RISKKOLLEGIET

Skrift Nr 11

BESLUT UNDER OSÄKERHET

Information från Riskkollegiet

RISKKOLLEGIETS SKRIFTSERIE

Stockholm 1998

FÖRORD

Riskkollegiets vårsymposium 1997 hade rubriken *Beslut under osäkerhet*. Symposiet planerades av kollegiemedlemmarna Sven Ove Hansson och Torbjörn Thedéen. Den här skriften är sammansatt av bidrag från föredragshållarna, vilka förutom Hansson och Thedéen var Sten Flodström (Kemikalieinspektionen), André Zuber (Naturvårdsverket), Ulf Bergqvist (Arbetslivsinstitutet) samt kollegiets vice ordförande Ulla Swarén som också svarat för referatet av den intressanta diskussion som avslutade symposiet.

Skillnaden mellan beslut under osäkerhet och beslut under risk (sannolikhet) framgår av de inledande uppsatserna av Hansson och Thedéen. Det är viktigt att inse att många beslut fattas under genuin osäkerhet även om vi lockas ange sannolikhetssiffror som med nödvändighet blir subjektiva.

Stockholm i februari 1998

Bo Lindell, ordf.

Riskkollegiet är en sammanslutning av ett 40-tal personer med intresse för och kunnighet i riskfrågor. Kollegiet bildades 1988. Medlemmarna skall enligt stadgarna väljas med tanke på att de, såvitt möjligt, bör vara fria från intressen som kan försvåra en neutral inställning till de frågor som kollegiet kan komma att behandla. Adressen till Riskkollegiets kansli är Västmannagatan 48 ö.g., 11325 Stockholm; tfn 08/31 19 90, fax 08/30 11 33.

Riskkollegiets presidium vid tiden för färdigställandet av denna rapport:

Bo Lindell, ordförande
Ulla Swarén, vice ordförande
Torbjörn Malmfors, sekreterare
Gunnar Walinder, skattmästare
Carin Sundström-Frisk

ISSN 1102 - 1772

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sven Ove Hansson	Beslut under osäkerhet och risk	sid 1
Torbjörn Thedéen	Osäkerhet i sannolikhetsskattningar	5
Sten Flodström	Försiktighetsprincipen i kemikalie-kontrollen – praktisk tillämpning	7
André Zuber	Beslut under osäkerhet i klimatfrågan	10
Ulf Bergqvist	Försiktighetsprincipen – magnetfält och cancer	18
Ulla Swarén	Gentekniken, GMO och försiktighets-principen	21
	Diskussionsreferat	26

BESLUT UNDER OSÄKERHET OCH RISK

Sven Ove Hansson, Uppsala Universitet

Klassiska definitioner av osäkerhet

Med *beslut under risk* avses beslut där alla relevanta sannolikheter är kända. Med *beslut under osäkerhet* (decision-making under uncertainty) menas beslut där okunskapen inte kan kläs i exakta sannolikhetstermer. Ett beslut om en utflykt ska inställas eller inte är ett beslut under risk om vi vet att sannolikheten för regn är 89%. Det är ett beslut under osäkerhet om vi bara vet att det troligen kommer att regna, liksom om vi bara vet att det eventuellt kommer att regna men inte vet hur troligt detta är.

Alla teoretiker är inte överens om att skillnaden mellan risk och osäkerhet är meningsfull. Enligt Bayesiansk beslutsteori ska en rationell beslutsfattare tilldela varje osäkert utfall en exakt sannolikhet. En sann Bayesian utgår inte från att "det kanske regnar idag, men jag vet inte hur sannolikt det är", utan åsätter denna osäkerhet ett sannolikhetstal, som anger hennes grad av tilltro till utsagan att det kommer att regna idag.

Men att skillnaden mellan osäkerhet och risk är betydelsefull framgår av en paradox som först formulerades av Peirce och senare har diskuterats av bl a Popper. Låt oss anta att vi finner ett mynt i en känd falskspelares kvarlåtenskap och bestämmer oss för att genomföra 10000 kast med myntet för att ta reda på om det är juste eller inte. Före det första kastet tilldelar jag sannolikheten 0,5 att utfallet blir krona. Efter 9999 kast, som visar en jämn fördelning, tilldelar jag sannolikheten 0,5 att utfallet i det sista kastet blir krona. Mellan dessa båda sannolikhetstilldelningar finns dock en stor skillnad: kunskapsosäkerheten är mycket större i den första.

Kunskapsosäkerhet kan alltså inte fångas i en enda siffra, så som sannolikhet. Däremot finns det andra sätt att uttrycka den matematiskt. Det enklaste är att ange vilka sannolikheter, som är möjliga, t ex i form av ett intervall: "Sannolikheten att det regnar i morgon är mellan 0,5 och 0,9." Alternativt kan man tilldela varje sannolikhetsvärde mellan 0 och 1 en grad av tillförlitlighet eller trolighet. (Om detta trolighetsmått följer sannolikhetslagarna, har vi att göra med andra ordningens sannolikhet, men det finns också andra typer av andra ordningens mått.)

2* Riskkollegiet skrift nr 11

Andra former av osäkerhet

Vad jag hittills har tecknat är en mycket konventionell bild av kunskapsosäkerhet. Den bilden är präglad av en strävan att hålla sig kvar inom de formella ramarna för traditionell beslutsteori. I verkliga beslutssituationer finns ofta betydligt större osäkerhet.

Många beslut fattas under villkor av *okända möjligheter*, dvs vi har ingen fullständig lista över de utfall som bör tas med i analysen. Antag t.ex. att någon vill släppa ut en kemisk substans i stratosfären i syfte att skydda mot radiostörningar. Ett rimligt argument mot ett sådant företag kan vara att vi visserligen inte känner till någon negativ effekt, men att det ändå kan finnas en sådan som vi inte vet om. Detta innebär att okända möjligheter tillåts spela en roll i analysen.

En särskild form av kunskapsosäkerhet är den *beroendeosäkerhet* som följer av att man är beroende av andra personers kunskaper och bedömningar. Den historiska erfarenheten är att experter ibland haft fel. En rationell beslutsfattare bör därför ta hänsyn till beroendeosäkerheten.

Jag vill också nämna två former av osäkerhet som faller utanför kategorin kunskapsosäkerhet: *demarkationsosäkerhet* och *värdeosäkerhet*.

Alla beslutsproblem måste avgränsas för att vara tillgängliga för argumentation. Avgränsningen (demarkationen) är emellertid inte given av tingens ordning, och ofta är den kontroversiell. Ska vi begränsa problemet kärnavfallshantering till att diskutera vad vi ska göra med det avfall som kärnkraftverkan har producerat och förväntas ytterligare producera? Eller ska vi behandla denna fråga i det vidare perspektivet om kärnkraftens roll i vår energiproduktion?

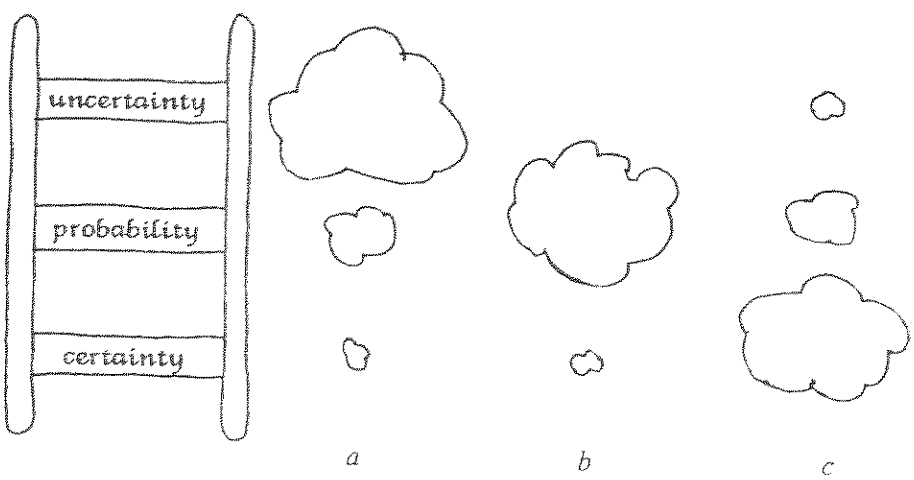
Det är överhuvudtaget vanligt att ett och samma miljöproblem av somliga betraktas som ett isolerat, närmast tekniskt problem och av andra som oupplösligt förknippat med mera generella frågor om livsstil och uthållig utveckling. Somliga ser det egna landets problem som ett avgränsat problem, medan andra ser dem som en del av globala problem som måste diskuteras i ett internationellt perspektiv. När flera olika avgränsningar av ett beslutsproblem är möjliga, är det ofta svårt att hävda att en av dem är den enda rationellt tillåtliga.

