tre förutsättningarna är:

1. Det finns en verklighet oberoende av våra sinnen.
2. Denna verklighet är gemensam för oss alla.
3. Vi kan gemensamt nå – eller åtminstone närma oss – en för oss alla giltig kunskap om denna verklighet.

De båda första förutsättningarna handlar om vad som finns (ontologi). Den tredje handlar om vad man kan veta (epistemologi). Alla tre förutsättningarna är sådana som vi i vardagslivet betraktar som tämligen självklara. Det är i stort sett enbart inom filosofin som man alls reflekterar över dem.

Objektivitet och intersubjektivitet är besläktade krav, men de sammanfaller inte. Intersubjektivitet är möjlig utan objektivitet. Vi kan ha föreställningar som är intersubjektiva utan att vara objektiva, till exempel om alla har samma fördomar eller är drabbade av samma missförstånd. Däremot innesluter kravet om objektivitet även intersubjektivitet. Kravet på objektivitet är nämligen detsamma för alla människor, eftersom detta krav utgår från att det är samma verklighet som vi strävar att beskriva korrekt när vi försöker vara objektiva. Av detta kan vi dra slutsatsen att objektiv kunskap är intersubjektiv (förutsatt att vi alla lever i samma sinnevärld).

Därför följer dock inte att intersubjektivitetskravet skulle vara ointressant. Tvärtom är intersubjektivitet viktig bland annat därför att den är lättare att konstatera än objektivitet. Vi har ju ingen direkt tillgång till den faktiska verkligheten (utan bara indirekt tillgång via våra sinnen). Därför kan vi inte på något enkelt och direkt sätt kontrollera om en utsaga är objektiv. Då är det lättare att kontrollera om kunskap är intersubjektiv, det vill säga sådan att vem som helst kan nå fram till den och att den håller för allas prövning. I vetenskapen krävs det att de slutsatser man drar ska hålla för andras kritiska granskning. Detta är ett uttryck för kravet att vetenskaplig kunskap ska vara intersubjektiv.

Eftersom vetenskapen strävar efter intersubjektivitet är den oförenlig med uppfattningen att vissa människor har en speciell förmåga att nå kunskap, och att andra bara ska rätta sig efter vad de kommer fram till. Vetenskapen är med andra ord icke-auktoritär, ofta anti-auktoritär. Ett arguments värde får inte vara beroende av vem det är som för fram argumentet. I denna jämlikhet finns ett samband mellan vetenskap och demokrati. Både vetenskap och demokrati förutsätter också, för att fungera, ett rationellt offentligt samtal där argumenten prövas mot varandra. Demokratin och den moderna vetenskapen har gemensamma filosofiska rötter i upplysningstraditionens uppror mot gamla auktoriteter.

Det finns en risk för farligt okritisk tillit till vetenskapliga auktoriteter. Det finns också en risk för det motsatta misstaget, nämligen att inte respektera de insikter och erfarenheter som långvariga studier av ett ämne ger upphov till. Jag kan naturligtvis välja att inte följa urmakarens råd om hur min väggklocka ska lagas, men det vore oklokt att inta en sådan ståndpunkt utan att först noga informera sig om de argument och de erfarenheter som rådet grundas på. På motsvarande sätt är det oklokt att förkasta de vetenskapliga specialisternas uppfattning i en fråga, utan att först noga sätta sig in i vad de grundar sin uppfattning på.

Vetenskapen är en mänsklig aktivitet

Det enda sättet att helt gardera sig mot att ha fel är att aldrig säga någonting bestämt. Det finns faktiskt vetenskapsfilosofer som menar att forskarna borde göra just på det sättet. Bland andra Richard Jeffrey har hävdad att forskare aldrig ska göra försanthållanden, det vill säga aldrig hålla påståenden om verkligheten för sanna. Enlig honom ska en forskare aldrig betrakta någonting som riktigt eller oriktigt, utan nöja sig med att tilldela sannolikheter till olika teorier och hypoteser. Dessa sannolikheter kan vara ganska nära 0 eller 1, men aldrig lika med 0 eller 1, eftersom ju ingenting är helt säkert /Jeffrey 1956/.

En kemist som levde efter dessa principer skulle således inte ta för givet att guld är ett grundämne eller – för den delen – att materien består av atomer. Hon skulle betrakta detta som mycket sannolika hypoteser, men hon skulle aldrig säga ”Vi vet att det förhåller sig så”, utan endast ”Vi håller det för mycket sannolikt att det är så”. Detta kan i förstone vara en lockande bild av hur forskaren ska förhålla sig. Men tyvärr: Det kommer aldrig att kunna fungera i verkligheten. På detta sätt skulle nämligen vetenskapen bli ett oöverskådligt nät av osäkra hypoteser som var förbundna med varandra kors och tvärs medelst olika sannolikheter. Vi människor klarar inte av att hålla särskilt mycket öppet åt gången. En så här komplex och osäker kunskapsmassa kan vi nog inte ens föreställa oss. Det är svårt nog att skaffa sig någorlunda överblick över ett vetenskaplig kunskapsområde så som de är organiserade i dag, med försanthållanden som förenklar bilden.

Vetenskapen är en mänsklig aktivitet, och den är underkastad alla begränsningarna i den mänskliga fattnings- och föreställningsförmågan. Varje modell av vetenskapen som bortser från detta missar mycket av det som utmärker vetenskapen. För att vi människor ska kunna genomföra resonemang och dra slutsatser måste vi göra en lång rad viktiga förenklingar, däribland denna: Det mesta av det som framstår som nästan säkert behandlar vi som om vi vore helt säkra på det. Det betyder att vi accepterar och förkastar påståenden och hypoteser, vilket är något helt annat än att enbart tilldela dem höga eller låga sannolikhetsvärden. (Vetenskapens försanthållanden utgör tillsammans den vetenskapliga kunskapsmassan, se nästa essä, Vad säger försiktighetsprincipen?)

Det stora och det lilla tvivlet

Vetenskapen framskrider till stor del genom att det som tidigare har tagits för givet blir ifrågasatt och betvivlat. Eftersom vår kunskap inte är ofelbar måste vi ibland ifrågasätta det vi redan tror på. Hur ska vi organisera detta ifrågasättande så att det bidrar till att utveckla ny och bättre kunskap?

Det finns två huvudsakliga sätt att tvivla på det man tror sig veta. Det ena, som vi kan kalla det stora tvivlet, är att ”riva ned allt”. Man överger allt man hittills trott och försöker att från början bygga upp en ny kunskap. Det andra sättet, det lilla tvivlet, innebär att man i huvudsak fortsätter att tro på det man hittills trott, men betvivlar och omprövar sådana delar av kunskapsmassan som verkar att inte stämma med helheten. Genom många sådana små justeringar av olika delar, kan helheten så småningom alldeles byta gestalt.

Det stora tvivlet kan också kallas ”filosofisk skepticism”. Dess kanske mest kända utövare var den franske filosofen René Descartes (1596–1650). Han utgick från ett konstaterande som många gjort före honom, nämligen att det till synes inte finns mycket som man kan vara helt säker på. Hur kan man veta om det man ser är en synvillia eller inte? Och hur kan man veta om det man upplever som verkligt bara är en dröm? Vill det sig riktigt illa så kanske världen är skapad av en gud som velat bedra oss?

Men en sak, menade Descartes, kan skeptikern vara alldeles säker på: Sin egen existens. Blotta det faktum att jag tänker skeptiska tankar bevisar ju att jag finns. ”Jag tänker, alltså finns jag.” Från denna enda grund-sanning försökte Descartes bygga upp en säker kunskap och ”återvinna” sin (hypotetiskt) förlorade tilltro till vardagskunskapen. I korthet gick hans resonemang ut på att eftersom han fanns, måste någon ha skapat honom, och den som gjort detta måste ha gjort det av välvilja och därför försett honom med tillförlitliga sinnen som gav honom en riktig bild av den verklighet han levde i.

Men även om Descartes argumentationslinje var skarpsinnig, kunde andra filosofer konstatera att inget av de avgörande stegen var säkert i den mening som $1+1=2$ är säker kunskap. Redan det första steget kan ifrågasättas av en skeptiker. Upplevelsen av tankeverksamhet garanterar inte förekomsten av ett avgränsat subjekt (”jag”) som utför dessa tankar. Nästa steg står på ännu svagare grund. Att något existerar bevisar inte att en tänkande varelse har skapat det. Descartes väg tillbaka från det stora tvivlet till vardagskunskapen gav alltså inte den helt säkra kunskap om världen som skeptikern efterfrågar.

Många andra filosofer, både före och efter Descartes, har arbetat med det stora tvivlet som metod. Det är viktigt att betona att det stora tvivlet är just en metod för filosofin, ett av det filosofiska hantverkets verktyg. Det finns ingen anledning att tro att Descartes eller någon annan filosof på allvar betvivlade yttervärldens existens, eller ifrågasatte att det fanns andra levande och tänkande människor som skulle läsa deras böcker. Med det stora tvivlets hjälp försökte de påvisa vilka grundförutsättningar vår kunskap och våra föreställningar bygger på. Någon ny kunskap till exempel om naturen eller om mänskliga samhällen uppnådde de inte på detta sätt, och det var inte heller deras syfte.

Vetenskapen – både naturvetenskap och humaniora – bygger i stället på det lilla tvivlets metod. Vetenskapen har tagit sin första utgångspunkt i vardagskunskapen, som den gradvis har modifierat, ibland till oigenkännlighet. Den moderna vetenskapens utveckling hade aldrig varit möjlig, om inte dess företrädare hade klarat av att både bygga vidare på vardagsföreställningarna och förhålla sig kritiskt till dem. Som exempel kan vi ta Galileis undersökningar om tyngdkraften. Han tog mycket för givet, till exempel att en måttstock inte ändrar längd när man flyttar den. Men han ifrågasatte annat som många tog för nästan lika självklart, till exempel att tunga föremål faller snabbare än lätta.

Att samtidigt ifrågasätta allt är ingen framgångsväg i vetenskapen. I stället gäller det att finna det som för tillfället är mest konstruktivt att ifrågasätta. Det är ungefär som att reparera en byggnad: Ska man arbeta praktiskt kan man inte ta bort alla bärande detaljer på en gång.

Det lilla tvivlet är alltså ett effektivt redskap för att förbättra vår kunskap om omvärlden. Det stora tvivlet är ett effektivt redskap för att förbättra vår förståelse för hur denna kunskap är uppbyggd.

Det händer ofta att människor tillgriper det stora tvivlet som något slags sista halmstrå i en diskussion: ”Jo, men allting är relativt”. – ”Man kan inte vara säker på någonting.” De som gör så brukar emellertid inte vara beredda att använda det stora tvivlet konsekvent till att betvivla allting. De nöjer sig med att använda det mot utvalda argument eller påståenden som de av andra skäl inte vill tro på.

Det är också vanligt att man vill tillämpa det stora tvivlet på vetenskapen, utan att tillämpa det på vardagskunskap. Men detta är en ohållbar åtskillnad. Det finns förvisso en bemärkelse av ordet ”säker” i vilken man kan säga att ingen vetenskaplig kunskap är säker, att det inte är säkert att evolutionen har ägt rum, att vi inte vet säkert om DNA bär upp

arvsanlagen, etc. Men i den bemärkelse som man då använder ordet "säker" är man inte heller säker på hur många fingrar man har på sina händer eller på om livet är verkligt eller bara en dröm.

Att utgå från den bästa tillgängliga kunskapen

Det finns världsåskådningar som erbjuder absolut och säker kunskap. Vetenskapen hör inte till dessa åskådningar. Detta är viktigt att inse, eftersom många improduktiva diskussioner har uppstått ur den felaktiga utgångspunkten att vetenskapen har anspråk om att förmedla absoluta sanningar om den fysiska världens beskaffenhet, det vill säga sanningar med samma slags säkerhet som vi uppfattar oss ha om enkla aritmetiska fakta av typen $1+1=2$. Vetenskapens anspråk är mindre, men för den sakens skull inte särskilt blygsamma. Vetenskapen söker erbjuda dels den i dag bästa tillgängliga kunskapen, dels metoder att förbättra denna så att vi efterhand vet allt bättre.

Felbarhet och osäkerhet är inte utmärkande bara för just vetenskapen. All mänsklig kunskap är felbar och kan behöva omprövas. I vardagslivet tar vi ständigt saker för givna som vi i själva verket inte kan vara helt säkra om. Visar det sig att vi har fel, ändrar vi uppfattning. Det är alldeles likadant i vetenskapen.

Det är självklart men behöver ändå sägas: Att kunskapen är felbar betyder inte att den lika gärna kan ersättas av i stort sett vilka påståenden som helst. Det faktum att många element i den moderna evolutionsbiologin kan behöva revideras i ljuset av framtida forskning är till exempel inget argument för att godta kreationism eller "intelligent design". (Detta är läror som har sitt ursprung i religiösa traditioner, inte i försök att förstå naturen med den moderna forskningens hjälp.) Vi måste i varje läge söka fram den bästa möjliga kunskapen. Att den inte är lika säker som $1+1=2$ är inget skäl att ersätta den med sämre grundade påståenden.

Kunskapsteoretikern Isaac Levi brukar framhålla att man ska skilja mellan "säkra" och "orubbliga" uppfattningar /Levi 1991/. Kemisternas uppfattning att guld är ett grundämne är säker kunskap i den meningen att det inte nu råder något tvivel om saken. Den hör till det som en kemist, givet vad man nu vet, gör oklokt i att betvivla. Däremot är denna uppfattning inte orubblig, eftersom man (i princip) kan tänka sig empirisk bevisning som skulle leda till att den måste överges.

I framtiden kommer vi förmodligen få anledning att revidera en del vetenskapliga uppfattningar som vi i dag saknar anledning att betvivla. Vi torde knappast behöva överge uppfattningen att guld är ett grundämne, men troligen kommer detta att hända med någon enstaka av de miljontals andra uppfattningar som vi i dag tar för givna på nästan samma sätt. Några av de bästa historiska exemplen på detta är de omprövningar av rums- och tidsuppfattningen som relativitetsteorin har föranlett. Det gäller till exempel Euklides parallellaxiom, som kan uttryckas så att om det på en plan yta finns en rät linje och en punkt utanför linjen, så finns det exakt en linje på ytan som går genom punkten och aldrig korsar den förstnämnda linjen. Filosofen Immanuel Kant var övertygad om att parallellaxiomet var med nödvändighet sant. I dag vet vi parallellaxiomet inte gäller i den verkliga världens geometri.

Att den bästa tillgängliga kunskapen inte är ofelbar är självfallet inget skäl att inte använda den – det finns ju inget bättre. Vi kan inte uppnå en helt säker kunskap, men det närmaste vi kan komma är att vid varje tillfälle använda den för stunden bästa kunskapen, samtidigt som vi försöker förbättra den. Eller, som filosofen John Locke uttryckte saken: ”Om vi betvivlar allt, eftersom vi inte kan veta det med säkerhet, är vi ungefär lika kloka som han som inte använde sina ben utan satt stilla och tynade bort eftersom han inte hade några vingar att flyga med” /Locke 1976/.



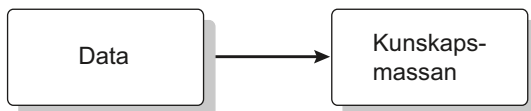
Vad säger försiktighetsprincipen?

Det är långtifrån alltid som vetenskapen ger oss den vägledning som vi skulle vilja ha för att kunna bedöma och hantera risker. I många fall är det vetenskapliga underlaget ofullständigt, och i en del fall är det motsägelsefullt. Vi kanske vet att en kemikalie skadar fiskar i laboratoriet, men vi vet inte om den har samma effekter på fiskar i miljön. Vi kanske vet att en luftförorening är skadlig för hälsan i höga halter, men kan inte avgöra hur låga halterna måste bli för att skadeeffekterna ska försvinna. Hur ska vi fatta beslut under sådana omständigheter? För att reda ut den saken behöver vi se närmare på hur den vetenskapliga kunskapsmassan byggs upp och konstrueras.

Den vetenskapliga kunskapsmassan

Med den vetenskapliga kunskapsmassan menas samlingen av allt det som den stora majoriteten av forskare inom respektive område tar för givet i sin fortsatta forskning intill dess att nya data ger dem anledning att ändra sig /Hansson 1996/. Denna kunskapsmassa har sitt ursprung i data som utvunnits ur experiment och andra observationer. Genom en process av kritisk utvärdering ger dessa data upphov till den vetenskapliga kunskapsmassan, som ständigt förändras och blir större, se figur 3.

Den vetenskapliga kunskapsmassan är alldeles för stor för att en enskild person ska kunna behärska den i sin helhet. Dess olika delar upprätthålls av olika expertgrupper. Dessa olika delar befinner sig alla i en ständig utveckling. Nya uppfattningar läggs till och gamla tas bort på grundval av nya rön. Kontakter och samarbeten mellan olika discipliner ger upphov till justeringar och uppdateringar i gränsområden där flera expertkompetenser är berörda. Trots dessa ständiga förändringar är den



Figur 3. Kunskapsbildningen inom vetenskapen.

vetenskapliga kunskapsmassan vid varje tidpunkt någorlunda välaggränsad. I de flesta vetenskapliga discipliner är det nämligen relativt enkelt att skilja mellan de påståenden och föreställningar som för tillfället är allmänt accepterade av områdeexperterna och dem som är ifrågasatta, under undersökning eller rentav förkastade. Även om den vetenskapliga kunskapsmassan inte är perfekt väldefinierad, är därför dess vaga marginaler tämligen smala.

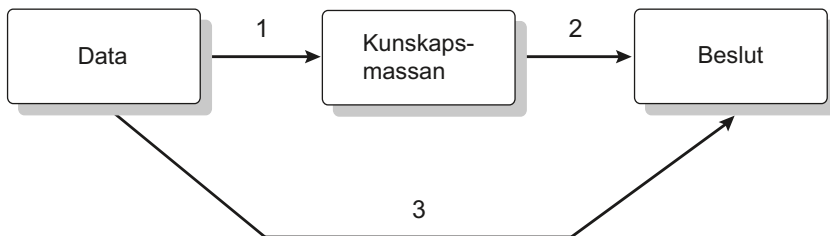
Den process som leder fram till modifieringar av den vetenskapliga kunskapsmassan baseras på stränga bevisregler. Det är en viktig del av vetenskapens arbetssätt att man ställer höga krav på ny kunskap innan den accepteras. När man avgör om en ny vetenskaplig hypotes ska bli accepterad tills vidare (något annat än tills vidare finns inte), så faller bevisbördan helt och hållet på dem som hävdar att hypotesen är riktig. Man kan också uttrycka detta så, att den vetenskapliga kunskapsmassan har höga inträdeskrav. Så måste det vara för att inte vetenskapens framsteg ska blockeras av felaktiga försanthållanden. Dock finns det gränser för hur höga inträdeskraven kan vara. Vi kan inte lämna allting öppet. I praktiken måste inträdeskraven för den vetenskapliga kunskapsmassan bygga på en avvägning. Å ena sidan har vi nackdelarna för framtida forskning av att i onödan lämna en fråga oavgjord. Å andra sidan har vi nackdelarna av att avgöra frågan på fel sätt. Detta är till stor del en avvägning mellan värdet av sanning och värdet av att undvika fel.

Vilka är då dessa värden som står på spel då vi riskerar att godta en felaktig teori eller förkasta en som är riktig? Man kan dela in dem i inomvetenskapliga och utomvetenskapliga värden. De inomvetenskapliga värdena handlar om nyttan för vetenskapen av att kunna bygga vidare på en hållbar teori och om faran av att falska antaganden driver in vetenskapen i en återvändsgränd. De utomvetenskapliga värdena handlar om de praktiska konsekvenserna av de olika sorternas fel.

De utomvetenskapliga värdenas roll i vetenskapen framhölls i en uppmärksam artikel år 1953 av den amerikanske vetenskapsfilosofen Richard Rudner. Han använde som exempel frågan om ett läkemedel eller ett vaccin är tillräckligt säkert /Rudner 1953/. (Se också /Jeffrey 1956, Levi 1962, Hempel 1960, Feleppa 1981 och Harsanyi 1983/.) Om man säger att ett vaccin är tillräckligt säkert för att användas så är detta inte bara en utsaga om vaccinetts effekter utan lika mycket en utsaga om vilka risker som kan godtas i sammanhanget, alltså en värdeutsaga. Ändå brukar en sådan utsaga uppfattas som vetenskaplig.

De flesta vetenskapliga frågor om risker kompliceras av att båda slagens värden, både de inomvetenskapliga och de utomvetenskapliga, är inblandade. Mycket ofta ska två olika beslut grundas på samma vetenskapliga information: Dels ett inomvetenskapligt beslut om vad vi ska hålla för vetenskapligt påvisat, dels ett utomvetenskapligt (praktiskt) beslut om hur vi ska handla. Som exempel på detta kan vi ta ett vetenskapsbaserat beslut om vi ska begränsa användningen av en tillsats i småbarnsmat. Antag att det har framkommit indikationer på att ämnet kan påverka kroppens produktion av tillväxthormon. Vi måste använda den tillgängliga vetenskapliga informationen för att bedöma om en restriktion av ämnets användning är önskvärd. Samma information kommer också att användas för att bedöma om man ska betrakta förekomsten av en sådan effekt som vetenskapligt påvisad. Detta är två olika beslut, även om de bygger på samma vetenskapliga data. Eftersom dessa beslut har olika beslutsgrunder kan de mycket väl komma att gå åt olika håll. Även om bevisningen för att ämnet påverkar tillväxthormonet inte räcker för att betrakta dessa skadeverkningar som vetenskapligt fastställda, kan samma bevisning vara tillräcklig för att vi ska välja att ta bort ämnet ur barnmaten.

Figur 4 illustrerar den praktiska användningen av vetenskaplig information /Hansson 2004a/. Det uppenbara sättet att använda vetenskap för beslutsfattande är att bygga på den information som ingår i den vetenskapliga kunskapsmassan (pil 2). I många fall är detta också allt vi behöver göra. De höga inträdeskraven till kunskapsmassan medför att den är tillräckligt tillförlitlig för att vi ska kunna utgå från den i de allra flesta praktiska frågor.



Figur 4. Hur vetenskapliga data kan användas i beslutsfattande.

Men i fallet med barnmaten fungerade inte den modellen. Orsaken till detta är att de höga inträdeskraven till den vetenskapliga kunskapsmassan skulle utesluta besluts viktig information. Som detta exempel visar kan vetenskaplig bevisning som inte är tillräckligt stark för att tas med i kunskapsmassan, ändå vara tillräckligt stark för att påverka ett praktiskt beslut. Rent konkret, antag att de flesta experterna på området anser att det är något mer sannolikt att effekten på tillväxthormon verkligen finns än att den inte finns, men de anser också att frågan ännu inte är avgjord. Vi har då inte underlag för att föra in hypotesen i kunskapsmassan som accepterad kunskap. Frågan är fortfarande öppen för fortsatta vetenskapliga undersökningar. Men låt oss betrakta samma fråga ur praktisk synvinkel. Ska vi låta substansen finnas kvar i barnmaten eftersom det saknas bevisning för skadeverkan? Ett sådant beslut skulle för de flesta framstå som ett oansvarigt risktagande. Vi vill skydda oss mot misstänkta hälsorisker, inte bara mot sådana hälsorisker för vilka det finns fullständig vetenskaplig bevisning. För att kunna göra det måste vi använda information från vetenskapliga undersökningar som inte har kommit in i den vetenskapliga kunskapsmassan. Med andra ord kan vi inte nöja oss med den informationsväg som illustreras med pil 2 i figur 4, utan vi behöver också en direkt väg från data till praktiskt beslutsfattande (pil 3).

Den process som representeras av pil 3 kommer, liksom den som representeras av pil 2, att bygga på vetenskaplig utvärdering av evidens. Men de två utvärderingsprocesserna skiljer sig åt genom att de kräver olika nivå av bevisning. Den process som pil 1 representerar är kalibrerad efter inträdeskraven till den vetenskapliga kunskapsmassan, medan pil 3 visar på en process där kriterier anpassade efter praktiska konsekvenser kommer att bli avgörande.

Trots denna avgörande skillnad har de två processerna också mycket gemensamt. Framförallt är det samma typ av bevisning som ska användas i båda fallen. I exemplet med småbarnsmat är de vetenskapliga undersökningar som är relevanta för det inomvetenskapliga avgörandet alldeles desamma som är relevanta för det praktiska beslutet. Dessutom bör bedömningen av hur stark denna evidens är, vara densamma i båda processerna. Vad som skiljer dem åt är den nivå av evidens som man kräver. Enkelt uttryckt väger vi i båda fallen samma saker, och vi har samma väg för vägningen, men gränsen för när vi fått tillräcklig tyngd skiljer sig åt. De utomvetenskapliga värdenas inflytande i fråga om fakta-påståenden begränsas alltså till att handla om hur stark evidens vi behöver

för ett visst faktapåstående för att fatta vårt praktiska beslut. Frågorna om vilken evidens som är relevant för detta faktapåstående och om hur den befintliga evidensen ska bedömas hör däremot hemma inom vetenskapen.

”Sund vetenskap”

Företrädare för en mindre försiktig hållning i miljöpolitiken har gett uttryck för ett helt annat synsätt på detta. De hävdar att endast väletablerade vetenskapliga fakta ska användas som underlag för praktiska beslut /Durodié 2003/. Detta uttrycks ofta som en kritik av försiktighetsprincipen. Försiktighetsprincipen är den princip som tillåter att miljöbeslut fattas på grundval av en vetenskaplig information som inte räcker för full vetenskaplig bevisning /Sandin 1999, Sandin m fl 2002 och Hansson 1999c/. Kritiker har ofta hävdat att denna princip är ”ovetenskaplig” och att den ”marginaliserar vetenskapen” /Gray och Bewers, 1996/. De hävdar att man ska vidta åtgärder för att skydda miljön endast om man har full vetenskaplig bevisning. Detta har ofta kallats att tillämpa ”sund vetenskap” /Mooney 2005/. Begreppet har sitt ursprung hos en amerikansk organisation vid namn The Advancement of Sound Science Coalition som grundades av tobaksföretaget Phillip Morris år 1993. Dess huvudsakliga uppgift var att främja uppfattningen att det saknades tillräcklig bevisning för att passiv rökning är farlig.

Förespråkarna för detta synsätt menar alltså att vi ska använda samma beviskrav för utomvetenskapliga som inomvetenskapliga avgöranden. Vi ska till exempel ha samma krav för åtgärder mot en misstänkt miljöfara som för att anse dess farlighet fullt bevisad. Det behövs inte särskilt mycket eftertanke för att inse att detta är en orimlig ståndpunkt. Enligt det gängse synsättet på praktisk rationalitet måste vi alltid väga in för- och nackdelar av konsekvenserna av våra handlingar när vi bestämmer oss för vad vi ska göra. Idén om ”sund vetenskap” skulle innebära att vi fattar praktiska beslut utan att ta hänsyn till deras praktiska konsekvenser. För att ta ett annat exempel, låt oss anta att vi har starka indikationer på att en vulkan kommer att få ett utbrott under de närmaste dagarna. Bevisningen är dock inte tillräckligt stark för att vi ska anse att vi vetenskapligt sett vet att det kommer ett utbrott. De flesta skulle anse att vulkanens omgivningarna ändå måste utrymmas. Idén att man måste vänta på full vetenskaplig bevisning innan man utrymmer vulkanslutningen skulle uppfattas som ett orimligt risktagande med människoliv.

Man bör också observera att ingen hittills verkar ha försökt tillämpa "sund vetenskap" på alla beslutsområden. Idén har nästan alltid tillämpats enbart inom miljöpolitiken, inte inom andra politikområden. Även politiska ledare som förespråkar "sund vetenskap" i miljöfrågor brukar tillämpa helt andra principer till exempel på den nationella säkerhetens område. Det är intressant att notera att den amerikanska administration som var mest benägen att tillämpa "sund vetenskap" inom miljöpolitiken samtidigt var beredd att invadera Irak år 2003 på grundval av mycket svag evidens om att landet hade massförstörelsevapen.

Enkelt uttryckt har "sund vetenskap" inte särskilt mycket med rationalitet att göra. Idén att vi skulle fatta praktiska beslut utan hänsyn till deras praktiska konsekvenser är egentligen allför verklighetsfrämmande för att tas på allvar.

Anpassa kunskapsmassan efter tillämpningar?

I förstone kan det verka som ett lockande alternativ att förändra den vetenskapliga kunskapsmassan så att dess beviskriterier kommer att passa de praktiska syften som vi använder den för. Vi skulle till exempel kunna justera beviskraven inom miljövetenskapen så att de stämde överens med de kriterier vi vill ha för praktiska beslut inom miljövården. Om man gjorde en sådan justering, kunde det synas, så skulle det bli mycket enklare eftersom vi inte längre behövde skilja mellan kriterierna för praktisk och inomvetenskaplig bevisning.

Men detta skulle inte fungera i praktiken. De praktiska beviskraven är nämligen varken stabila eller generella. Vi kanske ska utvärdera toxiciteten hos ett läkemedel som ska användas mot en närmast bagatellartad sjukdom, eller också ska vi utvärdera toxiciteten hos ett läkemedel som är det enda kända botemedlet mot en livshotande sjukdom. Vi kanske ska undersöka säkerheten hos ett vaccin som ska användas i förebyggande syfte mot en mycket ovanlig sjukdom, eller också ska vi undersöka säkerheten hos ett vaccin som ska användas i en extrem nödsituation i samband med en akut epidemi. Vi kanske ska undersöka hållfastheten hos ett tekniskt material i ett flygplan, eller i ett material som används som dekoration. Beroende på den stora bredden i våra praktiska användningar av vetenskapen finns det inget väldefinierat sätt att justera bevisstandarden så att den svarar mot praktiska beslut. Det går inte att åstadkomma en konsekvent och enhetlig kunskapsmassa som svarar mot alla de olika slags praktiska beslut som vi faktiskt måste fatta.