I klassisk beslutsteori brukar man utgå från att alla utfall kan utvärderas med perfekt precision. I praktiken är det sällan så. De flesta beslut i samhällsfrågor kräver att man väger samman faktorer så svårjämförbara som pengar, människoliv, kulturella värden, hälsoskador av olika slag och olika slags påverkan på naturmiljön. Våra etiska intuitioner är otillräckliga för att göra sådana sammanvägningar. Det finns därför en betydande *värdeosäkerhet* att ta hänsyn till.

Finns risk?

Även om distinktionen mellan risk och osäkerhet är både klargörande och praktiskt användbar, är det ofta svårt att i det enskilda fallet dra en klar gräns mellan risk och kunskapsosäkerhet. Skillnaden beror nämligen på bakgrundskunskap och bakgrundsövertygelser. Antag t.ex. att meteorologerna säger oss att sannolikheten att det kommer att regna i morgon i Stockholm är 0,5. För en meteorolog som tror fullt ut på de teorier och beräkningar som ligger bakom denna bedömning, är ett beslut grundat på denna information ett beslut under risk, dvs kända sannolikheter. Men för andra kan detta vara ett beslut under osäkerhet.

De enda klara fallen av beslut under risk är läroboksexempel med kast av mynt eller tärningar som man vet är helt symmetriska. I det verkliga livet fördelar sig den faktiska kunskapsgrunden mellan säkerhet, risk och osäkerhet ungefär som i *Figur 1a*.



Figur 1 (a, b och c). Reduktion av osäkerhet

Vad ska man göra åt detta? Ett i förstone attraktivt svar är att vi ständigt ska hålla all osäkerhet aktuell. Men detta förhållningssätt är inte praktiskt möjligt. Våra kognitiva förmågor räcker inte för att samtidigt hålla ett mycket stort antal sammankopplade frågor öppna. Vi måste reducera mycket av osäkerheten till sannolikheter eller till säkerhet.

Bayesiansk beslutsteori rekommenderar att detta ska ske så som anges i *Figur 1b*. Med andra ord ska alla utsagor om världen åsättas ett exakt sannolikhetvärde. Tyvärr är emellertid denna osäkerhetsreduktion otillräcklig. Våra kognitiva begränsningar är så stora att vi i stor utsträckning måste reducera osäkerhet till säkerhet, alltså inte enbart till sannolikhet. Annars kan t.ex. ingen rimligt enkel redogörelse för mätningar och mätresultat åstadkommas. Å andra sidan gör Bayesianismen inte heller reda för det väsentliga faktum att vi faktiskt lever med en del helt oreducerade kunskapsosäkerheter.

För praktiska ändamål behöver vi därför en reduktion av osäkerhet enligt *Figur 1c*: Kraftiga reduktioner ända ned till säkerhet (övertygelser, "full beliefs") genomförs i stor utsträckning, men en del osäkerhet behålls oreducerad. Det är här viktigt att observera att säkerhet (certainty) inte innebär orubblighet, utan tvärtom måste förskjutningar mellan de tre kategorierna vara möjliga, i båda riktningarna.

Osäkerhetens praktiska betydelse

En omedelbar konsekvens av den stora kunskaposäkerheten är att vi ofta har anledning att tillgripa beslutsregler som inte kräver exakt sannolikhetsinformation. Detta är ett av skälen till att förväntad nytto-maximering inte kan vara allena saliggörande. Andra beslutsregler, som t ex maximin-regeln, kan ofta vara almera lämpliga.

Dessutom bör kunskapsosäkerheten och den övriga osäkerheten påverka vårt beslutsfattande på bl a följande sätt:

– Beslutsunderlag bör redovisa både vad man vet och vad man inte vet, och om möjligt analysera hur okända faktorer kan påverka besluten.
– Valet av beslutsdagordning, och särskilt beslutens avgränsning, ska inte tas för givet, utan bör underkastas en noggrann analys.
– Minoritetsuppfattningar bland experter ska noga registreras och kan ibland få påverka besluten.
– Reversibla beslutsalternativ, dvs. beslut som kan ändras om det visar sig att beslutsgrunden var felaktig, bör ges prioritet.

Litteratur

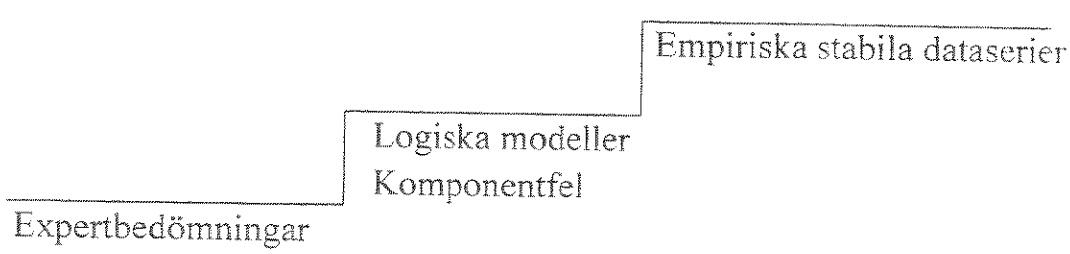
Hansson, S.O.: Decision-Making Under Great Uncertainty, *Philosophy of the Social Sciences* 26 (1996),369-386.
Hansson, S.O.: What is Philosophy of Risk?, under publicering i *Theoria*.

OSÄKERHET I SANNOLIKHETSSKATTNINGAR

Torbjörn Thedéen, Centrum för säkerhetsforskning, KTH

Låt oss begränsa oss till sannolikheter i samband med risker. Vi ska genomgående se risker som kopplade till beslut. I beslutssituationer är tre grupper inblandade: beslutsfattare, nytto- och kostnadstagare, samt riskbärare. Grupperna kan vara mer eller mindre åtskilda. En aktivitet förenad med risker kan svara mot beslutssituationer på olika nivåer. I sin tur avgränsas därav de system som betraktas. Ett exempel är här vägtrafik åtföljd av trafikrisker. För den enskilde bilföraren är det sannolikheten för att under en bilfärd råka ut för en trafikolycka med konsekvenser för i första hand föraren själv som är av intresse. För kommunikationsministern är den enskilda olyckan ointressant, det är snarare sannolikheten för antal trafikdödade under ett år, som bl.a. styr hennes trafikpolitik. En uppgift om att antalet dödade trafikanter per persontrafikkilometer är säg 10^{-8} ger föga vägledning för den enskilde trafikanten, eftersom risken varierar mycket mellan förare, biltyp och bilkondition samt efter tid på dygnet och väder. När vi i fortsättningen ska diskutera skattningar av risker, och osäkerhet i dessa, är det viktigt att referera till beslutssituation och system.

Låt oss utgå från att vi i en beslutssituation har identifierat "oönskade händelser" och motsvarande konsekvenser – *riskidentifieringen.* Nästa steg i analysen är att söka skatta motsvarande sannolikheter (eller risker) – *riskskattningen.* För detta använder man sig i växlande grad av expertkunskaper, modeller och data. Tillgänglig information kan åskådliggöras i en "informationstrappa":



På det översta trappsteget har vi tillgång till långa stationära serier av data. Detta är den ur statistisk synpunkt ideala situationen, men tyvärr inte så vanlig i risksammanhang. Mittersta trappsteget representerar den situation, då vi har ett fåtal data som kombineras med modeller för systemet ifråga. På det nedersta steget har vi endast expertbedömningar att utgå från.

Vid den klassiska sannolikhetsskattningen är vi på det översta trappsteget och observerar andelen fel av n enheter, den relativa frekvensen X/n. Denna andel är en skattning av sannolikheten för fel, p. Under stabilitets- och oberoendeantaganden blir då "osäkerhets"- (konfidens-) intervallet för p

$$X/n \pm 2\sqrt{(X/n)(1-X/n)/n}$$

Om p är 10% blir felet då $\pm$ 6 % för n = 100 och $\pm$ 2 % för n = 1000. I risksammanhang är det ofta fråga om små sannolikheter och då blir som framgår av dessa exempel relativa skattningsfelet stort.

En vanlig situation i riskssammanhang är att endast få olyckor inträffat eller att det är fråga om att skatta risker med ett nytt system. Då får man söka kombinera kunskap om systemets logiska struktur med sannolikheter för komponentfel och därigenom skatta sannolikheten för systemkollaps. Felet i denna skattning är av två slag- val av modell och skattningar av felsannolikheter för komponenter. De senare kan i princip hanteras på traditionellt statistiskt sätt. Val av modell, felträd, innebär att man i princip ska försöka få med samtliga kombinationer av intialhändelser, komponentfel, som leder till systemkollaps. I praktiken måste man begränsa sig till "tänkbara men inte alltför osannolika" kombinationer. Det säger sig självt att det fel man härigenom får, är svårt att skatta men kan vara väsentligt. Ett sätt att kontrollera att man inte missat viktiga orsakskedjor är att använda sig av incidentstatistik. Incidenter svarar mot vissa kombinationer av initialhändelser på väg mot systemkollaps. Inträffade incidenter bör därför kunna återfinnas i felträdet.

Vi har hittills utgått från att det finns *en* sannolikhet för systemkollaps, som ska skattas. Detta är den klassiska frekventistiska definitionen. I synnerhet då det gäller att utnyttja expertkunskaper är den subjektiva sannolikhetsdefinitionen mer naturlig. Här associerar man en sannolikhet till varje *betraktare och händelse*. Med s.k. Bayesiansk metodik kan sedan betraktarnas *a priori*-sannolikheter kombineras med data för att ge en *a posteriori*-fördelning för sannolikheten. I stället för de klassiska konfidensintervallen får man här fördelningar för sannolikheten.

FÖRSIKTIGHETSPRINCIPEN I KEMIKALIEKONTROLLEN – PRAKTISK TILLÄMPNING

Sten Flodström, Kemikalieinspektionen

Människans storartade förmåga att handla står som bekant inte i rimlig proportion till hennes bristande förmåga att förutse konsekvenser. Lyckligtvis, eller kanske snarare som en följd av en långsamt förvärvad insikt om dessa våra begränsningar, är människan i långa stycken riskaversiv till sin natur. Hellre än att agera enbart för maximal vinst har vi snarare en tendens att minimera förlusterna i beslutsituationer under risk eller osäkerhet. Av självbevarelsedrift uppmanar vi ofta oss själva och varandra att "ta det säkra före det osäkra"; vi konstruerar och bygger hus, broar, fartyg etc. med mångdubbel säkerhet gentemot det vi kan förutse vara de värsta, realistiska påkänningar som sådana konstruktioner kan komma att utsättas för. I trafiken uppmanas vi att iaktta ett säkert beteende och t.ex. hellre än att göra en riskabel vänstersväng från en trafikerad landsväg in på en mindre väg, bör vi åka förbi avtagsvägen, vända längre fram på ett lämpligt ställe för att sedan kunna göra en relativt riskfri högersväng.

Sett i efterhand med facit i hand finns inom kemikalieområdet många exempel där en mer försiktig och förutseende hållning till riskerna för människan och miljön från kemiska produkter hade varit motiverad. Omfattande skador av DDT, PCB och andra persistenta ämnen på rovfåglar och marina däggdjur är klassiska exempel från miljön. Sjukdom, lidande och död orsakad av oskyddad hantering av cancerframkallande ämnen som asbest och vinylklorid har visat att det inte räcker med en analys av våra bristfälliga beslutsunderlag för att undvika skador.

En försiktighetsprincip har under de senaste årtiondena ingått som ett bärande element inom kemikaliekontrollen och många liknande verksamheter. Genom Lagen om hälso- och miljöfarliga varor infördes en allmän aktsamhetsprincip, med krav på långtgående försiktighetsmått, tillämplig för var och en som hanterar kemiska produkter. Senare lagstiftning som Lagen om kemiska produkter och förslagen till ny miljöbalk innehåller motsvarande och i vissa stycken mer långtgående regler.

I förarbeten och motiveringar till vår moderna kemikalielagstiftning konstateras att befintlig kunskap i allmänhet inte räcker för att säkert avgöra om och i vilken utsträckning en substans har en misstänkt miljö- eller hälsofarlig

effekt. Därför skall vi så långt praktiskt möjligt tillämpa en princip om "omvänd bevisbörda" när vi *bedömer* och drar slutsatser av osäkra data – ett ämne skall anses som skadligt tills dess det finns tillräckliga skäl att avskriva misstankarna. I fråga om *försiktighetsmått* påbjuds att vi i förväg skall vidta åtgärder för att undvika skada på människor eller miljö. Vi skall således inte invänta full bevisning innan vi vidtar riskbegränsande åtgärder:

> "Redan en på goda vetenskapliga grunder uppkommen misstanke om skaderisk utgör tillräcklig grund för ingripande [- - -] Den osäkerhet som i ett sådant fall kan råda rörande ett ämnes farlighet skall alltså inte gå ut över allmänheten utan drabbar den som vill marknadsföra varan i fråga" (prop. 1984/85:118)

Vi har således åtminstone två specialfall av försiktighetsprincipen:

- att en omvänd bevisbörda skall tillämpas i faro- och riskbedömningar
- att åtgärder skall vidtas redan då det finns rimlig misstanke om att skada kan uppkomma

Den omvända bevisbördan bygger på förutsättningen att misstankar om hälso- eller miljöfarlighet vilar på goda vetenskapliga grunder. Det måste alltså finnas ett sakligt underlag för misstankar om skadlig effekt som t.ex. experimentella data, trovärdiga fältstudier eller undersökningar av exponerade människor, eller åtminstone underbyggda och trovärdiga hypoteser om skaderisk. Detta underlag behöver dock inte vara fullt uttömmande och konklusivt. Å andra sidan behöver inte en kemikalie vara bevisat ofarlig för att inte drabbas av misstanke om skadlighet enligt principen om omvänd bevisbörda. Om befintliga data är omfattande, pålitliga och entydigt negativa och inga andra omständigheter talar emot dessa undersökningsresultat, räcker detta eftersom man på vetenskapliga och statistiska grunder omöjligt kan uppfylla krav på bevis av frånvaro av en viss effekt/egenskap. Man bör dock observera att de undersökningsmetoder som normalt används som underlag för faro- och riskbedömningar har en begränsad och ofta otillräcklig känslighet att påvisa effekt.

Det faktum att bedömningsunderlag saknas helt eller är ofullständigt i ett givet fall bör inte leda till vi automatiskt betraktar en kemikalie som potentiellt skadlig i dessa okända avseenden och vidtar alla försiktighetsmått. Samhällets begränsade resurser skall i första hand användas för att vidta åtgärder mot de substanser för vilka det faktiskt finns bevis eller indikationer på skadlig effekt. Databrist är i sig en form av kunskapsosäkerhet som omöjliggör eller försvårar säkra produktval men bör i allmänhet föranleda åtgärder med lägre grad av restriktivitet. Producenternas undersökningskyldighet måste poängteras i detta sammanhang och flera internationella aktiviteter syftar till att på sikt minska detta problem.

Ytterligare en komplikation med en strikt tillämpning av en omvänd bevisbörda ligger i den ibland vida tolkningsbredd som finns vid tolkning av vetenskaplig information. Enligt försiktighetsprincipen bör vi i sådana fall välja den av de vetenskapligt rimliga tolkningarna som ger den högsta skyddsnivån. Det är således inte givet att den vetenskapligt mest sannolika slutsatsen alltid skall väljas.

Beslut, rekommendationer och vägledning från myndigheter inklusive regering/riksdag skall vara vägledande för övriga aktörers egna faro- och riskbedömningar. Kemikalieinspektionens bedömningspolicy i fråga om hälso- och miljöfarlighet framgår bl.a. av reglerna för klassificering och märkning. Omfattande listor finns med bindande klassificering av kemikaliers farliga egenskaper som t.ex. miljöfarlighet, akut toxicitet, skadliga effekter på hud- och ögon, sensibilisering samt cancerframkallande, mutagena och reproduktionstoxiska egenskaper. För ej listade substanser krävs att producenterna själva tillämpar de bedömningskriterier som utgör grunden för myndighetens ställningstaganden.

Klassificering av en kemisk produkt medför i vissa fall automatiska restriktioner som kan ses som en tillämpning av försiktighetsprincipen. Ämnen som har särskilt allvarliga effekter får t.ex. inte fritt överlåtas till allmänheten. Detta gäller kemiska produkter som klassificeras som cancerframkallande, mutagena, fortplantningsstörande eller fosterskadande på den högre klassificeringsnivån. Vidare krävs särskilt tillstånd för privat hantering av produkter som är klassificerade som "mycket giftig", "giftig" eller "frätande" (med riskfras starkt frätande).

I internationella konventioner m.m. som t.ex. Rio-deklarationen, Agenda 21 och Esbjergdeklarationen åberopas försiktighetsprincipen ("precautionary principle" eller "precautionary approach") i många ställningstaganden. Någon uttömmande definition och tolkning av begreppet återfinns dock inte i dessa konventioner även om man i Rio-deklarationens princip 15 och Agenda 21 kapitel 19 slår fast att brist på vetenskaplig bevisning inte får användas som ursäkt för att skjuta upp kostnadseffektiva åtgärder för att förhindra miljöförstöring.