Det finns också ett ytterligare skäl till att ha höga inomvetenskapliga beviskrav även i de fall då kraven för praktiska beslut måste vara mycket lägre. Om vi sänker de vetenskapliga beviskraven kommer en del frågor att bli betraktade som vetenskapligt avgjorda, trots att det i själva verket finns starka skäl att undersöka dem ytterligare. Om vi beslutar att vidta skyddsåtgärder mot en misstänkt fara, behöver detta inte innebära att vi ska sluta göra undersökningar för att ta reda på om faran verkligen existerar eller inte.

Behövs försiktighetsprincipen?

I detta perspektiv framstår försiktighetsprincipen som tämligen självklar. Alternativet vore att alltid tillämpa samma bevisbörd i inomvetenskapliga och utomvetenskapliga bevissituationer, och som vi har sett är det ett orimligt förhållningssätt. Dock kan man fråga sig varför det ska behövas en särskild princip för att man ska tillåta sig att skilja mellan inomvetenskapliga och utomvetenskapliga beslut. I stället för försiktighetsprincipen skulle vi helt enkelt kunna hänvisa till den grundläggande beslutsprincipen att man alltid ska ta hänsyn till de praktiska konsekvenserna av sina praktiska beslut. Egentligen handlar försiktighetsprincipen om att tillämpa gängse synsätt på praktisk rationalitet inom ett område där det ofta har stött på motstånd.



Hur mycket får det kosta?

Ett klassiskt råd till den som ska fatta ett svårt beslut är att för varje beslutsalternativ göra två listor, en med alternativets fördelar och en med dess nackdelar. Detta är ett bra sätt att sammanfatta ett beslutsproblem, men långt ifrån alltid gör det valet lättare. När vi har sammanställt alla för- och nackdelar återstår problemet: Hur ska de vägas mot varandra? Ibland kan för- och nackdelarna vara av olika karaktär, vilket gör avvägningen svår. Om fördelen med ett visst handlingsalternativ är en bättre ekonomisk utveckling och nackdelen är en försämring av miljön, hur ska man då väga dessa aspekter mot varandra? Och hur ska man göra om fördelen är i hälsotermer och nackdelen är i miljötermer?

Jämföra genom kostnads-nyttoanalys

Ekonomer brukar rekommendera att man gör olika aspekter jämförbara med varandra genom att åsätta dem penningvärden. Denna metod kallas kostnads-nyttoanalys eller risk-nyttoanalys. I en typisk kostnads-nyttoanalys jämför man två eller flera alternativ i ett samhällsbeslut med varandra genom att noggrant beräkna värdet av deras respektive konsekvenser. Dessa konsekvenser kan vara mycket olika till sin natur, till exempel ekonomiska kostnader, hälso- och miljörisker etc. I den slutliga analysen åsätter man alla sådana konsekvenser ett penningvärde, och därefter rekommenderar man det alternativ som har det högsta värdet på nytta minus kostnad.

Kostnads-nyttoanalys är ofta kontroversiell, och den har blivit föremål för hård kritik, inte minst från filosofer /Anderson 1988/. Det mesta av denna kritik har handlat om två frågor. Den ena är de penningpris som sätts på förlusten av människoliv. Den andra är ”kontingent värdering”, det vill säga metoden att sätta ett pris på till exempel en miljönytthet genom att fråga människor vad de är villiga att betala för den. Det bör dock observeras att ingen av dessa två metoder finns med i alla former av kostnads-nyttoanalys. Det är möjligt, och till och med ganska vanligt, att utföra kostnads-nyttoanalyser utan att använda någon av dem.

Icke desto mindre är kostnads-nyttoanalyser mycket intressanta från en filosofisk utgångspunkt. Rent moralfilosofiskt kan man betrakta kostnads-nyttoanalysen som ett slags laboratorium för konsekventialism. Konsekventialism är den uppfattning enligt vilken det moraliska

värdet hos olika handlingar ska bedömas helt och hållet efter deras konsekvenser. Den vanligaste formen av konsekventialism kallas utilitarism och innebär att man ska addera för- och nackdelarna med varandra, på alldeles det sätt som görs i kostnads-nyttoanalys, men mätta med en moralisk måttstock (till exempel lycka eller behovstillfredsställelse) i stället för med pengar. Utilitarismen har den svagheten att det i praktiken inte brukar göras några utilitaristiska kalkyler, utan endast föras teoretiska resonemang om hur de skulle kunna se ut. Även om kostnads-nyttoanalysens måttenhet, nämligen pengar, inte är densamma som utilitarismens, utgör kostnads-nyttoanalysen den enda praktiskt tillämpande analysmetod som använder sig av konsekventialismens grundstruktur. Därför kan man som sagt se den som laboratoriefall av konsekventialism och utilitarism.

I det följande ska jag behandla tre grundfrågor för kostnads-nyttoanalysen: Avgränsningen av beslut och beslutsalternativ, beslutsalternativens karaktärisering och värderingen av deras konsekvenser.

Valet av tema

Av alldeles uppenbara resursskäl kan kostnads-nyttoanalyser bara utföras för en del av de många beslut som ska fattas i samhället. Urvalet av ämnen för sådana analyser görs i praktiken inte på något samordnat sätt, utan det beror mest på villigheten hos olika beslutsfattare att betala för en analys. Icke desto mindre har detta urval stor betydelse för de sociala effekterna av kostnads-nyttoanalyserna.

Att utföra en kostnads-nyttoanalys innebär att göra en ekonomisk analys som behandlar ekonomin och samhället i dess helhet, inte enbart de delar som beslutsfattaren har att ta hänsyn till för sin egen ekonomi. Om man skulle göra en kostnads-nyttoanalys för beslutet att bygga en ny fabrik så skulle den innefatta kostnaderna till exempel för anläggningens effekter på luftkvalitet och vattenkvalitet, för de miljöskador som produkterna ger upphov till och för de arbetsskador som uppstår på arbetsplatsen. På motsvarande sätt ska en kostnads-nyttoanalys av en miljöpolitisk åtgärd innefatta kostnaderna för den privata industrin för dessa åtgärder, däribland investeringskostnader, framtida underhållskostnader, förlorade affärsmöjligheter på grund av försämrad konkurrenskraft etc.

I praktiken görs kostnads-nyttoanalyser nästan enbart inom den offentliga sektorn. Den främsta orsaken till detta torde vara att regeringar och myndigheter har ett mycket större ansvar för den totala samhällliga och ekonomiska effekten av sina aktiviteter än vad privata företag har.

Dessutom förekommer det att politiker vill använda kostnads-nyttoanalyser för att begränsa entusiasmen för offentliga åtgärder som blir kostsamma för den privata sektorn. Eftersom kostnads-nyttoanalyser för miljöåtgärder uppmärksammar de kostnader för företag som dessa åtgärder leder till, kan sådana beräkningar ofta användas för att argumentera mot miljöåtgärder som är kostsamma för företaget. Det skulle vara svårt att hitta företagsledare som på motsvarande sätt vill använda kostnads-nyttoanalyser för att peka på de kostnader och olägenheter för andra än det egna företaget, som företagets åtgärder skulle leda till.

I praktiken behöver alltså affärsbeslut som leder till ökade föroreningar inte klara ett kostnads-nyttotest, som visar att den totala effekten trots allt är positiv. Däremot måste myndighetsbeslut om att minska luftföroreningarna ofta genomgå en risk-nyttoanalys som visar att deras positiva effekter är större, eller väger tyngre, än deras negativa effekter på företagens ekonomi. Denna obalans i valet av ämnen för kostnads-nyttoanalyser är förmodligen oundviklig, men den kan icke desto mindre vara problematisk. Antag till exempel att beslut om offentliga investeringar i infrastrukturen baseras på kostnads-nyttoanalyser som tar hänsyn till de negativa effekterna av dessa investeringar inom alla samhällssektorer, medan privata infrastrukturinvesteringar baseras på affärskalkyler som inte tar hänsyn till externa effekter. I så fall kommer dessa olika investeringar att bedömas utifrån olika kriterier. Även om de ekonomer som utför kostnads-nyttoanalyser lyckas vara neutrala i sina bedömningar, kan alltså urvalet av sådana uppdrag leda till en snedvridning mellan olika typer av investeringar.

Ett möjligt försvar av den rådande ordningen är att den offentliga sektorn saknar marknadsmekanismer. Den kan därför behöva särskilda ekonomiska analyser som ett slags substitut för marknaden, medan affärssektorn inte behöver kostnads-nyttoanalyser eftersom den agerar på riktiga marknader där det finns reella priser att ta hänsyn till. Detta argument är dock inte fullt ut bärkraftigt, eftersom de externa sociala och ekonomiska effekterna av privata affärsbeslut inte är medtagna i de marknadsstyrda besluten inom den privata sektorn.

Valet av perspektiv

Varje kostnads-nyttoanalys måste utgå från ett avgränsat beslutsproblem. Men de flesta beslutsproblem kan avgränsas på olika sätt, och olika avgränsningar kan svara mot olika beslutsfattarens perspektiv på beslutet. Därför kan en kostnads-nyttoanalys som är väl lämpad för en beslutsfattare passa mycket sämre för en annan. Betrakta följande exempel.

Man genomför en kostnads-nyttoanalys för ett stort vägprojekt. En av projektets statistiskt förväntade effekter är att två byggnadsarbetare kommer att dö i arbetsplatsolyckor. Detta är självfallet en negativ faktor som ska tas med i kostnads-nyttoanalysen. Men hur ska den behandlas i jämförelse med alternativet att inte genomföra projektet? Standardmetoden är att utgå från att inga arbetsplatsolyckor kommer att inträffa om man inte genomför projektet. Dock kan man ha rimliga skäl att räkna på ett annat sätt. Om detta projekt inte genomförs kommer kanske motsvarande medel i stället att användas för andra vägprojekt. I så fall kan man hävda att de två förväntade dödsfallen inte ska jämföras med noll dödsfall, utan med det förväntade antalet dödsfall från ett annat projekt av samma storlek. Eller kanske skulle dessa arbetare i stället bli arbetslösa om projektet inte genomförs, eller hamna inom andra sektorer på arbetsmarknaden. I så fall kommer det motsvarande förväntade antalet dödsfall att behöva tas in i analysen.

Vi kan börja med att se detta exempel från det perspektiv som en statlig myndighet har när den ska bestämma om projektet ska få statlig finansiering. En sådan myndighet kan välja mellan olika sätt att använda de medel som riksdagen har avsatt för att bygga och underhålla vägar. Från myndighetens synvinkel handlar beslutet om att välja mellan detta projekt och andra vägprojekt. Då blir det rimligt att jämföra med de förväntade dödsriskerna för dessa andra projekt.

Vi kan också betrakta detta exempel i det perspektiv som en miljöorganisation har, när den driver en kampanj mot projektet på grund av riskerna för hälsa och miljö. En sådan organisation är förmodligen motståndare till andra projekt på samma risknivå. Om alternativa projekt skulle leda till samma förväntade risk är detta inget skäl för dem att acceptera projektet, utan snarare ger det dem anledning att utvidga kampanjen till dessa andra projekt.

Ofta kan olika geografiska avgränsningar leda till stora skillnader i hur man ser på ett beslut. Som exempel på detta kan vi tänkas oss att ett förslag har tagits fram för att minska koldioxidutsläppen i ett medlemsland i Europeiska Unionen. Landets regering har beställt en kostnads-nyttoanalys, som bland annat tar upp de ekonomiska konsekvenserna av landets industri får försämrade konkurrenskraft i relation till konkurrenter i andra europeiska länder, som inte minskar sina utsläpp. För landets regering är detta en viktig faktor i beslut. Men antag att Europakommissionen ska genomföra en kostnads-nyttoanalys av detta projekt för att bedöma om det ska få ett europeiskt bidrag. Kommissionen skulle knappast se på de förändrade konkurrensförhållandena på samma sätt som landets

regering ser på dem, nämligen som en ren förlust. Ur kommissionens synvinkel kan nämligen landets förlust i konkurrenskraft kompenseras av ökad konkurrenskraft för annan europeisk industri.

Naturligtvis är ett nationellt perspektiv inte lika legitimt som ett europeiskt, och det samma kan sägas om ett globalt eller ett regionalt perspektiv. Valet av geografiskt perspektiv kan lätt få praktiska konsekvenser, eftersom varken miljöproblem eller affärskostnader brukar begränsas av nationella eller regionala gränser.

Frågan om slutförvaringen av använt kärnbränsle erbjuder ett annat tydligt exempel på beslutsperspektivets betydelse. Ur kraftindustrins synvinkel handlar frågan om det använda kärnbränslet om, hur man bäst ska hantera ett avfall som det redan är givet att man måste ta hand om. I detta perspektiv framstår det som självklart att man faktiskt måste välja något hanteringssätt för det. Att betrakta alla föreslagna lösningar som oacceptabla är helt enkelt inte förenligt med uppdraget. Om man däremot betraktar det använda kärnbränslet ur kärnkraftsmotståndares perspektiv, blir situationen en helt annan. För dem handlar detta inte främst om hur man ska hantera avfall som ändå ska produceras, utan den grundläggande frågan är om man ska fortsätta att driva kärnkraftverk och därmed producera kärnavfall. I det perspektivet blir slutsatsen att det saknas en tillräckligt bra lösning inte alls lika svårsmält som den skulle vara för kraftindustrin. Även om man på ytan verkar diskutera samma beslut, nämligen hur kärnavfallet ska hanteras, behandlar man i praktiken detta beslut ur helt olika perspektiv, beroende på hur man kopplar det samman med mer allmänna energipolitiska beslut.

Frågan om det använda kärnbränslet erbjuder också ett intressant exempel på den geografiska avgränsningens betydelse. Det finns en stark vilja i nästan alla politiska läger att varje land ska lösa sina egna avfallsproblem. Detta gäller både kärnavfall och andra typer av avfall. Det finns till exempel internationella konventioner som förhindrar transport av avfall till fattiga länder. (Dock görs åtskilliga försök att komma runt detta förbud. Så till exempel exporterar man begagnade elektronikprodukter som man påstår ska återanvändas, men som i praktiken kommer att skrotas under former som är helt oacceptabla både för arbetsmiljö och yttre miljö /Hansson 2008b/. I fråga om det använda kärnbränslet är den allmänna uppfattningen, att varje land som har kärnkraft ska förvara avfallet på sitt eget territorium. Det finns goda skäl till denna hållning, men det finns också rimliga grunder att ifrågasätta den. Om det skulle finnas särskilt lämpad berggrund bara i en del av kärnkraftsländerna skulle säkerheten kunna bli större om man förvarade avfallet enbart i dessa länder. Ett samordnat

internationellt kärnbränsleförvar skulle kanske också kunna motverka risken att fattiga länder väljer undermåliga förvaringsmetoder. Mot detta står naturligtvis riskerna med transporter av kärnavfall över nationsgränser. Icke desto mindre är det förvånansvärt att frågan så sällan har diskuterats i ett internationellt perspektiv. Den ryska regeringen har visserligen erbjudit sig att inrätta ett internationellt kärnavfallslager i Ryssland, men detta verkar inte ha mötts med någon större entusiasm i andra länder /Darst och Dawson 2006/.

Helhetssyn

En grundläggande idé med kostnads-nyttoanalyser är att de ska täcka i princip alla beslutsrelevanta aspekter på de alternativ som man utvärderar. Det mest uppenbara sättet att åstadkomma detta är att göra kostnads-nyttoanalyserna så allomfattande som möjligt. Kostnads-nyttoanalytiker försöker därför ofta placera in sina studieobjekt i stora sammanhang där man täcker in så många aspekter som möjligt. Så till exempel kan man lättare bedöma vad som är det mest kostnadseffektiva sättet att utföra transporter om man gör en samlad analys av alla olika transportslag i ett land, än om man gör analyser för varje enskild region eller varje enskilt transportslag. Dock finns det flera problem med en sådan storskalig optimering. Ofta är det i praktiken omöjligt att samla in och bedöma den massiva mängd information som behövs för så stora beslut. Det kan vara svårt, även för mycket skickliga beslutsfattare, att fatta beslut när underlaget blir så omfattande och svåröverskådligt. Dessutom kan det finnas demokratiska skäl att dela upp besluten. Det kan vara rimligt att människor har inflytande regionalt över sitt transportsystem, vilket inte är så lätt att åstadkomma om besluten ska fattas genom en optimering på riksnivå. Legitimiteten hos ett decentraliserat beslutsdeltagande kan också underlätta beslutens genomförande.

En omfattande centralplanering är i andra sammanhang inte alls populär bland ekonomer. Ett av de vanligast anförda skälen till att föredra marknadsframför central planering är just omöjligheten av att samla och bedöma all information som behövs, till exempel för att fatta produktionsbeslut i en central planeringsmyndighet. Alldeles samma problem uppstår också om alternativet till centralplanering inte är en marknad utan ett mera decentraliserat beslutsfattande inom offentlig sektor.

Besluten om vilka risker vi ska acceptera, och hur mycket vi ska betala för att undvika en risk, fattas av olika myndigheter inom olika områden. Viljan att betala för säkerhet brukar mätas som marginalkostnaden för

att rädda ett liv, och forskning visar att denna marginalkostnad skiljer sig kraftigt åt mellan olika områden /Ramsberg och Sjöberg 1997/. En del kostnads-nyttoanalytiker är starkt missnöjda med detta. De hävdar att alla beslut om riskacceptans borde samordnas så att statens betalningsvilja blir lika stor inom alla områden. Den amerikanske juristen och ekonomen Kip Viscusi är representativ när han föreslår att vi ska betala ”upp till samma marginalkostnad per räddat liv hos olika myndigheter” /Viscusi 2000/.

För att åstadkomma en sådan likriktning skulle det krävas en långtgående samordning av olika myndighetsområden. Detta hade kanske varit oproblematiskt om riskbesluten inom varje myndighetsområde var helt frikopplade från andra beslut inom respektive område. Om alla beslut som gäller risker vore ”rena” riskbeslut, och andra beslut inte påverkade riskerna, så skulle det vara förhållandevis enkelt att tillämpa ett enhetligt kostnadstak för att rädda ett liv. I praktiken fattas emellertid inte besluten på det sättet. Betrakta till exempel ett industriföretag som investerar 500 miljoner kronor i ny och bättre maskinell utrustning i syfte att både öka effektiviteten och minska risken för arbetsplatsolyckor. Beslutsfattarna vet inte hur stor del av den summan de betalar för ökad effektivitet och hur mycket de betalar för minskade risker. Detta är inte heller något som de har behov av att veta. Allmänt sett är riskbeslut så sammanvävda med andra beslut att det inte är möjligt att fatta riskbeslut på ett fullständigt koordinerat och centraliserat sätt, samtidigt som man behåller en okoordinerad och decentraliserad beslutsstruktur för andra beslut. Informationsproblemen ger oss alltså tillräckliga skäl att starkt ifrågasätta idén om en enhetlig betalningsvilja för att rädda liv.

Förutsägelse och kontroll

För att kunna bedöma ett beslutsalternativ måste vi avgöra vilken den framtida utvecklingen kan tänkas bli om vi väljer det alternativet. Att förutsäga framtiden är dock som bekant allt annat än lätt. Det kan vi bland annat lära oss av de många misslyckade försök som gjorts att förutsäga den tekniska utvecklingen /Palm och Hansson 2006/. Detta problem drabbar naturligtvis inte bara kostnads-nyttoanalyser, utan också alla andra försök att vägleda beslut genom att klarlägga deras framtida konsekvenser. Dock blir detta problem särskilt tydligt för kostnads-nyttoanalysen, eftersom den bygger på den konsekventialistiska principen att man ska beakta alla konsekvenser av en handling, även konsekvenser som inträder långt in i framtiden eller beror på mycket komplexa orsaksmekanismer.

Den karaktärisering av framtida utvecklingar som behövs i en kostnadsnyttoanalys kompliceras inte bara av förutsägelseproblem, utan också av oklarhet om vilken kontroll vi ska anse oss ha över framtida beslut. Beslutanalys brukar ofta ha fokus på ett enstaka beslut. Men i praktiken har vi framför oss en lång serie av framtida beslutstidpunkter.

I beslutsteorin har detta problem framför allt diskuterats för individuella beslut /Rabinowicz 2002/. Den avgörande frågan är där om man ska anse sig ha kontroll över sina egna framtida beslut. Det uppenbara alternativet till detta är att betrakta egna framtida beslut ”utifrån”, på samma sätt som man betraktar framtida beslut som ska fattas av någon annan person. Två enkla exempel illustrerar detta:

1. En icke-rökare överväger möjligheten att röka under endast en vecka och sedan sluta, i syfte att bättre förstå varför så många människor röker. När hon bestämmer sig för om hon ska göra detta kan hon betrakta sig själv som i full kontroll över sitt beslut en vecka senare om hon då ska sluta röka. Under den förutsättningen verkar det kanske inte som en dålig idé att provröka under en vecka. Alternativt kan hon välja att göra en sannolikhetsbedömning av hur hon kommer att handla om en vecka. Under den omständigheten skulle hon förmodligen komma fram till slutsatsen att det vore alltför riskabelt att provröka för en vecka.
2. En kedjerökare överväger om hon ska sluta röka eller inte. Hon har tillgång till statistik som visar hur det har gått för storrökare i hennes egen ålder och socioekonomiska grupp som har försökt sluta. Statistiken visar att de nästan aldrig har lyckats med att sluta röka. När hon fattar sitt beslut kan hon betrakta sig själv som en person med kontroll över sina framtida beslut, huruvida hon ska börja röka igen eller inte. En analys baserad på den förutsättningen kommer att ge henne goda skäl att sluta röka. Alternativt kan hon göra en sannolikhetskalkyl för sina framtida beslut. Från en sådan utgångspunkt kan ett försök att sluta framstå som så utsiktslöst att det inte är värt att försöka.

Förmodligen skulle de flesta av oss föredra den probabilistiska inställningen till framtida beslut i det första exemplet och den icke-probabilistiska i det andra exemplet. Med andra ord skulle vi rekommendera icke-rökaren att tänka om sitt eget framtida handlande i termer av sannolikheter, men vi skulle tillråda rökaren att se sig själv som i kontroll över sina framtida beslut. I det här fallet kan man göra reda för skillnaden med hänvisning till att båda rekommendationerna förordar ett försiktigt

beslutsfattande. Dock verkar det svårt att konstruera generella regler som skulle kunna avgöra i alla situationer, huruvida man ska betrakta sig själv som i kontroll över framtida beslut.

Följande exempel visar att detta kontrollproblem också kan uppstå i en kostnads-nyttoanalys: Ett förslag har lagts fram om att tillåta att en väg och ett hotell byggs i en tidigare orörd nationalpark. De negativa effekterna på parkens fauna och flora bedöms vara mycket små. Dock visar erfarenheter från andra nationalparker att när man väl har fattat ett sådant beslut, leder detta ofta till en serie av små beslut av liknande slag som gradvis medför avsevärda skador på parken.

I en traditionell kostnads-nyttoanalys av ett sådant projekt skulle enbart de direkta effekterna av det aktuella beslutet tas med. Det kan dock anföras goda argument för att även de indirekta effekterna skulle tas med i beräkningen. Det finns inget entydigt och övertygande svar på frågan hur man ska behandla egna framtida beslut i kostnads-nyttoanalys.

Liknande kontrollproblem uppstår också över generationsgränserna. Förvaringen av kärnavfall erbjuder ett utmärkt exempel även på detta. Ett av de svåraste beslut som måste fattas då man konstruerar ett kärnbränsleförvar är, hur tillgängligt det ska vara för kommande generationer. Om vi utgår från att framtida generationer kommer att fatta kloka beslut, bör vi göra kärnbränsleförvaret lättillgängligt så att de kan åtgärda eventuella problem som så småningom uppstår i förvaret. Om vi däremot anser att vi bör skydda dem mot deras egna okloka beslut bör vi i stället göra det använda kärnbränslet svårtillgängligt, för att så långt möjligt förhindra att det i framtiden används för att tillverka atombomber eller på andra skadliga sätt.

Moraliska gränser

Det är en vanlig kritik mot konsekvensetiken att den behandlar positiva konsekvenser av en omoralisk handling på samma sätt som positiva konsekvenser av en moraliskt acceptabel handling. I en utilitaristisk lyckokalkyl får en lustmördares lyckokänslor plats på den positiva sidan i kalkylen. Detta brukar betraktas som ett problematiskt inslag i en utilitaristisk teori. Olika justeringar har föreslagits för att undvika sådana effekter, till exempel genom att från kalkylen eliminera de preferenser eller nöjen som framstår som alltför omoraliska /Frankfurt 1971, Broome 1991/.

Detta är ett problem som även drabbar kostnads-nyttoanalysen. För att belysa detta med ett måhända något extremt exempel, låt oss anta att man genomför en kostnads-nyttoanalys av ett program mot våldsbrott. Då kommer offrens lidande med all säkerhet att tas med i kalkylen som en negativ post. Å andra sidan skulle ytterst få av oss vilja räkna förövarnas perversa njutningar som positiva poster. Vi förväntar oss med andra ord att en trovärdig kostnads-nyttoanalys ska utesluta positiva effekter av omoraliskt beteende.

I de kostnads-nyttoanalyser som genomförs inom den svenska vägtrafiksektorn brukar trafikanternas tidsvinster räknas med som en positiv faktor. Detta gäller inte bara lagliga tidsvinster, utan också de tidsvinster som bilförare uppnår genom att överskrida hastighetsbegränsningarna. Eftersom fortkörning är en brottslig handling som dödar ett stort antal oskyldiga människor varje år, är detta sätt att räkna moraliskt kontroversiellt. Vi kan utgå från att kostnads-nyttoanalytiker inte skulle räkna in en vägs användbarhet för illegal street-racing i sina analyser. Orsaken till skillnaden är ganska uppenbar: Även om hastighetsöverskridanden är allvarliga brott, om man ser till deras konsekvenser, är de socialt mycket mer accepterade än andra brott som dödar oskyldiga människor.

Som detta exempel visar, är det långt ifrån självklart var man ska dra gränsen för det moraliska uteslutandet. I en del kostnads-nyttoanalyser är det svårt att avgöra om vissa konsekvenser ska räknas bort därför att de har en omoralisk orsaksbakgrund. Det är också långtifrån självklart om det är analytikerns egna moraliska värderingar, kundens värderingar eller kanske de allmänna moraliska föreställningarna i samhället som ska utgöra grunden för en sådan bedömning.

Snedvridning

Kostnad-nyttoanalyser kritiseras ofta för att de inte täcker in alla relevanta aspekter på beslutet. Kostnads-nyttoanalytiker har ett standard-svar på den kritiken, nämligen att det problemet i så fall kan lösas genom att man utvidgar analysen. När kritiker säger att till exempel jämlikhet, social rättvisa eller laglydnad inte fått plats i analysen, blir svaret att man visst kan sätta pris på dessa faktorer och därefter inkludera dem i kalkylen. I praktiken är det dock sällan som sådana faktorer får en plats i analyserna. En viktig orsak till detta är, att det är svårt att finna ett någorlunda stabilt sätt att åsätta dem ett penningvärde. Det som inte kan kvantifieras på ett rimligt sätt får i praktiken inte plats i analysen.

Svårigheterna att få med alla aspekter i analysen har ibland lett till en snedvridning av analysresultaten. Det förefaller till exempel vara lättare att kvantifiera de negativa än de positiva ekonomiska effekterna av en miljöreglering. Regler till skydd för hälsa och miljö stimulerar ofta till innovationer som är positiva för den ekonomiska utvecklingen. Sådana innovationer är dock utomordentligt svåra att förutsäga och det är ännu svårare att kvantifiera deras värde i ekonomiska termer. Därför kommer de inte med i analysen /Rascoff och Revesz 2002, Hofstetter m fl 2002/. De direkta kostnaderna för att efterleva nya regler är mera förutsägbara, och kommer därför med i analysen. Dock blir dessa kostnader ibland överskattade eftersom man inte så lätt kan ta hänsyn till att ny teknologi kan göra efterlevnaden billigare. Företag som ska bedöma sina kostnader för att efterleva miljökrav utgår av naturliga skäl från kostnaderna med nuvarande teknik. När åtgärderna väl ska genomföras framkommer ofta bättre lösningar, eftersom innovatörer då engagerar sig i att lösa problemen. Enligt den så kallade Porter-hypotesen kan miljöregleringar ofta stimulera innovationer i så hög grad att dessa innovationer ger en positiv ekonomisk effekt som väger tyngre än de negativa effekterna av kostnaderna för att efterleva regleringen /Porter 1990, Xepapadeas och de Zeeuw 1999/.

Många beslutsalternativ har konsekvenser som det är närmast omöjligt att kvantifiera. Det gäller till exempel sociala risker, som risken för social isolering och diskriminering, risken för ökade spänningar mellan olika befolkningsskikt etc. Den typen av möjliga konsekvenser får i praktiken aldrig utrymme i en kostnads-nyttoanalys, eftersom de inte kvantifieras på ett meningsfullt sätt.