Försiktighetsprincipen har ingen enkel innebörd vare sig i fråga om hur vi skall bedöma risker eller när/hur vi skall tillgripa olika försiktighetsmått. Den är snarare ett proaktivt *förhållningssätt* ägnat att tillämpas i arbetet med att förebygga skador på människors hälsa eller i miljön.

Litteratur

Hanson, S.O.: Can we reverse the burden of proof? *Toxicology Letters* **90** (1997), 223-228.

Regeringens proposition 1984/85: 118. Kemikaliekontroll.

BESLUT UNDER OSÄKERHET I KLIMATFRÅGAN

André Zuber, Naturvårdsverket

En antropogent betingad inverkan på klimat kan ha allvarliga konsekvenser för miljö och samhälle. Vi måste idag ta beslut om åtgärder som har betydelse för klimat i en avlägsen framtid utan att ha en fullständigt klar bild om miljöproblemets art och allvar. Beslut under osäkerhet i klimatfrågan uppvisar stora likheter med beslut under osäkerhet i klassisk riskhantering av kemikalier och föroreningar. Där finns också skillnader i riskvärdering och riskhantering; ett förändrat klimat kan innebära ett hot mot hela världssamfundet samtidigt som kostnaderna för att undanröja hotet är mycket stora.

Växthuseffekten – från forskning till riskidentifikation

Begreppet växthuseffekt har funnits länge: redan 1827 liknade den franske matematikern J. Fourier atmosfären vid glaset i ett växthus som har förmågan att hålla kvar värmen nära marken. Begreppet utvecklades ytterligare av fysikern J. Tyndall kring 1860, han insåg den enorma betydelse som atmosfären och växthusgaserna har för klimatet. En tid därefter, 1895, gjorde S. Arrhenius detaljerade beräkningar av växthusgasers effekt på strålningsbalansen för att förklara de långsiktiga klimatförändringarna allt ifrån det betydligt varmare klimatet under tertiär fram till dagens postglaciala värmetid. Han fann bl.a. att en fördubbling av koldioxidhalten skulle ge ca 5-6 grader högre temperatur. Arrhenius insåg också att användningen av kol i industrin är en viktig källa till koldioxid i atmosfären.

Under första halvan av 1900-talet var inte intresset särskilt stort kring denna fråga, men efter andra världskriget väcktes intresset på nytt då återigen en sammankoppling mellan ökade utsläpp av koldioxid och en ökad växthuseffekt gjordes.

Med en större kunskap om samband mellan utsläpp av koldioxid, växthuseffekten och dess relation till klimat insåg allt fler forskare inom geovetenskaper att det finns en risk att människan kan påverka klimatet. Vid en gemensam konferens mellan UNEP/WMO/ICSU i Villach 1985 slog man fast att:

- Många beslut i sociala och ekonomiska frågor bygger på antagandet av ett oförändrat, stabilt klimat. Detta är inte längre ett bra antagande eftersom de ökande halterna av växthusgaser förväntas ge klimatförändringar under det närmaste århundrandet.
- Klimatförändringar är nära kopplade till andra miljöproblem som försurning och hot mot ozonskiktet, vilka beror på mänskliga aktiviteter. En minskad användning av kol och olja samt energihushållning för att minska dessa andra miljöproblem kommer att ha betydelse för utsläppen av växthusgaser.
- Trots att en framtida förändring av klimatet är svår att förhindra p.g.a. tidigare och pågående utsläpp, kan policies och regeringsbeslut som rör energihushållning och användning påverka graden och takten i klimatförändringen.

Dessa slutsatser från mötet i Villach blev utgångspunkten för en mer systematisk riskbestämning inom ramen för FNs klimatpanel (IPCC) och riskhantering inom ramen för FNs klimatkonvention (Rio 1992).

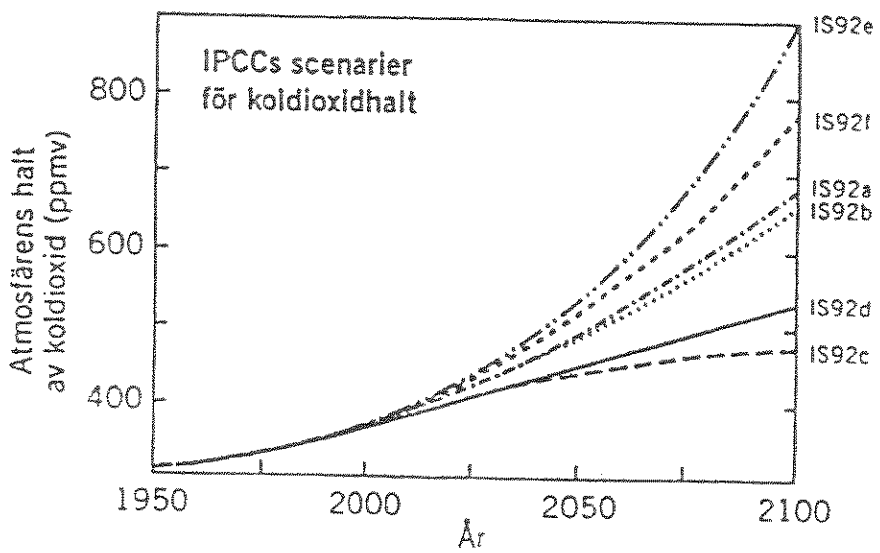
Utsläpp av växthusgaser – riskpanorama, riskbestämning och osäkerheter

Förbränning av kol, olja och gas ökar halten av koldioxid i atmosfären – från förindustriell nivå har halten nu ökat med ca 30 procent – och med en fortsatt användning av fossila bränslen kan halten ha stigit till den dubbla fram till år 2100. Andra växthusgaser som metan, CFC-gaser, troposfäriskt och stratosfäriskt ozon, dikväveoxid och luftburna partiklar, bidrar på olika sätt till att förändra jordens strålningsbalans och kan därmed inverka på klimatet.

Klimatet påverkas också av många andra faktorer som solinstrålning, havsströmmar, markens vithet (albedo), moln, etc.; en förståelse för hur utsläpp av koldioxid kan påverka klimatet kräver detaljerad kunskap om naturens processer och en analys av det komplexa systemets känslighet. En del av osäkerheten i denna känslighet är upplösningsbar, t.ex.bättre kvantifiering av kolets kretslopp förorsakad av upptag av koldioxid i havet. Det finns dock en osäkerhet som kan sägas vara genuin, som betydelsen av icke-linjära processer i klimatsystemet och risken för plötsliga överraskningar (som att havsströmmar ändrar riktning) och som svårligen kan upplösas med modeller eller experiment.

Riskerna med ökande halter av växthusgaser ligger framförallt i framtiden, men en framtid som redan idag kan kräva omläggning av energisystem. Olika *möjliga* utvecklingar studeras med hjälp av scenarier för utveckling av ekonomi, handel, industri och befolkning. Dessa scenarier visar dels osäkerheten i våra bedömningar men också på behovet av åtgärder för att minska utsläppen eller anpassning till ett framtida klimat.

Figur 1. Scenarier för halter av koldioxid enligt FNs klimatpanel (Figur ur NV Rapport 9781)



IS92e	*Hög ekonomisk tillväxt och stor kol- och oljeanvändning*
IS92f	*Hög befolkningstillväxt och stor kol- och oljeanvändning*
IS92a	*Medelbedömning*
IS92b	*Medelbedömning och CO_2-begränsningar för OECD-länder*
IS92d	*Låg befolkningstillväxt, liten oljeanvändning och stopp för avskogning*
IS92c	*Låg befolkningstillväxt, låg ekonomisk tillväxt och liten oljeanvändning*

För att studera miljö- och samhällseffekterna i framtiden kan man utgå från fördubbling eller tredubbling av halten koldioxid i atmosfären i förhållande till förindustriell nivå eller utifrån gränser för vad miljön tål, vilket kräver mycket omfattande kunskaper om såväl klimatsystemet som ekosystem och samhälle.

Riskbestämning och dess osäkerhet

Utan kraftfulla åtgärder mot de fortsatta utsläppen ger FNs klimatpanel följande "bästa bedömning" av effekter omkring år 2100.

- Jordens medeltemperatur ökar med mellan 1 och 3,5 grader.
- Havsytan kan stiga med ca 50 cm, men med en osäkerhet i bedömningen i intervallet 15 - 95 cm.
- Det hydrologiska kretsloppet förväntas bli mer intensivt. Förändringar i nederbörden ökar risken för såväl torka som översvämningar.