Ojämförbarhet

Det mesta av den filosofiska diskussionen om kostnads-nyttoanalys, liksom en ganska stor del av den allmänna debatten i ämnet, har handlat om de svårigheter som uppstår när man söker fastställa ett ekonomiskt värde på något som vi uppfattar som ovärderligt, till exempel ett mänskligt liv eller en djurarts fortbestånd. Det ligger i kostnads-nyttoanalysens natur att den lätt kan kritiseras för att försöka värdera det ovärderliga. Penningvärden på nyttigheter som inte har ett egentligt penningvärde, det vill säga marknadsvärde, blir med nödvändighet kontroversiella och ifrågasättbara.

Människoliv har uppenbarligen inte ett penningpris i ordets gängse bemärkelse. När en kostnads-nyttoanalytiker åsätter ett penningvärde på förlusten av ett människoliv, så betyder detta alltså inte att det skulle

gå att köpa en annan person, eller rätten att döda henne, för det priset. Pengar och liv är ojämförbara, och de värden på liv som tas med i en kostnads-nyttoanalys är endast till för beräkningsändamål. Men man bör observera att ojämförbarheten mellan liv och pengar bara är en av många ojämförbarheter som måste hanteras i en kostnads-nyttoanalys. Det är ungefär lika svårt att inbördes jämföra dödsfall, sjukdomsfall och miljökador. Det finns inget entydigt svar på hur många fall av ungdomsdiabetes som svarar mot ett dödsfall, eller hur mycket mänskligt lidande och död som svarar mot utrotningen av en antilopart.

Kostnads-nyttoanalyser reducerar mångdimensionella problem till endimensionella problem. Det vanliga sättet att göra detta är som vi har sett, att sätta penningvärden på alla olika typer av konsekvenser, även dem som i grunden är ojämförbara med pengar. Därför ser det ut som om ojämförbarhetsproblemet enbart handlade om att sätta penningssummor på sådant som egentligen inte kan värderas i pengar. Men även om vi tog bort pengarna från analysen skulle vi behöva hantera jämförelser mellan dödsfall, sjukdomar och miljökador. Det grundläggande problemet är alltså inte bundet till pengar, utan det handlar om att vi jämför sådant som vi moraliskt sett anser vara ojämförbart. Sådana "omöjliga" jämförelser är i praktiken oundvikliga beståndsdelar i många samhällsbeslut. Problemet uppstår inte med kostnads-nyttoanalysen, men det blir mycket tydligare framhåvt när en kostnads-nyttoanalys används för att vägleda besluten.

En av de vanligaste metoderna att sätta pris på sådant som inte finns på marknaden är kontingent värdering. Detta innebär att man i enkäter söker svar på frågor av typen: "Hur mycket skulle du vara beredd att betala för att rädda jättepandan från utrotning?" Summan av alla svar som människor skulle lämna på den frågan får avgöra vilket värde räddandet av jättepandan åsätts i en kostnads-nyttoanalys. Tyvärr visar det sig emellertid att våra svar på sådana frågor inte ger någon särskilt god indikation på våra prioriteringar. En forskargrupp fann till exempel att många som svarade på denna typ av frågor alltid angav ett belopp som svarar mot vad man kan betala till en välgörenhet, utan att det märkbart försämrar den egna ekonomin (kanske mellan 500 och 2 000 kronor per år) /Beattie m fl 1998/. Det har också visat sig att svaren på sådana frågor är tämligen okänsliga för storleken på den riskreduktion man skulle uppnå /Vadnjal och O'Connor 1994, Hart och Latacz-Lohmann 2001/. Att kontingent värdering fortfarande används torde bero på att någon annan och bättre metod att sätta pris på sådant som inte kan köpas eller säljas inte finns tillgänglig.

Kontingent värdering ger större inflytande till människor med god ekonomi, eftersom de kan betala mer än andra för det som de önskar sig /Copp 1987/. Även om detta är ett vanligt problem i kostnads-nyttoanalyser är det metodmässigt ganska enkelt att undvika, till exempel genom att korrigera betalningsviljan för respektive individs inkomstnivå.

Överföring mellan områden

I kostnads-nyttoanalyser brukar man regelmässigt överföra kostnadsuppskattningar mellan olika områden. Detta gäller i synnerhet uppskattningar av livsvärden. Betrakta följande två exempel:

I en kostnads-nyttoanalys av mammografi som den amerikanska Food and Drug Administration genomförde år 1992, använde man livsvärden hämtade från undersökningar av hur mycket högre lön manliga arbetare får om de arbetar i yrken med en högre risk. Man utgick alltså från att "riskpremien" för arbete med högre risk svarar mot hur människor värderar sina egna liv. Detta livsvärde överfördes från manliga arbetare till kvinnor som erbjuds mammografi /Heinzerling 2000/.

År 2000 genomförde det amerikanska naturvårdsverket (EPA) en kostnads-nyttoanalys av nya regler som skulle begränsa arsenikhalten i dricksvatten. En sänkt arsenikhalt förväntades minska risken för cancer. Den ekonomiska nyttan av att minska cancerrisken bedömdes utifrån samma statistik om vad manliga arbetare får i ersättning för ett ökat risktagande /Heinzerling 2002/.

I båda dessa fall hade det varit möjligt att i stället härleda använda livsvärden i det sammanhang där kostnads-nyttoanalysen genomfördes. Man hade kunnat fråga kvinnor hur mycket de var beredda att betala för mammografi, givet realistiska besked om den riskminskning som mammografien förväntades medföra. Deras villighet att betala för den minskade risken kunde ha använts som ingångsvärde i kostnads-nyttoanalysen. På samma sätt hade man kunnat fråga människor hur mycket de är beredda att betala för minskade arseniknivåer i dricksvatten, givet att de fick tillgång till en realistisk uppskattning av hälsoeffekterna av en sådan reduktion.

Den överföring mellan olika tillämpningsområden som framkommer i dessa båda exempel, är en grundläggande förutsättning för de flesta kostnads-nyttoanalyser. Om alla värden som används i analysen skulle härledas från just det sammanhang som analysen avser, så skulle

kostnads-nyttoanalysen komma att se mycket annorlunda ut. Vi skulle då informera människor om riskerna med arsenik i dricksvattnet och fråga dem hur mycket de är beredda att betala för ett arsenikfritt dricksvatten. Vi skulle fråga kvinnor hur de värderar mammografi. Undersökningsmetoden skulle kanske mera likna opinionsundersökningar än kostnads-nyttoanalyser. Icke desto mindre kan vi fråga oss: Vore inte detta bättre än att genomföra kostnads-nyttoanalyser med ekonomiska livsvärden överförda från helt andra sammanhang?

Om överföringen mellan områden alls ska kunna försvaras måste man kunna hävda att livsvärden beräknade från lönestatistik är mer relevanta i en kostnads-nyttoanalys av mammografi än värden hämtade från enkätsvar om värdet av mammografi. Det är svårt att se hur ett sådant försvar av kostnads-nyttoanalysen skulle kunna genomföras. Det kunde kanske hävdas att livsvärden bör överföras mellan områden av praktiska skäl, för att minska kostnaderna för undersökningar. Detta skulle dock vara ett svagt försvar, eftersom det innebär att vi skulle använda överförda värden som en approximation av värden från det egentliga sammanhanget. Överförda värden skulle då inte kunna försvaras om värden från det undersökta området är tillgängliga. Så snart vi fick veta vad kvinnor är beredda att betala för mammografi, skulle dessa värden ersätta de värden som tidigare använts och som bygger på lönestatistik för manliga arbetare. Detta skulle mycket väl kunna leda till en drastisk förändring av analysens utfall.

Alternativt skulle man kunna hävda att överförda värden måste användas, eftersom detta är enda sättet att uppnå samstämmighet och konsistens mellan olika kostnads-nyttoanalyser. Om olika livsvärden skulle användas i olika kostnads-nyttoanalyser, så skulle beslutsunderlaget enligt detta argument bli osammanhängande och leda till inkonsekventa beslut. Detta argument bygger emellertid på värdeomdömet att våra värderingar av konsekvenser måste vara desamma oavsett i vilket sammanhang dessa konsekvenser uppstår. Ett liv förlorat i en olycka vid fritidsdykning och ett liv förlorat på grund av ett våldsbrott skulle bedömas på samma sätt. Detta synsätt är dock svårt att försvara från en normativ synpunkt. Förmodligen skulle de flesta av oss vara beredda att betala mer per räddat liv i ett program mot våldsbrott än i de flesta andra sammanhang där liv kan räddas. Det kan finnas goda skäl till sådana skillnader, och det är inte hållbart att avfärda dem som irrationella.

Kompenserbarhet

I en kostnads-nyttoanalys kombinerar man alla kostnader och alla nyttor i en och samma balansräkning. Detta innebär att en nackdel som drabbar en person alltid kan kompenseras av en tillräckligt stor fördel som tillkommer andra personer. Med andra ord förutsätts kompen­serbarhet mellan personer /Hansson 2004b/.

Detta är en förutsättning som kostnads-nyttoanalysen delar med utilitarismen. För att se vad den innebär i praktiken kan vi anta att ett företag vill placera en ny kemisk fabrik i ditt grannskap. Några av grannarna har bildat en aktionsgrupp mot fabriken. De hävdar att luftföroreningar från anläggningen kommer att medföra oacceptabla risker för er som bor i området. Företaget svarar då att fabriken­s totala sociala nytta kommer att överväga den totala risk som den medför. Fabriken bidrar nämligen till den ekonomiska tillväxten och därmed (om än i liten mån) till välfärden för varje invånare i landet. Dessa små fördelar ska vägas in i kalkylen, och eftersom de tillkommer många människor kan de sammanlagt väga tyngre än de nackdelar som grannarna utsätts för. Företaget beskyller också aktionsgruppen för att vara ett exempel på NIMBY-fenomenet ("not in my backyard"). Med NIMBY menas att en person eller grupp av personer protesterar mot lokaliseringen i deras närhet av en anläggning som kommer att vara till nackdel för dem själva men till nytta för samhället som helhet. (För en kritisk diskussion av hur NIMBY-begreppet används i risklitteraturen, se /Luloff m fl 1998/.)

Vi har i detta exempel en tydlig konflikt mellan två synsätt på hur man ska väga risk mot nytta. Företaget i detta exempel tillämpar en kollektiv risk-nyttovägning, det vill säga alla fördelar vägs mot alla nackdelar oavsett vem de tillfaller. Aktionsgruppen i vårt exempel kommer säkert att hävda att den tilltänkta fabriken­s grannar har rättigheter som inte kan uppvägas av fördelar som tillfaller helt andra människor. De vill utföra risk-nyttovägningen separat för varje berörd individ. Kostnads-nyttoanalyser bygger alltid på kollektiv risk-nyttovägning. Detta är ett långtifrån självklart val från moralisk synvinkel. Tvärtom framstår det som svårt att motivera varför vi ska tillämpa ett kollektivt synsätt i kostnads-nyttoanalysen i stället för ett mera individuellt synsätt, som skulle skydda människor mot att offras för andra människors intressen eller för kollektiva mål.



Ingenjörsmässig säkerhet

Det har utvecklats i huvudsak två systematiska förhållningssätt till tekniska risker. Det ena kallas riskanalys, och har blivit känt för allmänheten inte minst genom de stora analyser som har gjorts av kärnkraft och andra energislag. Det andra kallas på engelska "safety engineering" men har inget etablerat namn på svenska. Jag ska i denna essä först berätta om grunddragen i riskanalysen för att sedan behandla den ingenjörsmässiga säkerhetstraditionen. Slutsatsen kommer att bli att vi ofta har förlitat oss litet för mycket på den förstnämnda och för litet på den sistnämnda.

Riskanalys

Begreppet riskanalys blev allmänt känt då man vid slutet av 1960-talet och början av 1970-talet började att mera allmänt diskutera riskerna inom bland annat kärnkraft och kemisk industri. En växande och ibland litet vildvuxen opposition bland allmänheten gav upphov till en motreaktion, inte minst bland företrädare för de berörda industrierna. Det behövdes, tyckte man, ett mera objektivt förhållningssätt, ett systematiskt sätt att utvärdera risker och bedöma vilka risker som var acceptabla och vilka som inte kunde godtas. De viktigaste analysredskapen för detta arbete blev beräkningar av sannolikheter och väntevärden. (För förklaring, se första essän, Risk och osäkerhet.)

I en del fall har man tillräckligt statistiskt underlag för att bedöma sannolikheten för en oönskad händelse. Antag till exempel att vi vill veta sannolikheten att en luftkudde inte löser ut i en bil när den borde lösas ut. Om det är en konstruktion som redan har använts i stor utsträckning kan vi samla in statistik från inträffade olyckor och räkna ut i hur stor andel av fallen luftkudden har fallerat. Om inget har ändrats kan detta ge oss en god uppskattning av sannolikheten att detsamma ska inträffa igen. Om vi däremot har att göra med en helt ny konstruktion, till exempel en ny mekanism för att lösa ut luftkudden, kan vi inte förlita oss på historisk statistik. Då kan vi kanske använda laboratorieförsök, men de svarar ju inte helt mot hur olyckor inträffar i praktiken. Därför blir alla försök att fastställa sannolikheten i ett sådant fall mera osäkra.

Ännu större blir osäkerheten när vi har att göra med mycket ovanliga händelser, till exempel stora olyckor i ett kärnkraftverk. Det finns anledning att tro att sannolikheten för stora olyckor skiljer sig åt en hel del mellan olika reaktortyper. De flesta av de reaktorer som används i dag, är av en typ där det hittills inte har inträffat någon stor olycka. Det innebär att vi egentligen inte har någon grund för en erfarenhetsbaserad sannolikhetsbedömning.

Den metod som då ofta används är att konstruera felträd, där man sammanställer olika kedjor av händelser som skulle kunna leda fram till en allvarlig olycka. Man tänker sig då att en olycka inträffar genom en serie av händelser, till exempel att först går en ventil sönder, sedan uppstår en läcka någon annanstans, därefter fallerar en signalgivare som borde ha gett varningssignal, etc. En allvarlig olycka kan emellertid inträffa på oöverskådligt många olika sätt. Vi kan inte räkna med att lyckas att identifiera alla de händelseförlopp som kan leda till en stor olycka i en komplicerad anläggning. (Snarare kan vi vara säkra om att *inte* lyckas med detta.). Dessutom är olika felkällor ofta förbundna med varandra på sätt som gör sannolikhetsberäkningar mycket svåra. Alla försök att beräkna sannolikheten för en stor olycka med hjälp av felträdsanalys eller andra sannolikhetskalkyler är därför mycket osäkra.

Samma metod har också använts på kärnavfall. Man försöker då fastställa vilka olika händelsekedjor som skulle behöva inträffa för att ett allvarligt utsläpp av radioaktiva ämnen ska bli verklighet, och kombinerar denna information till totala kalkyler för utsläppsrisker. Det finns stora svårigheter i analysen även i detta fall. Det är omöjligt för oss att ens tänka ut de olika motiv som människor kan ha att om tjugotusen år, för att försöka komma åt radioaktivt avfall som vi slutförvarar i dag. Varje försök att räkna ut sannolikheten för att sådana intrång skulle leda till hälso- eller miljöskador i framtiden blir närmast en gissningslek.