Förändringar i temperatur och nederbörd förändrar förutsättningarna för jord- och skogsbruk, handel och ekonomi och kan därmed ha en destabiliserande verkan på det politiska planet. Vissa länder kan komma att drabbas mycket hårt vid en höjning av havsytan, i synnerhet som en mycket stor andel av världens befolkning lever i låglänta kustnära områden.

Osäkerheten i riskbestämningen ökar i kedjan från utsläppen – kolets kretslopp – växthuseffekten – effekter på klimatsystemet – klimatförändringar regionalt – effekter på jord- och skogsbruk, handel och ekonomi. Effekterna av klimatförändringar enligt "bästa bedömning" kan vara allvarliga, men extremvärdena i riskbestämningen kan ge rent katastrofala effekter. Denna typ av osäkerhet i riskbestämningen måste hanteras särskilt omsorgsfullt eftersom vi kanske inte har samma möjlighet att vända en utveckling inom klimatområdet som inom andra mer klassiska riskområden.

Globalt sett kanske uthållig produktion av livsmedel blir avgörande för hur vi agerar i klimatfrågan: effekterna på jordbrukssektorn är svåra att kvantitativt bedöma men riskerna är stora att jordens "kornbodar" förvandlas till torra marginalområden vid ett varmare klimat, som ökar avdunstning från mark och vegetation. Exempelvis bedömer FNs klimatpanel att en fördubbling av koldioxidhalten kan ge förändrat skördeutbyte för vete som spänner mellan -100 procent till +234 procent för Nordamerika.

Riskuppfattning och riskvärdering

Klimatfrågan kan komma att beröra alla delar av samhället, men är i nuläget framförallt en fråga för mellanstatliga kontakter. Det finns också ett stort antal miljöorganisationer som följer frågan. Riskerna av effekterna av en klimatförändring uppfattas och värderas mycket olika i olika länder. OPEC-länderna är helt beroende av sin export av olja och gas och dessa länder framhåller att kun-

skaperna om relationen mellan koldioxid och klimat är otillräcklig. Andra länder med lågt liggande kustområden och små ö-riken uppfattar potentialen av en förändrad havsnivå som ett absolut hot mot fortsatt existens. Det finns stora spänningar mellan u-länder och i-länder; u-länderna uppfattar begränsningar i användningen av fossila bränslen som ett hot om fortsatt utveckling och att det är en orättvis fördelning av bördor och resurser.

Bland allmänheten uppfattas inte en klimatförändring särskilt hotfull; detta beror på att risken ligger i en avlägsen framtid och därmed inte drabbar den egna personen. Många stora företag (bl.a. försäkringsbolag i USA) tar däremot med klimatfrågan i sina riskbedömningar.

Stora risker - stora kostnader

En riskvärdering inom klimatområdet handlar om mycket stora potentiella effekter i framtiden samtidigt som kostnader för åtgärder också är mycket höga. I huvudsak handlar det om att avväga om vi i dag har tillräckliga kunskaper om risker för att ta till kostsamma snabba åtgärder för att begränsa användningen av fossila bränslen *eller* om vi ska avvakta till dess att vi vet mer om klimatsystemen och har utvecklat ny energiteknik, och kunskaper om anpassning.

Riskhantering - beslut under osäkerhet

FNs klimatkonvention från Rio 1992 lägger fast målet på en global skala:

> "[- - -] att atmosfärens koncentration av växthusgaser stabiliseras på en nivå som skulle förhindra en farlig antropogen störning i klimatsystemet [- - -]"

Som ett första steg har i-länderna förbundit sig att stabilisera utsläppen av koldioxid fram till år 2000. För att få ytterligare kunskaper om växthusgaser, klimatsystemet och tekniska möjligheter för minska utsläpp kräver konventionen att parterna ska bidra med sina kunskaper och erfarenheter. Konventionen lägger också fast ett antal principer som vägledande, bl.a. uthållig utveckling, rättvis fördelning i bördor mellan i- och u-länder, försiktighetsprincipen, anpassning av åtgärder till ländernas specifika behov och möjligheter, samt kostnadseffektivitet och erkännande av frihandel. Parterna i konventionen måste också komma överens om vilka åtgärder som ska till efter år 2000. Strategien för riskhantering måste därför vara mångfacetterad och omfatta bl.a. kostnads-

effektiva lösningar, gemensamt genomförande mellan stater av olika åtgärder, samt betona värdet av energieffektivisering.

Inom klimatkonventionen har man ännu inte en bra bild av alternativen för beslut och deras utfall; det är därför i nuläget inte möjligt att göra en analys enligt olika kriterier (t.ex. maximum-likelihood, minimax-regret). Troligen kommer dessutom olika parter att värdera utfallen olika. Den kanske viktigaste aspekten vid internationella förhandlingar är att parterna ska känna att resultatet är rättvist.

Principer vid beslut under osäkerhet

I avvaktan på bättre kunskaper om riskerna och våra möjligheter att hantera riskerna måste vi fortlöpande fatta beslut. I första hand söker man finna *robusta strategier* för riskreduktion. I detta sammanhang är det viktigt att minnas att beslut inom *andra* politikområden än miljöpolitik har stor betydelse för utsläpp av koldioxid och klimatfrågan. Exempel på sådana områden är skattepolitik, industripolitk och energipolitik. I Sverige har tidigare beslut om storskalig satsning på kärnkraft och ett minskat beroende av import varit avgörande för att minska utsläppen från fossila bränslen. En annan viktig faktor är att eftersom kostnaderna för åtgärder är stora i samhället får ekonomiska principer och överväganden en dominerande betydelse i beslut i klimatfrågan. Kostnaderna för åtgärder mot utsläpp av koldioxid med medelhöga ambitioner bedöms vara 3–4% av BNP.

Principer på ekonomiska grunder

No-regrets policy, (plus-plus-beslut, win-win-situationer) ger både lägre kostnader i sektorn eller samhället och minskade utsläpp. Denna princip är helt okontroversiell. Ett exempel på no-regrets policy är borttagande av subventioner på kol, som förhindrar en snabb energieffektivisering, ett annat är subventioner som bidrar till avskogning i tropiska områden.

För att reducera utsläppen framhåller man ofta *Polluter-Pays-Principle*, förorenaren ska betala för skadan av utsläppet. Tillämpningen av principen kan innebära att man inom energiintensiv industri eller andra sektorer med utsläpp av koldioxid tar bort subventioner, eller lägger skatt eller avgifter på utsläppen. Problemet med att tillämpa principen fullt ut är att de faktiska skadorna främst ligger i framtiden. Nära besläktad med denna princip är i Sverige *principen att varje verksamhet ska bära sina egna kostnader*; exempel är att ta bort subventioner för tjänstebilar och avdragsrätt för resor till och från arbetet.

Ett viktigt styrmedel är olika *miljöskatter* och *miljöavgifter* relaterade till klimatfrågan. Storleken kan sättas i relation till vad marknaden tål eller i relation till dess effekt att minska utsläppen. Ofta används skatteväxling för att uppnå något politiskt mål. Principen om kostnadseffektiva lösningar och *cost-benefit* analys är inte enkelt tillämpbar inom klimatområdet; den kan tillämpas för att nå ett visst mål för utsläppsreduktion, men svårigheter finns när nytta av utsläppsbegränsningar ska kvantifieras.

Principer grundade på riskreduktion

I många länder tillämpas tekniskt orienterade strategier som *Best-Available-Technology* för anläggningars prestanda. Nära besläktad med Best-Available-Technology är riskhantering med betoning på en bedömning av nytta i förhållande till kostnader. Även ALARA-principen (As Low As Reasonably Achievable) kan sägas tillämpas i riskhantering i klimatfrågan, men den nämns inte explicit med detta namn.

Information till allmänheten om klimatfrågan och behovet att minska utsläppen, minska resandet, spara energi etc. framhålls av centrala myndigheter som en viktig komponent i riskhantering under osäkerhet. Detta är helt i linje med ett ökat ansvar för miljöfrågorna nära människan. Naturvårdsverket har därför omfattande informationsplaner i klimatfrågan.

Forskning och utveckling inom klimatområdet omfattar både den naturvetenskapliga delen om klimatsystemet och teknikutveckling för nya energiformer och effektivisering och hur vi kanske kan anpassa samhället till ett förändrat klimat.

Framtidens beslut inom klimatområdet

Osäkerheterna i klimatsystemens känslighet och analyser av olika handlingsalternativ kommer säkerligen att minska under de närmaste åren. Besluten inom riskhanteringen kommer att vara en mix av åtgärder; fortsatt forskning och utveckling, marknadsorienterade lösningar och gemensamma tekniska krav.