Detta innebär inte att sannolikhetskalkyler för olyckor i komplexa anläggningar är värdelösa, utan enbart att de måste tolkas med stor försiktighet. Om man gör en felträdsanalys för ett kärnkraftsverk, kan man upptäcka att vissa händelsekedjor förefaller vara de jämförelsevis mest sannolika av de förutsedda orsakerna till en stor olycka. Då har man anledning att i säkerhetsarbetet fokusera på just på dessa händelsekedjor. På samma sätt kan man använda sannolikhetskalkyler för ett kärnbränsleförvar. Finner man där ett utsläppsförlopp som verkar sannolikt, har man anledning att göra någonting åt saken. Däremot är det inte tillrådligt att enbart utifrån denna typ av beräkningar dra slutsatsen att en anläggning är säker. Såväl i ett kärnkraftsverk som i ett kärnbränsleförvar,

och för den delen i alla andra komplicerade tekniska anläggningar, kan det finnas risker som vi inte har lyckats identifiera och som därför inte behandlas i sannolikhetskalkylen. Riskanalysens sannolikhetskalkyler kan ge oss värdefull information, men det finns alltid kvarvarande osäkerhet, både om de sannolikheter vi har räknat fram och om hur pass väl vi har lyckats täcka in alla de händelser som borde ha en plats i analysen.

Ingenjörsmässig säkerhet

Ingenjörsvetenskap är en praktisk aktivitet med äldre anor än skrivkonsten. Dock dröjde det mycket länge innan den fick akademisk status. Det var först på 1800-talet som ingenjörskonsten fick en teoretisk överbyggnad, vilket i huvudsak skedde genom att den kopplades samman med naturvetenskapen.

Långt innan riskanalytikerna gjorde sina beräkningar har ingenjörer, hantverkare och andra som arbetat praktiskt med teknik vidtagit olika mått och steg för att skydda människor mot teknikens risker. Sedan 1800-talet har många ingenjörer specialiserat sig på arbetsplats säkerhet och andra former av säkerhet. När teknikvetenskapen under 1900-talet blev alltmer akademisk blev också olika former av ingenjörsmässigt säkerhetsarbete föremål för akademiska undersökningar. Dock har det mera praktiskt inriktade ingenjörskapet om säkerhet haft en lägre profil i offentligheten än riskanalysen. En viktig orsak till detta är att riskanalysen har presenterats som ett allmängiltigt redskap för all riskhantering, medan ingenjörers säkerhetsarbete har varit uppsplittrat mellan olika tekniska specialområden. De olika ingenjördisciplinerna har arbetat ganska oberoende av varandra med säkerhetsfrågor. Det är inte ovanligt att en och samma säkerhetsprincip går under olika namn inom olika teknikområden /Möller och Hansson 2008/.

Det finns några underliggande principer som har stor betydelse i det ingenjörsmässiga säkerhetsarbetet. Jag ska här fokusera på tre sådana principer, nämligen inneboende säkerhet, säkerhetsmarginaler och multipla barriärer.

Inneboende säkerhet

Med inneboende säkerhet menas att man tar bort faror i stället för att hitta sätt att hantera dem. Ett exempel är att byta ut en brandfarlig vätska mot en vätska som inte är brandfarlig. Då får vi en fysikalisk

garanti mot brand i vätskan. Det kan vi inte uppnå med andra brand-säkerhetsåtgärder så länge som den brandfarliga vätskan finns kvar.

Inneboende säkerhet har framför allt utvecklats inom processindustrin. Man har lärt sig genom lång erfarenhet att även om man vidtar stränga säkerhetsåtgärder för att hantera ett farligt material, kan en olycka ändå inträffa. Särskilt tydligt blev detta vid en olycka som inträffade i en kemisk industri i Flixborough nordöstra England i juni 1974. Ett stort förråd av brännbara kemikalier var placerat nära byggnader där många människor arbetade. Resultatet av denna placering blev att en olycka fick mycket större konsekvenser (28 döda och 36 svårt skadade) än vad den annars hade behövt få. På grundval av den erfarenheten utvecklade kemisten Trevor Kletz idén om inneboende säkerhet /Kletz 1978/.

Inneboende säkerhet kallas också ibland primär prevention. Det handlar alltså om att hellre eliminera en fara än att hantera den med olika former av tilläggsutrustning. Inneboende säkerhet är ofta fördelaktig ur ekonomisk synvinkel. Att hantera farligt material för nämligen ofta med sig stora kostnader. Det kan därför vara lönsamt att investera i åtgärder som eliminerar själva orsaken till att man behöver säkerhetsåtgärder /Ashford och Zwetsloot 2000, Khan och Abbasi 1998, Hendershot 1997, och Overton och King 2006/.

Ett ytterligare skäl för att inneboende säkerhet har blivit viktigt under senare år: Man brukar skilja mellan intentionella (avsiktliga) och icke-intentionella (oavsiktliga) hot. Exempel på de förra är sabotage och terroristattacker. Inneboende säkerhet är ofta verksam mot de intentionella hoten. Om terrorister vill spränga en kemisk fabrik i luften, gör det inte stor skillnad om vi har vidtagit stränga säkerhetsåtgärder för att förhindra antändning av ett explosivt material. Terroristerna kommer att ta med sig egna tändkällor. Om vi däremot har lyckats eliminera användningen av explosivt material, har vi försvårat för dem som vill attackera anläggningen.

När det gäller industrianläggningar har man i allmänhet betraktat intentionella och icke-intentionella hot som helt olika slags frågor, och de har oftast hanterats av olika personer. I många organisationer har man nu börjat upptäcka att dessa frågor hör samman. Då kommer det att visa sig vara gynnsamt att så långt möjligt använda inneboende säkerhet som skyddsprincip.

Användningen av inneboende säkerhet har framför allt utvecklats inom den kemiska industrin. Dock har denna utveckling långtifrån alltid varit så snabb som man kanske skulle kunna önska sig. Kletz har själv fram-

hållit att framstegen varit mycket långsammare för inneboende säkerhet än för probabilistisk riskanalys, som introducerades ungefär samtidigt /Kletz 2004/.

Även om inneboende säkerhet tillämpas på många olika håll, har den mera sällan upphöjts till en allmän princip. Den enda industri utöver kemiindustrin där detta har skett i någon större utsträckning är kärnkraftsindustrin. Mycket energi har lagts ned på att utveckla kärnkraftsreaktorer som har högre grad av inneboende säkerhet än de som nu används. Det handlar framför allt om nya reaktortyper där det ska finnas en fysikalisk princip som gör till exempel en härdsvälta helt omöjlig /Brinkmann m fl 2006/.

Ett område där inneboende säkerhet fått stor betydelse under senare år är användningen av kemikalier. Det har blivit en viktig del av säkerhets- och miljöarbetet i många industrier att ersätta farliga kemikalier med mindre farliga. Detta brukar dock inte kallas för inneboende säkerhet, utan i stället talar man om att tillämpa ”substitutionsprincipen” eller ”produktvalsprincipen”.

Inom kärnavfallsområdet är substitutionsprincipen inte särskilt att lätt tillämpa, och det är inte heller lätt att se hur inneboende säkerhet skulle kunna få en huvudroll inom det området. Avfallet har givna egenskaper, och man måste ta hand om det avfall som finns och som kommer att produceras. Det närmaste man kan komma inneboende säkerhet för det använda kärnbränslet från dagens reaktorer verkar vara att upparbeta och transmuttera det, så att dess farlighet får kortare varaktighet. Man bör dock observera att upparbetning och transmutation medför andra risker, bland annat i arbetsmiljön. (Framtida reaktorer kan eventuellt konstrueras så att det använda kärnbränslet blir mindre farligt på mycket lång sikt, än det från dagens reaktorer.)

Säkerhetsmarginaler

Ända sedan antiken har byggmästare gjort en del av sina konstruktioner avsevärt starkare än vad som egentligen skulle behövas, förmodligen för att vara helt på den säkra sidan om att de skulle hålla. På 1800-talet lärde man sig att beräkna konstruktioners hållfasthet, och då kunde man också göra säkerhetsmarginalerna matematiskt precisa. Under andra halvan av 1800-talet började man använda termen ”säkerhetsfaktor”, som på senare år ofta har ersatts av ”osäkerhetsfaktor” /Randall 1976/.

Det vanligaste sättet att använda en säkerhetsfaktor är att konstruera en anläggning för en större belastning än vad den förväntas bli utsatt för. Man tar reda på vilken som är den högsta belastning till exempel en bro kan bli utsatt för, och multiplicerar sedan den belastningen med kanske två eller tre. Bron byggs alltså för att klara dubbelt eller tredubbelt större belastningar än vad den kommer att utsättas för. Det finns också andra sätt att placera in säkerhetsfaktorer i hållfasthetsberäkningar, och i en noggrann analys måste man ha säkerhetsfaktorer mot flera olika sorters påfrestningar som en konstruktion kan utsättas för.

Säkerhetsfaktorer används också mycket i toxikologi och hälsoriskbedömning. Denna användning tog sin början inom livsmedelsområdet. På 1950-talet började man tillämpa en säkerhetsfaktor om 100 för skadliga ämnen i livsmedel. På grundval av djurförsök uppskattade man den högsta dos som inte skulle vara skadlig. (Dosen räknades som milligram per kilo kroppsvikt och blev således högre för människa, på grund av vår högre kroppsvikt). För att skydda mot eventuella skillnader i känslighet mellan arter och mellan individer, dividerade man sedan denna dos med 100. Denna metod används fortfarande, men ibland använder man högre faktorer som till exempel 1 000 eller till och med 5 000, för att vara på den säkra sidan mot skadliga effekter av kemikalier /Clausen m fl 2006/.

Intressant nog finns det också naturliga fenomen som kan beskrivas i termer om säkerhetsfaktorer eller säkerhetsmarginaler. Trädstammar är till exempel betydligt starkare än vad de behöver vara för att motstå vindens påfrestningar. Skelettben, krabbspår, skaldjurens skal etc är också ofta flera gånger starkare än vad som behövs för att klara den största påfrestning som de i praktiken kommer att bli utsatta för /Alexander 1990, Rubin och Lanyon 1982, Palmer m fl 1999, Lowell 1985 och Mattheck m fl 1993/. Detta kan i förstone verka egendomligt. Man kunde förvänta sig att evolutionen skulle missgynna organismer som har en "onödig säkerhet". Ett träd med en onödigt tjock och stark stam växer långsammare än andra träd, vilket är en nackdel i tävlan med andra träd om att komma åt solstrålarna. Förklaringen är att den "extra" säkerheten skyddar trädet mot andra typer av påfrestningar. Ett träd som har en god säkerhetsmarginal mot vindens påfrestningar, kommer att ha tillräcklig säkerhet mot svåra stormar även om det är angripen av skadedjur. På motsvarande sätt ger säkerhetsmarginalerna i skelettben och krabbspår större möjlighet att klara yttre påfrestningar även om organismen av något skäl har försvagats.

Varför använder vi säkerhetsfaktorer? Varför bygger vi inte till exempel en bro så att den bara alldeles precis klarar den högsta belastning som den faktiskt kommer att utsättas för? Det viktigaste skälet till detta är, att det finns många osäkerheter om vilka de faktiska påfrestningarna blir. Inom hållfasthetsläran brukar man framhålla åtminstone fem olika skäl till att använda osäkerhetsfaktorer /Knoll 1976, Moses 1997/. För det första kan man ha tagit fel om belastningen. Det kan visa sig att man i framtiden kommer att utsätta en bro för högre belastningar än vad man från början hade tänkt sig. För det andra kan det visa sig att materialet är sämre än vad vi hade tänkt oss, det vill säga att till exempel betongen eller armeringsjärnen inte är lika starka som man hade räknat med. Det bör särskilt observeras att anläggningar som ska finnas under lång tid, till exempel broar, måste konstrueras så att de fungerar även om det framtida underhållet inte blir helt perfekt. För det tredje har vi faktiskt inte en perfekt teori om hållfasthetslära. Det kan visa sig att våra beräkningar är alltför optimistiska beroende på fel i teorin, och då ska en säkerhetsfaktor förhoppningsvis kompensera för detta. Slutligen behövs säkerhetsfaktorer för att skydda mot rent mänskliga fel, till exempel fel i konstruktionen och fel i beräkningarna. Sammantaget behövs alltså säkerhetsfaktorer för att skydda mot flera olika slags osäkerheter.

Det har gjorts en hel del försök att byta ut de traditionella säkerhetsfaktorerna mot en ren sannolikhetskalkyl. Man skulle då inte införa någon säkerhetsfaktor i beräkningarna, utan i stället bestämma sig för vilken sannolikhet för ett brors man anser vara acceptabel, och sedan konstruera bron så att sannolikheten för ras inte blir större än så. Ett stort problem med en sådan ansats är dock att många av de faktorer som säkerhetsfaktorerna ska skydda mot, till exempel fel i beräkningsmetoderna eller rent mänskliga fel i beräkningarna, är mycket svåra att hantera i en sannolikhetskalkyl /Clausen m fl 2006/.

Säkerhetsbarriärer

Användningen av multipla säkerhetsbarriärer bygger på den enkla principen att vi inte kan vara säkra på att en enstaka åtgärd mot en fara kommer att vara tillräcklig. Om vi vidtar flera säkerhetsåtgärder av olika slag kan de förväntas sammantaget ge en högre säkerhet. En vanlig form av multipla säkerhetsbarriärer är skalskydd, det vill säga fysiska barriärer som placeras invid varandra så att om den första fallerar ska den andra ta vid, etc. Denna metod har tillämpats sedan urminnes tid i befästningar. Om fienden lyckas ta sig in genom den yttre muren, finns det en ny möjlighet att hejda anfallet vid den inre muren.

Kärnbränsleförvaret är utmärkt exempel skalskydd. SKB:s förslag innebär att det använda kärnbränslet ska isoleras med en serie barriärer. Man börjar med att ge det en form som minskar risken för utsläpp av radioaktiva ämnen, och placerar det i en kopparkapsel som anses kunna motstå framtida påfrestningar, och placerar i sin tur denna kapsel i ett lager av bentonitlera som ska skydda mot rörelser i berget och dessutom hålla kvar utsläpp av radioaktiva substanser, om de tidigare barriärerna fallerar. Hela denna konstruktion placeras på en plats i berggrunden där man räknar med att själva berget ska utgöra en ytterligare säkerhetsbarriär.

Om man skulle tillämpa den probabilistiska riskanalysens vanliga principer, kunde det kanske hävdas att denna serie av barriärer är onödig. De sannolikhetskalkyler som gjorts tyder på att varje enskild barriär har en mycket låg sannolikhet av fallera. Om man då skulle multiplicera dessa sannolikheter med varandra får man en nästan löjligt låg sannolikhet. Ändå finns det ett mycket gott skäl att arbeta med multipla barriärer: Vi ökar på det sättet förvarets tålighet mot osäkerheter och okända risker som inte är behandlade i sannolikhetskalkylen.

Det finns också många exempel på säkerhetsbarriärer som inte är placerade utanför varandra som skalskydd. Man bör då i stället betrakta dem som ordnade i tiden efter varandra. Betrakta till exempel skyddet av arbetare i en fabrik mot farligt svavelväte som kan läcka ut från en kemisk process. Man har här en hel serie av barriärer. Den första består i att anläggningen är så konstruerad att risken för läckage är så liten som möjligt. Den andra består i ett regelbundet underhåll där säkerhetsdetaljer som till exempel ventiler kontrolleras noggrant. Den tredje består av varningssystem och evakueringsrutiner med vars hjälp man snabbt kan lämna anläggningen i fall av ett läckage. Den fjärde barriären består av utvecklade räddningsrutiner.

Principen om multipla barriärer kan illustreras av det kanske mest kända moderna exemplet på en teknologisk katastrof. I april 1912 sjönk Titanic med 1 500 personer ombord. Fartygets skrov var indelat i 16 vattentäta avdelningar. Det skulle vara möjligt för fyra av dessa att fyllas med vatten utan att fartyget förliste. Därför ansågs fartyget vara osänkbart, och som en konsekvens av detta försåg man det inte med livbåtar för mer än ungefär hälften av de ombordvarande.

I dag vet vi att Titanic inte var osänkbar. Men låt oss betrakta ett hypotetiskt fall. Antag att en skeppsbyggare i morgon kommer fram med en verkligt övertygande plan för en i praktiken osänkbar båt. Mycket noggranna beräkningar visar att sannolikheten att detta fartyg ska sjunka

är otroligt låg. Den förväntade kostnaden per liv som man räddar med livbåtar blir därför orimligt hög. Det verkar då som om man skulle kunna använda pengarna för livbåtar mycket bättre någon annanstans. Man skulle kunna rädda liv till mycket lägre kostnad än genom att förse denna farkost med livbåtar. Hur ska då en skeppsbyggnadsingenjör reagera på ett sådant förslag? Är det rimligt att på grundval av denna sannoliketskalkyl utesluta livbåtar från konstruktionen? Nej, det finns goda skäl att inte ta bort livbåtarna. Beräkningarna kan nämligen vara felaktiga, och i så fall blir utfallet katastrofalt. Därför bör den tillagda säkerhetsbarriären i form av livbåtar, utrymningsrutiner med mera inte tas bort, hur onödiga de än verkar vara enligt de bäst tillgängliga sannoliketskalkylerna.

När man konstruerar ett system av säkerhetsbarriärer är det avgörande att så långt möjligt försäkra sig om att barriärerna är oberoende av varandra. Om två eller flera barriärer är känsliga för samma slags inverkan, kan de slås ut vid ett och samma tillfälle, och fungerar då egentligen inte som säkerhetsbarriärer i den avsedda meningen. Att ha tre säkerhetsventiler efter varandra är kanske inte till så stor nytta om de är av samma typ och alla slås ut vid en brand. Ett av de största problemen i ett kärnbränsleförvar är att det kan finnas händelser som slår ut flera av säkerhetsbarriärerna. Det gäller både geologiska händelser och intrång av människor. Att förutse sådana möjliga händelser och konstruera säkerhetsbarriärerna så att de blir reellt oberoende, är därför en mycket viktig del av konstruktionsarbetet med ett kärnbränsleförvar.

Ingenjörsmässighet eller riskanalys?

Alla dessa tre principer för ingenjörsmässigt säkerhetsarbete, inneboende säkerhet, säkerhetsfaktorer och säkerhetsbarriärer, är avsedda att hantera osäkerhet och inte bara sådan risk som kan uttryckas i sannolikheter. De kan därför hantera säkerhetsproblem som det är svårt eller omöjligt att täcka in i riskanalysen. Det gäller bland annat mänskliga felhandlingar, liksom terrorism och andra intentionella hot. Särskilt i anläggningar där man kommit långt med säkerhetsarbetet, är mänskliga felhandlingar och illdåd ofta det största återstående säkerhetsproblemet. Det betyder i praktiken att det största återstående problemet inte kan hanteras med sannoliketskalkyler, utan måste hanteras med andra metoder.

Man ska naturligtvis inte se den probabilistiska riskanalysen och det ingenjörsmässiga säkerhetsarbetet som två alternativ vi måste välja mellan dem. Snarare är det klokt att se riskanalysen som ett verktyg för det ingenjörsmässiga säkerhetsarbetet.



Riskhantering som politisk fråga

Vetenskapliga studier av risk syftar bland annat till att skapa underlag för svåra samhällsbeslut. Trots detta har kontakten tyvärr varit ganska liten mellan riskstudier och mer allmänna studier av samhällsliga beslutsprocesser. Ofta har diskussionen om risker präglats av en kraftigt förenklad syn på det samhällsliga beslutsfattandet. Det märks bland annat i uppfattningen om experters roll i riskbeslut och i synen på allmänhetens deltagande i riskbeslut.

Expertvärde

Man utgår ofta från att riskbeslut är ett särskilt beslutsområde där besluten i allt väsentligt ska fattas av experter eller på grundval av deras rekommendationer. Traditionell riskanalys, som bedömer risker efter produkten av allvarlighetsgrad och sannolikhet, ger underlag för det sättet att tänka. Om riskbesluten ska styras av sådana riskmått, verkar det inte finnas så mycket kvar för andra att besluta om när experterna väl har sagt sitt.

Men den bilden är felaktig. Risker handlar inte bara om sannolikheter och skadors allvarlighet, utan också om relationer mellan människor, inte minst etiska relationer. För att avgöra hur vi ska hantera risker behöver vi veta vem som utsätter vem för en risk, och med vilka avsikter. Det gör till exempel stor moralisk skillnad om det är mitt eget eller någon annans liv som jag riskerar för att tjäna en stor summa pengar åt mig själv. Det gör också stor skillnad om en person som kastar ned en sten från ett tak, gör det av tanklöshet eller i syfte att träffa en person som befinner sig nedanför taket – även om sannolikheten att någon träffas skulle vara lika stor i båda fallen. Det gör stor skillnad om en person som utsätts för en risk på sin arbetsplats, är välinformerad om riskerna och om hon haft tillräckliga möjligheter att påverka besluten om hur risken ska hanteras. I riskfrågor liksom i andra samhällsfrågor är experternas bedömning endast en del av beslutsunderlaget. Beslutsfattarna måste också ta hänsyn till andra aspekter som ligger utanför experternas domvärjo.

Många riskbeslut kan ofta inte heller avgränsas på ett meningsfullt sätt från andra samhällsbeslut. Nästan alla beslut som fattas i samhället är i någon mening riskbeslut. Att till exempel bygga en ny skola, bredda av

en väg, eller införa en ny metod i vården, kan få negativa konsekvenser som är svåra att förutsäga. De frågor som vi traditionellt kallar riskfrågor är också till stor del sammanvärdade med andra frågor. De flesta trafikbeslut kan påverka trafiksäkerheten, de flesta stadsplaneringsbeslut påverkar olika hälso- och miljörisker, etc. Det går i praktiken inte att isolera riskfrågor från andra samhällsfrågor och hantera dem som separata "expertfrågor". Vi måste finna sätt att hantera riskfrågorna i de allmänna beslutsprocesserna.

Acceptans

I diskussionen om det allmänna politiska beslutsfattandet är nyckelordet *folkstyrelse*, och målet är att besluten ska bli så som majoriteten önskar. I diskussioner om risker och riskbeslut är nyckelordet ofta i stället acceptans. Det handlar alltså om vilka risker allmänheten, eller de närmast berörda, kan bringas att acceptera.

Skillnaden mellan acceptans och fullt beslutsdeltagande är betydelsefull. Att acceptera ett beslut betyder att inte motsätta sig beslutet. Detta är något annat än aktivt förespråka förslaget, till exempel genom att rösta för det. I vanliga politiska sammanhang (utanför riskområdet) tar vi för givet att det som krävs för ett beslut är att majoriteten förespråkar det, inte bara att de accepterar det. För att euron ska införas i Sverige krävs det till exempel att en majoritet röstar för euron, inte bara att de avstår från att rösta emot. För att göra detta tydligt kan vi skilja mellan tre inställningar som man kan ha till ett förslag:

1. Förespråka förslaget.
2. Varken förespråka eller motsätta sig förslaget.
3. Motsätta sig förslaget.

Majoritetsbeslut innebär att ett förslag ska genomföras om en majoritet har den första av dessa attityder, det vill säga förespråkar förslaget. Kravet om acceptans innebär snarast att ett förslag kan genomföras om en majoritet har någon av de båda första attityderna till förslaget, det vill säga att de inte motsätter sig det.

Det finns faktiskt enstaka fall där acceptans används som formellt beslutsriterium. När den svenska riksdagen tar ställning till talmannens förslag om ny statsminister, räknas nedlagda röster samman med ja-rösterna. Detta förfarande tillämpas, eftersom det annars skulle bli alltför svårt att tillsätta en statsminister i oklara parlamentariska lägen. Förmodligen finns det liknande skäl till att man talar om acceptans i

risksammanhang. Man hoppas inte att en majoritet av de närboende ska förespråka att man bygger en miljöfarlig anläggning, men man vågar kanske hoppas att en majoritet av dem ska kunna bringas till att acceptera den. Men ur demokratisk synvinkel är det svårt att motivera varför beslutsdeltagandet i sådana frågor ska inskränkas till ett kriterium om acceptans, snarare än om majoritetsbeslut i gängse mening.

Frivilliga risker?

Ett vanligt argument för att godta risker är att de är frivilliga. Det hävdas ofta att den som låter sig utsättas för en risk därigenom också samtycker till den. Riskerna med rökning beskrivs ofta som frivilliga eftersom rökaren (en gång i tiden) har valt att röka. Ibland hävdas det att en arbetare som har tagit ett visst arbete därmed också har accepterat de risker som det är förknippat med (En sådan argumentation återfinns i /Machan 1987/. För en kritik, se /Spurgin 2006/ och för en historisk bakgrund se /Ellerman 2005/.). På samma sätt kunde det hävdas att en person som har valt att bo i ett visst område därigenom har samtyckt till att utsättas för de luftföroreningar som finns i området.

Men detta är betydligt mer komplicerat än vad det först verkar. Det som brukar kallas för att acceptera en risk handlar ytterst sällan om att acceptera risken som sådan, som isolerad företeelse. I stället handlar det om att acceptera ett ”paket” som består av både risken och de fördelar den har förknippats med. Den som accepterar riskerna med en kirurgisk operation gör det därför att de är förknippade med chanser till bättre hälsa. Om operationen bara medförde risker och ingen chans till förbättrad hälsa skulle knappast någon patient acceptera den (och inte heller någon kirurg erbjuda den).

Vi kan illustrera detta med ett exempel som först användes av den amerikanska moralfilosofen Judith Thomson /Thomson 1986/: En kvinna tar en nattlig genväg genom en mörk park trots att hon vet att brott är vanliga i den parken. Hon tar då en risk, och somliga skulle hävda att hon därigenom accepterar risken. Antag att kommunfullmäktige diskuterar möjligheten att göra parken säkrare, till exempel genom belysning eller patrullering. De flesta skulle finna det egendomligt om någon ville avfärda ett sådant förslag med argumentet, att när hon och de andra nattvandrarerna valde att gå in i parken så innebar detta att de samtyckte till risken för överfall. Ännu mer absurt vore det om en rånare eller våldtäktsman hävdade att kvinnan inte hade något att klaga över, eftersom hon hade samtyckt till risken för en attack genom att gå in i parken.

Grundfelet i sådana resonemang är att de utgår att det hon samtyckte till var själva risken för ett överfall. Vad hon samtyckte till var ett paket som bestod av dels denna risk, dels också fördelen av en kortare promenad och kanske ett stycke frisk luft. Hon valde detta paket eftersom det inte fanns något annat paket tillgängligt som skulle ge henne samma fördelar utan att också föra med sig samma nackdel, nämligen risken att utsättas för brott. Hon skulle förmodligen inte ha valt ett alternativ som ökade hennes risk att utsättas för brott, utan att ge henne motsvarande fördelar. (Det kunde till exempel kunna handla om att gå en annan sträcka där brottsligheten är förhöjd, men utan de fördelar som genvägen genom parken skulle ge henne.) Därför är det fel att påstå att hon samtyckte till att bli angripen eller ens till en risk att bli angripen. Det hon valde var ett paket där detta ingick, men hon gjorde det valet i en situation där hon inte kunde påverka hur de tillgängliga paketen skulle vara sammansatta.

Alldeles samma resonemang kan tillämpas på en arbetare som har tagit ett arbete med hög skaderisk, till exempel i en gruva. Förmodligen skulle han inte acceptera denna risk om den kom ensam. Att tillbringa åtta timmar om dagen i en farlig gruva utan betalning skulle inte tilltala många. Vad arbetaren accepterade var ett paket som innehöll både dessa risker och de fördelar som är förknippade med arbetet, främst betalningen, men kanske också möjligheten att bo kvar i området, kamratskapet på arbetsplatsen etc. Om han hade kunnat få ett annat arbete med alla dessa fördelar, men med mycket lägre olycksrisker skulle han förmodligen inte arbeta i gruvan. Han valde detta paket bland dem som var tillgängliga för honom, men det är alltför förenklat att påstå att han därmed också samtyckte till de risker som ingick i paketet. Han hade ju inte möjlighet att konstruera paketen, och förmodligen skulle han ha velat konstruera dem annorlunda.

Det som kallas för att acceptera en risk handlar alltså i allmänhet om att acceptera ett paket som innehåller risken i fråga kombinerad med fördelar som man inte kan få utan denna risk. Därför är frivillighet inte alltid en garanti för att en beslutsprocess har gått rätt till. Att människor gör ett val bland ett begränsat antal, för dem otillfredsställande alternativ innebär inte att de kan ställas till ansvar, det är konsekvenserna av att det bara fanns dessa alternativ att välja mellan.

Beslutsprocessens steg

För att få en bättre bild av vad som krävs för beslutsdeltagande kan vi gå tillbaka till en av grundkällorna för den moderna demokratin, dessvärre en av de mindre välkända. Den franske filosofen de Condorcet utarbetade år 1793 ett förslag till en fransk konstitution. I motiveringen utvecklade han noggrant hur demokratiska beslutsprocesser borde gå till. Han delade in en beslutsprocess i tre steg. I det första steget ”diskuterar man de principer som kommer att utgöra grunden för beslutet i en allmän fråga, man undersöker de olika aspekterna på frågan och konsekvenserna av olika sätt att fatta beslutet”. Vid denna tidpunkt, menade han, är uppfattningarna personliga och man gör inget försök att bilda en majoritet. Efter detta övergår man till en andra diskussion där man inte längre letar efter beslutsalternativ. Nu ”är frågan klagjord, och åsikter närmar sig och kombineras med varandra för att skapa ett mindre antal mer allmänna uppfattningar”. Med andra ord bildas då koalitioner genom att beslutsalternativen kompromissas samman till ett hanterligt antal alternativ. Det tredje stadiet består i omröstningen där det faktiska beslutet fattas /de Condorcet 1847/.