Inom konventionen föreslås en tredelad strategi som ska träda i kraft efter år 2000. El-marknaden blir ett separat område som på sikt kan bli gemensam i stora omården (så är fallet i Skandinavien). Det andra området är tung energiintensiv industri, som idag i praktiken redan är hårt konkurrensutsatt och produktionen sker där kostnaderna är lägst (exempelvis metallindustri). Det tredje området är fossila bränslen för att värma bostäder och för transporter, där länderna själva måste finna effektiva lösningar. Osäkerheterna kommer till stor del att

kvarstå inför dessa beslut, men det viktiga i nuvarande läge är att reducera risken.

Litteraturhänvisningar

IPCC: *Second Assessment Climate Change 1995*, WMO (Genève)/UNEP (Nairobi). Kan beställas via Naturvårdsverket som Rapport nr 9785 (1996).

Klimatet i förändring – orsaker, effekter, åtgärder – IPCCs senaste fakta. Naturvårdsverket Rapport nr 9781(1996).

Molander, Per: *Miljön som långsiktig restriktion.*. Bilaga 2 till Långtidsutredningen, Finansdepartementet (1994).

Tabell 1. Relativa osäkerheter i olika delar av riskbestämning i klimatfrågan.

Parameter	**Osäkerhet**	**Kommentar**
Växthusgasers utsläpp och kretslopp	Liten	God statistik finns för CO2
Växthuseffekten	Medium	Viss osäkerhet för partiklars betydelse
Samverkan mellan hav, atmosfär, ekosystem	Medium till hög	Grundläggande osäkerhet i klimatsystemets känslighet
Klimatförändringar, temp, nederbörd	Medium till hög	Stor osäkerhet för regioner
Effekter på jordbruk, skogsbruk och samhälle	Hög	Anpassning? Kostnader? Sociala konsekvenser?

FÖRSIKTIGHETSPRINCIPEN – MAGNETFÄLT OCH CANCER

Ulf Bergqvist, Arbetslivsinstitutet

Vetenskaplig bakgrund

Man har sedan slutet på 70-talet i ökad omfattning diskuterat möjligheten att exponering för lågfrekventa magnetfält med låg styrka skulle kunna ge upphov till olika hälsoeffekter som cancer, reproduktionsstörningar eller "elkänslighet". Forskningsinsatserna har också varit stora, men har inte lett till några belägg för att måttlig exponering för lågfrekventa magnetfält skulle leda till ökade risker för oönskade graviditetsstörningar eller symptom som förknippas med "elkänslighet".

När det gäller cancer har man dock i en del epidemiologiska studier noterat ökade risker för vissa cancerformer i situationer med en måttlig förhöjd exponering för magnetfält. Detta gäller dels leukemi hos barn i närheten av kraftledningar, dels vissa former av leukemi och hjärntumörer hos vuxna som i sitt yrkesliv exponeras för förhöjda nivåer av magnetfält. Det finns dock flera svårigheter vid tolkningen av dessa studier; bl.a. att (1) de inte är konsistenta sinsemellan (t.ex. vuxenstudierna), (2) det har varit svårt att förbinda riskökningen med uppmätta fältnivåer (barnstudierna), (3) den relativt låga riskökningen och de få fallen gör studierna relativt känsliga för inverkan av andra möjliga riskfaktorer, samt (4) man inte vet vilket mått på fältet (medelvärde, toppexponering) som är relevant.

Den senaste kommentaren hänger ihop med att man f.n. inte har någon klart belagd mekanism för hur dessa relativt låga nivåer av magnetfält skulle påverka biologiskt material – även om flera förslag i den riktningen framkommit genom åren. Man saknar också i stort sett bekräftande djurförsök som visar att magnetfältsexponering leder till ökad förekomst eller tillväxt av cancer eller tumörer.

Kriteriegruppen för fysikaliska riskfaktorer vid Arbetslivsinstitutet har därför gjort bedömningen att (1) exponering för lågfrekventa magnetfält är en möjlig riskfaktor för uppkomst av vissa cancerformer, men (2) att dessa misstankar inte är tillräckligt starka för att ligga till grund för tvingande gränsvärden [1,2].

Olika principiella system för reducering av exponering

Kriteriegruppen gjorde också en översyn över vilka system för riskreducering som in princip skulle kunna vara tillämpliga på olika situationer [3]. Det framkom att tre sådana system kan beskrivas:

1. Hälsobaserade tröskelvärden – där vetenskapliga belägg finns för existens av ett "tröskelvärde" under vilket ingen överrisk föreligger, medan exponering över detta tröskelvärde leder till ökade hälsoeffekter. Detta system utgör normalt grunden för gränsvärden.
2. Optimering av verksamhet – där sannolikheten för uppkomst av t.ex. cancer har visats öka med ökande exponering, men där det inte nödvändigtvis finns någon undre gräns under vilket sannolikheten för skada ("risk") är noll. ALARA (As Low As Reasonably Achievable) ingår som en komponent i detta system.
3. Någon form av försiktighetsstrategi eller "prudent avoidance", som skulle kunna tillgripas i en situation där en "rimligt stark" misstanke om påverkan föreligger, men där man också har möjligheten att det inte föreligger någon sådan påverkan – dvs. en situation av osäkerhet.

Kriteriegruppen fann att förutsättningar inte förelåg för att något av de två första systemen skulle tillämpas på exponering för lågfrekventa magnetfält av låg eller måttlig styrka (under 100 μT), men uttalade som sin åsikt att det tredje systemet skulle kunna vara tillämpligt. Gruppen påpekade samtidigt att ett beslut om detta med nödvändighet måste innefatta socio-ekonomiska hänsyntaganden, något som låg utanför gruppens mandat.

Formulering av försiktighetsprincipen

Arbetarskyddsstyrelsen, Boverket, Elsäkerhetsverket, Socialstyrelsen och Statens strålskyddsinstitut har tillsammans ställt sig bakom en försiktighetsprincip vad gäller exponering för lågfrekventa magnetfält [4], motiverat av de misstankar som föreligger vad gäller möjlig cancerpåverkan, med följande inriktning:

I situationer där exponeringen starkt avviker från vad som kan anses vara normalt i den aktuella miljön, och där åtgärder som innebär rimliga kostnader och konsekvenser i övrigt är möjliga, bör man försöka minska denna exponering. Vid nya installationer bör åtgärder för att begränsa exponering övervägas redan på planeringsstadiet.

Skriften fortsätter sedan med en diskussion av vad som avses med "normala nivåer" och "rimliga kostnader". Vidare diskuteras omfattningen av den

möjliga riskökningen för cancer, liksom mer i detalj den medicinska bakgrunden. Några exempel på kostnadsberäkningar ges också.

Problemets omfattning

Utifrån några svenska epidemiologiska studier har man gjort försök att uppskatta hur många fall av barnleukemi respektive vuxencancer som skulle kunna förklaras av magnetfältsexponering *om vi utgår från att de riskökningar som erhölls i dessa studier är "sanna"*. Av totalt ca 40 000 fall av vuxencancer per år skulle – i så fall – upp till 100 kunna bero på magnetfältsexponering i yrkeslivet. Av de ca 50-70 barnleukemifall som inträffar varje år, skulle kanske 1 av dessa – om hypotesen är riktig – kunna hänföras till exponering för magnetfält. Enligt min uppfattning leder detta till två slutsatser:

1. Oavsett om magnetfältsexponering skulle vara förbunden med ökad cancerrisk eller ej, så måste rimligen de viktigaste orsakerna till cancer och även till de här diskuterade cancerformerna sökas på annat håll.
2. Denna lilla möjliga riskökning för t.ex. barnleukemi innebär å andra sidan att vi inte kan förvänta oss att kunna spåra den i den allmänna cancerutvecklingen över tid – tillskottet (om det finns) drunknar rimligen i "bruset".

Jag anser att dessa två slutsatser ytterligare belyser det rimliga i försiktighetsprincipen; man uppmanar till relativt enkla och billiga åtgärder för att minska en onödig exponering, men avstår från mer genomgripande eller obligatoriska åtgärder som inte kan motiveras av den osäkra vetenskapliga bakgrunden.