I diskussionen om riskbeslut har fokuseringen på det tredje stadiet i beslutsprocessen ofta varit i det närmaste total. Allmänheten framställs som en grupp vars acceptans eller samtycke ska uppnås, och mycken möda har lagts ned på att diskutera hur man kan uppnå tillit (på engelska ”trust”) hos allmänheten för de riskbeslut man vill fatta. Allmänhetens deltagande inskränks alltså till det tredje stadiet, där dess roll dessutom ofta inskränks till att vara bekräftande eller samtyckande. Dessa inskränkningar är helt ohållbara om riskbesluten ska fattas efter de principer som allmänt gäller för ett demokratiskt samhälle. Utan allmänhetens fulla deltagande på alla tre stadierna i beslutsprocesserna kan varken riskfrågor eller några andra frågor behandlas demokratiskt.

Referenser

- Alexander R M, 1990.** *Animals*, Cambridge University Press.
- Anderson E, 1988.** Values, risks and market norms. *Philosophy and Public Affairs* 17:54–65. Sagoff, M. 1988. Some problems with environmental economics.
- Arrow K J, 1951.** Alternative approaches to the theory of choice in risk-taking situations, *Econometrica* 19:404–437.
- Ashford N A, Gerard Zwetsloot G, 2000.** Encouraging inherently safer production in European firms: A report from the field, *Journal of Hazardous Materials* 78:123–144, 2000.
- Beattie J, Covey J, Dolan P, Hopkins L, Jones-Lee M, Loomes G, Pidgeon N, Robinson A, Spencer A, 1998.** On the Contingent Valuation of Safety and the Safety of Contingent Valuation: Part 1 – Caveat Investigator. *Journal of Risk and Uncertainty* 17:5–25.
- Beckerman W, 1994.** Sustainable Development: Is it a Useful Concept? *Environmental Values* 3:191–209, 1994, s 195.
- Bentham R H, 1983.** Routledge 1983, s 209.
- Biwer B M, Butler J P, 1999.** Vehicle Emission Unit Risk Factors for Transportation Risk Assessments, *Risk Analysis* 19:1157–1171, s 1158.
- Brinkmann G, Pirson J, Ehster S, Dominguez M T, Mansani L, Coe I, Moormann R, Van der Mheen W, 2006.** Important viewpoints proposed for a safety approach of HTGR reactors in Europe. Final results of the EC-funded HTR-L project, *Nuclear Engineering and Design* 236:463–474, 2006.
- Broome J, 1991.** *Weighing Goods*. Blackwell.
- de Condorcet J A, [1793] 1847.** Plan de Constitution, présenté a la convention nationale les 15 et 16 février 1793”, *Oeuvres*, vol. 12, pp 333–415, citaten från s 342–343.
- Clausen J, Hansson S O, Nilsson F, 2006.** Generalizing the Safety Factor Approach, *Reliability Engineering and System Safety* 91:964–973, 2006.
- Cohen B L, 1985.** Criteria for Technology Acceptability, *Risk Analysis* 5:1–3.
- Cohen B L, 2003.** Probabilistic Risk Analysis for a High-Level Radioactive Waste Repository, *Risk Analysis* 23:909–915, s 909.

- Copp D, 1987.** The Justice and Rationale of Cost-Benefit Analysis. *Theory and Decision* 23:65–87.
- Darst R G, Dawson J I, 2006.** Global denken, lokal endlagern? Rußland und das Problem des Atommülls, *Osteuropa* 56:221–233, 2006.
- Durodié B, 2003.** The true cost of precautionary chemicals regulation, *Risk Analysis* 23(2):389–398.
- Ellerman D, 2005.** Translatio versus Concessio. Retrieving the Debate about Contracts of Alienation with an Application to Today's Employment Contract, *Politics & Society* 33:449–480, 2005.
- Feleppa R, 1981.** Epistemic utility and theory acceptance: Comments on Hempel, *Synthese* 46:413–420.
- Frankfurt H G, 1971.** Freedom of the Will and the Concept of a Person. *Journal of Philosophy* 68:5–20.
- Gray J S, Bewers M, 1996.** Towards a Scientific Definition of the Precautionary Principle, *Marine Pollution Bulletin* 32 (11): 768–771.
- Hall E J, Brenner D J, 2008.** Cancer risks from diagnostic radiology. *British Journal of Radiology*, 81:362–378.
- Hansson S O, 1996.** What is Philosophy of Risk?, *Theoria* 62:169–186.
- Hansson S O, 1999a.** A Philosophical Perspective on Risk, *Ambio*, 28:539–542.
- Hansson S O, 1999b.** The Moral Significance of Indetectable Effects, *Risk* 10:101–108. Health Physics Society (1996) Radiation Risk in Perspective. Position statement of the Health Physics Society, adopted January 1996.
- Hansson S O, 1999c.** Adjusting Scientific Practices to the Precautionary Principle, *Human and Ecological Risk Assessment* 5:909–921.
- Hansson S O, 2002.** Uncertainties in the knowledge society, *Social Science Journal* 171:39–46.
- Hansson S O, 2003.** Ten Philosophical Problems in Belief Revision, *Journal of Logic and Computation* 13:37–49.
- Hansson S O, 2004a.** Philosophical Perspectives on Risk, *Techne* 8(1).
- Hansson S O, 2004b.** Weighing Risks and Benefits. *Topoi* 23:145–152.
- Hansson S O, 2005.** Seven Myths of Risk, *Risk Management*, 7(2):7–17.
- Hansson S O, 2006.** How to Define – A Tutorial, *Princípios, Revista de Filosofia* 13(19–20):5–30.
- Hansson S O, 2007a.** Risk, *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, <http://plato.stanford.edu/entries/risk/>.

- Hansson S O, 2007b.** Ethics and radiation protection, *Journal of Radiological Protection*, 27:147–156.
- Hansson S O, 2008a.** From the Casino to the Jungle, *Synthese*, under tryckning.
- Hansson S O, 2008b.** The entry Waste Management, in the *Encyclopedia of Environmental Ethics and Philosophy* (Gale/Cengage learning), 2008.
- Harsanyi J C, 1983.** Bayesian decision theory, subjective and objective probabilities, and acceptance of empirical hypotheses, *Synthese* 57:341–365.
- Hart R, Latacz-Lohmann U, 2001.** The Indifference Curve, Motivation and Morality in Contingent Valuation. *Environmental Values* 10:225–242.
- Health Physics Society, 1996.** Radiation Risk in Perspective. Position statement of the Health Physics Society, adopted Januari 1996.
- Health Physics Society, 2004.** Radiation Risk in Perspective. Position statement of the Health Physics Society, revised August 2004. <http://www.hps.org>.
- Heinzerling L, 2000.** The rights of statistical people. *Harvard Environmental Law Review* 24:189–207, s 205–206.
- Heinzerling L, 2002.** Markets for Arsenic. *Georgetown Law Journal* 90:2311–2339, s 2312.
- Hempel C G, 1960.** Inductive inconsistencies, *Synthese* 12:439–469.
- Hendee W R, 1991.** Personal and Public Perceptions of Radiation Risks. *Radiographics* 11:1109–1119.
- Hendershot D C, 1997.** Inherently safer chemical process design, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 10:151–157, 1997.
- Henderson L D, 1988.** X-Rays And The Quest For Invisible Reality In The Art Of Kupka, Duchamp, And The Cubists, *Art Journal* 47: 323–340.
- Hobbes T, 1642.** De Cive, i *English Works* (1839–1845) Bohn, London, volym 2, s 48.
- Hofstetter P, Bare J C, Hammitt J K, Murphy P A, Rice G E, 2002.** Tools for Comparative Analysis of Alternatives: Competing or Complementary Perspectives? *Risk Analysis* 22:833–851.
- ICRP, 1991.** 1990 Recommendations of the ICRP, *ICRP Publications* 69, *Annals of the ICRP* 21.

International Organization for Standardization, 2002. Risk Management – Vocabulary – Guidelines for use in standards, ISO/IEC Guide 73:2002.

Jeffrey R C, 1956. Valuation and Acceptance of Scientific Hypotheses, *Philosophy of Science* 23:237–249.

Jülich S, 2002. Skuggor av sanning: tidig svensk radiologi och visuell kultur. Linköping 2002.

Khan F I, Abbasi S A, 1998. Inherently safer design based on rapid risk analysis, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 11:361–372, 1998.

Kletz T A, 1978. What You Don't Have, Can't Leak, *Chemistry and Industry*, May 1978, 287–292.

Kletz T A, 2004. Inherently safer design: The growth of an idea, *Process Safety Progress* 15:5–8, 2004.

Knight F H [1921], 1935. Risk, Uncertainty and Profit. Boston: Houghton Mifflin. Keynes, J.M. (1921) *A Treatise on Probability*. London: Macmillan.

Knoll F, 1976. Commentary on the basic philosophy and recent development of safety margins, *Canadian Journal of Civil Engineering* 3:409–416.

Layton E, 1976. American Ideologies of Science and Engineering, *Technology and Culture* 17:688–701, 1976.

Levi I, 1962. On the seriousness of mistakes, *Philosophy of Science* 29:47–65.

Levi I, 1991. *The Fixation of Belief and Its Undoing*, Cambridge University Press, Cambridge, Mass. 1991.

Locke J, 1976. *An Essay Concerning Human Understanding*, Abridged and edited with an introduction by Yolton J W, Everyman's Library 1976, s 3. (Book I, Chapter I, Introduction).

Lowell R B, 1985. Selection for increased safety factors of biological structures as environmental unpredictability increases, *Science* 228:1009–1011.

Luce R D, Raiffa H, 1957. *Games and Decisions. Introduction and critical survey*. New York: Wiley, s 13.

Luloff A E, Albrecht S L, Bourke L, 1998. NIMBY and the hazardous and toxic waste siting dilemma: The need for concept clarification, *Society and Natural Resources* 11:81–89.

- Machan T R, 1987.** Human Rights, Workers' Rights, and the 'Right' to Occupational Safety, s 45–50 i Ezorsky G, utg, Moral Rights in the Workplace. Albany: State University of New York Press, 1987.
- Mattheck C, Bethge K, Schäfer J, 1993.** Safety Factors in Trees, *Journal of Theoretical Biology* 165(2):185–189.
- Mooney C, 2005.** The Republican War On Science, Basic Books, New York.
- Moses F, 1997.** Problems and prospects of reliability-based optimisation, *Engineering Structures* 19:293–301.
- Möller N, Hansson S O, 2008.** Principles of engineering safety: risk and uncertainty reduction, *Reliability Engineering and System Safety*, 93:776–783, 2008.
- National Academy of Sciences, 1957.** The disposal of radioactive waste on land. Report of the Committee on Waste Disposal of the Division of Earth Sciences, National Academy of Sciences, Publication 519, Washington 1957. http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=10294&page=R1.
- National Research Council (NRC), 1983.** Risk Assessment in the federal government: Managing the process. Washington, D C: National Academies Press.
- Overton T, King G M, 2006.** Inherently Safer Technology: An Evolutionary Approach, *Process Safety Progress* 25:116–119, 2006.
- Palm E, Hansson S O, 2006.** The Case for Ethical Technology Assessment (eTA). *Technological Forecasting and Social Change* 73:543–558.
- Palmer A R, Taylor G M, Barton A, 1999.** Cuticle Strength and the Size-Dependence of Safety Factors in Cancer Crab Claws, *Biological Bulletin* 196(3):281–294.
- Porter M, 1990.** The competitive advantage of nations. Free Press.
- Rabinowicz W, 2002.** Does Practical Deliberation Crowd Out Self-Prediction. *Erkenntnis* 57:91–122.
- Ramsberg J, Sjöberg L, 1997.** The cost-effectiveness of life saving interventions in Sweden. *Risk Analysis*, 17:467–478.
- Randall F A, 1976.** The safety factor of structures in history, *Professional Safety* January:12–28.
- Rascoff S J, Revesz R L, 2002.** The Biases of Risk Tradeoff Analysis: Towards Parity in Environmental and Health-and-Safety Regulation. *University of Chicago Law Review* 69:1763–1836.

- Rechard R P, 1999.** Historical Relationship Between Performance Assessment for Radioactive Waste Disposal and Other Types of Risk Assessment, *Risk Analysis* 19(5): 763–807, s 776.
- Royal Society, 1983.** Risk Assessment. Report of a Royal Society Study Group. London: Royal Society, s 22.
- Rubin C, Lanyon L, 1982.** Limb mechanics as a function of speed and gait, *Journal of experimental biology* 101:187–211.
- Rudner R, 1953.** The scientist qua scientist makes value judgments, *Philosophy of Science* 20:1–6, s 2.
- Salmon M H, 2003.** The rise of social anthropology, s 679–684 i Thomas Baldwin (utg), *The Cambridge History of Philosophy 1870–1945*, Cambridge University Press 2003.
- Sandin P, 1999.** Dimensions of the Precautionary Principle, *Human and Ecological Risk Assessment*, 5(5), 889–907.
- Sandin P, Peterson M, Hansson S O, Rudén C, Juthe A, 2002.** Five Charges Against the Precautionary Principle, *Journal of Risk Research*, 5:287–299.
- Sidgwick H, 1907.** *The Methods of Ethics*, Macmillan, London, s 381. Rawls, J. (1971) *A Theory of Justice*, Cambridge, Mass, s 95.
- Spurgin E W, 2006.** Occupational Safety and Paternalism: Machan Revisited, *Journal of Business Ethics* 63:155–173, 2006.
- Thomson J J, 1986.** Rights, Restitution and Risk. *Essays in Moral Theory*. Cambridge Mass: Harvard University Press, 1986, s 189–191.
- Turcanu C, Carle B, Hardeman F, Bombaerts G, van Aeken K 2007.** Food safety and acceptance of management options after radiological contaminations of the food chain, *Food quality and preference* 18:1085–1109.
- Vadnjal D, O’Connor M, 1994.** What is the Value of Rangitoo Island? *Environmental Values* 3:369–380.
- Viscusi W K, 2000.** Risk Equity. *Journal of Legal Studies* 29:843–871, s 855.
- Wikman-Svahn P, Peterson M, Hansson S O, 2006.** Principles of protection: a formal approach for evaluating dose distributions, *Journal of Radiological Protection* 26:69–84.
- Xepapadeas A, de Zeeuw A, 1999.** Environmental Policy and the Competitiveness of Capital. *Journal of Environmental Economics and Management* 37:165–182.



Svensk Kärnbränslehantering AB

Box 250, 101 24 Stockholm

Telefon 08-459 84 00 www.skb.se