Referenser

1. Bergqvist U (1995): Epidemiologiska studier av eventuellt samband mellan magnetfältsexponering och cancer i yrkesmiljö - en översikt. *Arbete och Hälsa* 95:11.
2. Kriteriegruppen för fysikaliska riskfaktorer (1995): Magnetfält och cancer – ett kriteriedokument. *Arbete och Hälsa* 95:13.
3. Kriteriegruppen för fysikaliska riskfaktorer (1995): Bedömningar vid framtagande av ett vetenskapligt underlag för begränsning av exponering. *Arbete och Hälsa* 95:12.
4. *Myndigheternas försiktighetsprincip om lågfrekventa elektriska och magnetiska fält - en vägledning för beslutsfattare.* Arbetarskyddsstyrelsen, Solna (ADI 477).

GENTEKNIKEN, GMO OCH FÖRSIKTIGHETSPRINCIPEN

Ulla Swarén, SA Konsult, Bohusgatan 53, 116 67 Stockholm

Den moderna biotekniken eller gentekniken kan illustrera hur olika parter i samhället reagerar på en ny teknik. Jag skall kort dröja vid gentekniken som sådan och sedan speciellt vid s.k. genetiskt modifierade organismer (GMO).

Det har på sistone sagts mycket i svenska massmedia om livsmedel som innehåller GMO eller produkter från sådana organismer. Konsumentmotståndet tycks ha ökat och flera livsmedelskedjor har tagit konsekvenserna av detta. Vi har här ett exempel på en mer eller mindre väl genomtänkt och medveten tillämpning av en "försiktighetsprincip" hos många *konsumenter* (ibland kanske kombinerad med etiska/moraliska invändningar mot användning av genteknik för framställning av produkten) och en i vart fall affärsmässigt välgrundad sådan princip hos *handeln*.

Men det hela började mera dramatiskt än så – med *forskarsamhällets* reaktion på de vetenskapliga genombrott, som möjliggör genöverföring från en organism till en annan och från en art till en annan på ett alltmer kontrollerbart sätt och vid sidan av reproduktionen. Vid den s.k. Asilomarkonferensen i USA 1975 överenskoms om ett frivilligt moratorium vilket självfallet bidrog till att uppmärksamheten fokuserades på just risksidan av den nya tekniken snarare än möjligheterna. Med ökande kunskap och minskad oro i vetenskapssamhället sköt forskningen som bekant senare fart igen världen över.

Men vad är egentligen vetbart? Vilka risker kan det röra sig om? Och hur har *politiker* och *ansvariga myndigheter* reagerat?

Den allmänna genteknikdebatten har i stor utsträckning varit fokuserad på det medicinska området, särskilt utökade möjligheter att spåra ärftliga sjukdomar och direkt genterapi på människa. Genetiskt modifierade organismer, vare sig det är växter, djur eller mikroorganismer, innebär naturligtvis ganska annorlunda frågeställningar.

En förutsättning för hälsorisk genom exponering för GMO via miljön eller risk för miljön som sådan är att organismen överlever och har förmåga till spridning genom förökning eller överföring av genetiskt material till andra organismer t ex genom korsning med besläktade arter, överföring via plasmider eller virus eller direktupptag av DNA som är möjligt bl.a. i fråga om bakterier. En spridning av någorlunda omfattning förutsätter dock att att en ny organism har klara konkurrensfördelar i ett eller flera hänseenden, vilket i princip gäller

alla biotopfrämmande organismer oberoende av om de är naturligt förekommande eller ej.

Potentiella hälsorisker som diskuterats är t.ex. ökad antibiotikaresistens hos patogena bakterier genom ökad spridning av gener för sådan resistens i växtförädlingen och svårfunna förändringar i den kemiska sammansättningen av ett livsmedel genom inverkan av en ny gen på genomet i stort i den levande råvaran. En miljörisk föreligger om en i miljön introducerad ny organism kan tänkas ta för sig och direkt eller indirekt, genom t.ex. föränding av näringstillgång eller andra livsförutsättningar för på platsen befintliga arter, reducera populationer inom en art eller ändra balansen mellan arter och eventuellt därigenom även få effekter på ekosystemnivå. Man har också spekulerat över andra möjligheter såsom inverkan på de stora biogeokemiska förloppen t.ex. om en kvävefixerande organism av ny typ skulle få storskalig spridning.

Det var bl.a. från erfarenheter av introduktion av främmande – men "naturliga" – organismer i ny miljö som man i början kunde hämta ganska god näring för att formulera ett antal riskaspekter med GMO som inte borde negligeras. Spåren av såväl avsiktliga som oavsiktliga sådana introduktioner förskräcker [1, 2, 3] även om mörkertalet naturligtvis är stort; nya arter överlever ofta ej, än mindre kan de etablera sig i miljön. Vad gäller växter kan tilläggas att de senaste hundra årens förädlingsarbete illustrerar att resultatet snarare är att en ny sort inte klarar sig utanför åkern än tvärtom.

Länge var GMO en forskningsfråga i laboratoriet och då särskilt användning av mikroorganismer. Men en ny diskussion tog fart på allvar i slutet av 1980-talet i flera länder liksom på internationell nivå och då inte minst om introduktion i miljön av GMO. Så antogs t.ex. inom EG två bindande direktiv redan 1990, ett om s.k. innesluten användning av genmodifierade mikroorganismer [4] och ett annat om riskkontroll vid avsiktlig utsättning i miljön av alla slag av GMO [5], något som alltid skulle fordra tillstånd.

I Sverige hade Naturvårdsverket 1989 initierat en utredning om behovet av forskning på området [1] – vilken senare också ledde till genomförandet av ett flerårigt forskningsprogram – men man bedömde inte behovet akut av särskild kontroll av GMO utöver vad t.ex. en generell miljöskyddslagstiftning medgav. En heltäckande speciallagstiftning med avseende på utsättning i miljön och marknadsföring av produkter med (levande) GMO är numera i kraft sedan 1995 [6]. Den ansluter i princip till motsvarande EG-direktiv med tillägget att även etiska hänsyn skall tas vid bedömning av alla GMO-verksamheter.

I Sverige hade opinionen inte varit stillatigande i fråga om vad man på olika håll ansåg vara dröjsmål att införa som minimikrav, nämligen EG:s direktiv, alternativt ett totalförbud mot GMO samtidigt som myndigheter och statsmakten arbetade på i sin takt. Bl.a. hade Naturvårdsverket antagit en egen policy beträffande GMO-kontroll i februari 1992 och jobbat vidare med såväl möjlig-

heter som risker med modern bioteknik [7]. Frågan hade varit uppe i riksdagen flera gånger och mer än en statlig utredning hade behandlat densamma, särskilt då den s.k. Genteknikberedningen [8]. Men man kan nog lugnt säga att meningarna inte bara då utan alltjämt är mycket delade om riskerna och graden av kunskapsosäkerhet.

Kunskapsosäkerheten har emellertid haft ett inflytande på den kontrollstrategi som man valt på EU-nivån, med riskbedömning fall för fall, "case-by-case", och steg för steg, "step-by-step", vid introduktion av en GMO i miljön med successiv dokumentation av bl.a. genstabilitet, spridning och effekter på omgivningen fram till ett eventuellt produktgodkännande där användaren i så fall inte längre behöver ha tillstånd för enskilda utsättningar (fig.1). Observera att lagen när det gäller produkter med "levande" GMO gäller generellt och alltså även oavsiktlig tillförsel till miljön från t.ex. läkemedel eller livsmedel.

Genom bestämmelsernas konstruktion finns, åtminstone på pappret, en mycket långtgående manifestation av försiktighetsprincipen. Vid den faktiska tillämpningen kommer emellertid bl.a. kunskapsosäkerheten in. Mitt intryck är dock att Sverige och några andra länder hellre "fäller" än "friar" här; det finns också en tendens att man t.ex.omgärdar utsättningsförsök med så stränga villkor att det blir svårt att i praktiken studera t.ex. eventuell spridning utanför området. En ökande internationell erfarenhet av geners uttryck och påverkan på andra gener i en organism liksom av det komplexa samspelet mellan olika organismer i de naturliga ekosystemen bör i princip förbättra tillförlitligheten i riskbedömningarna. Problemområdet är dock så pass svårt att vi troligen kommer att få leva med en betydande kunskapsosäkerhet under lång tid. Personligen tror jag att de verkliga miljöriskerna är mycket små och i förekommande fall främst lokala *men* sannolikheten för att en mycket obehaglig konsekvens uppträder kan inte åsättas någon klar övre gräns.

Jag vill slutligen igen erinra om att mycket av vad som sägs om GMO kan gälla även andra biotopfrämmande organismer. Den lagstiftning vi (och EU) har är för övrigt inte heller inriktad på varje av människan framkallad genetisk förändring. Avsiktligt inducerade men slumpvisa mutationer åstadkomna genom strålning eller kemikalier täcks exempelvis inte in. I fig. 2 (modifierad från 7) symboliserar den yttre cirkeln alla främmande organismer inklusive sådana framtagna med bioteknik i vid bemärkelse, den innersta cirkeln den verkliga, icke kända miljörisken och mellancirkeln en "ideal" omfattning av en riskkontroll med avseende på alla främmande organismer.

Fig. 1. Utveckling av en GMO-produkt. System för riskkontroll.

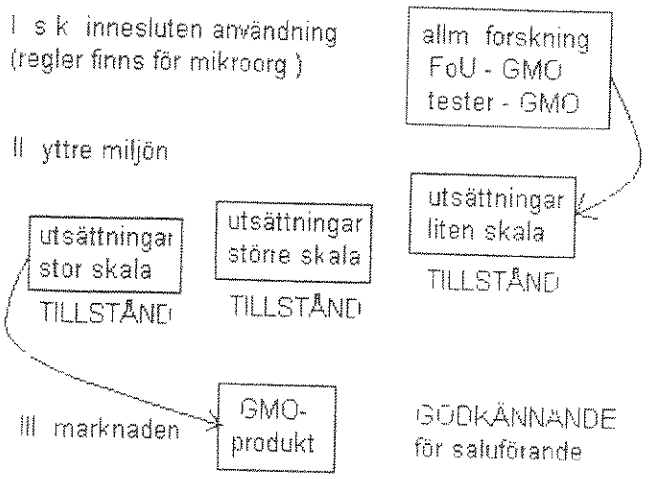
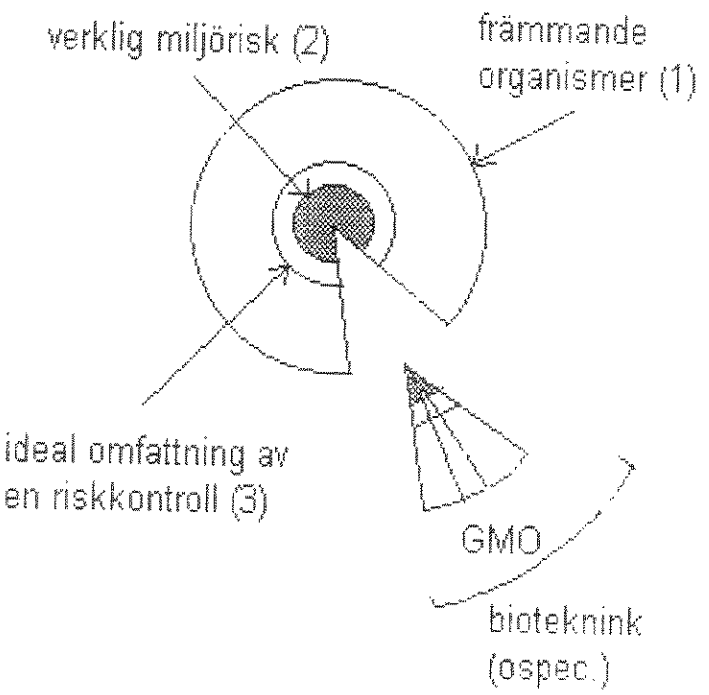


Fig. 2. Riskkontroll vid introduktion av främmande organismer.
Obs att proportionerna mellan delområden är godtyckliga.



Naturliga men mer eller mindre exotiska växter och djur regleras i någon mån redan i Sverige t ex beträffande import eller faller under allmänna bestämmelser om t ex djurskydd. Oavsiktliga utsläpp av främmande organismer med ballastvatten från fartyg med i vissa fall dokumenterade stora negativa effekter på ekosystem uppmärksammas alltmer i det internationella samarbetet och i vårt land arbetar bl.a. Naturvårdsverket med förslag till en mera konsekvent syn på främmande organismer.

Beträffande GMO finns inom EU i dag starka strävanden efter mera generella regler, dvs att kunskapen skulle medge avsteg från fall till fallbedömningar genom att grupper av organismer buntas ihop i bedömningar. Här synes dock den officiella svenska attityden vara mera försiktig; kanske är det svårt att utan mycket konkret underlag ha en uppfattning huruvida nuvarande system verkligen motverkar en positiv utveckling på ett sådant sätt att hänsyn till riskaspekten inte står i rimlig proportion till nyttoaspekten.

Referenser:

1. Kjelleberg, S. m.fl.: Ekologiska risker med spridning av transgena organismer. Naturvårdsverket Rapport 3689, 1990
2. Biologisk mångfald (red. Mats O.G. Eriksson och Linda Hedlund). Naturvårdsverket Rapport 4138, 1993
3. Kristina Jansson: Främmande arter i marin miljö. Naturvårdsverket Rapport 4351, 1994
4. Rådets direktiv av den 23 april 1990 om innesluten användning av genetiskt modifierade mikroorganismer (90/219/EEG), med senare ändringar.
5. Rådets direktiv av den 23 april 1990 om avsiktlig utsättning av genetiskt modifierade organismer i miljön (90/220/EEG), med senare ändringar.
6. Lag resp. förordning om genetiskt modifierade organismer, SFS 1994:900 resp. 1994:901 med senare ändringar.
7. Swarén, U. och Andersson, I.: Bioteknik för en miljöanpassad utveckling. Naturvårdsverket Rapport 4168, 1993.
8. Genteknikberedningen: Genteknik – en utmaning. SOU 1992:82.

DISKUSSIONSREFERAT

Rapportör: Ulla Swarén, Riskkollegiet

Diskussionspanelen

Ordförande: Bo Lindell (BL).
Panelmedlemmar: Ulf Bergqvist (UB), Sten Flodström (SF), Sven Ove Hansson (SOH), Ulla Swarén (US), Torbjörn Thedéen (TT), André Zuber (AZ).

Kommentarer inspirerade av föredragen

SOH konstaterar att de avslutande föredragen illustrerar komplexiteten i praktiska beslutssituationer och behovet av annat än de mest förenklade beslutsteoretiska modellerna.

TT tar upp olika grad av datatillgänglighet och anknyter till föredraget om klimatet. Här har bra modellanalyser gjorts men beträffande klimatförändringar och koldioxidutsläpp kan man bara dra statistiska slutsatser att inget motsäger ett samband. Typiskt exempel där man får arbeta på "mittrappan", med vissa naturvetenskapliga vädermodeller som nog i sig är väl verifierade men där långa tidsserier saknas och mycket annat än de så kallade växthusgaserna kan ha inverkat. Liknande situationer på många andra områden. För t.ex. leukemi gäller att även om mycket data finns så säger de inget om orsakssamband i det enskilda fallet.

SOH tycker brist på långa empiriska dataserier ibland är positivt eftersom det kan vara ett tecken på att vi i bästa fall har hanterat problemen innan de blivit mycket allvarliga.

SF lyfter fram frågan om "onödiga exponeringar" som en poäng i föredraget om elektromagnetiska fält. I de fall man lätt och utan stora kostnader kan åtgärda även en mycket hypotetisk risk, så varför inte göra det, exempelvis i nyproduktion av bostäder och arbetsplatser.

UB har erfarenhet av att myndigheter i andra länder har mycket olika möjlighet att ta upp denna typ av "mjuka" ståndpunkter, till följd av skillnader i rättssystem, och anser att vi – än så länge – är lyckligt lottade i Sverige. Enligt kolleger i t.ex. Storbritannien kan man där absolut inte agera som vi; det måste kunna försvaras inför domstol och skulle enligt dem inte hålla.

TT ser en fara i beslut som enbart innebär förbud eller gränsvärden från myndigheters sida. Om sådant med tillämpning av försiktighetsprincipen drivs mycket långt slutar det i ett samhälle som inte blir så mycket säkrare därför att man inte ser de sammanlagda effekterna. Diskutera gärna den s.k. bubbelmodellen [t.ex.. ett tak för utsläpp av farliga ämnen inom ett bestämt område där "utsläpparna" kan köpa och sälja rättigheter mellan varandra, rapportörens anmärkning]. När de värsta farorna på sikt tagits bort, bör man i stället rikta ljuset mot dem som utsätts för risken snarare än mot dem som alstrar risken.

Nytta och andra icke-naturvetenskapliga aspekter i riskvärderingen

US påpekar att ny teknik eller nya produkter erbjuder särskilda problem i riskvärderingen. Där erfarenheten är begränsad är det lätt att säga "Slå till bromsarna medan vi skaffar mer information" – utan att den möjliga nyttan då kommer in i bilden. Försiktighetsprincipen kan drivas för långt. En annan sak är att det finns fall där den potentiella risken bedöms så stor att alla nyttor måste vika. Lagstiftning i många andra länder eller internationellt brukar inte inkludera nyttobedömning, etiska hänsyn eller dylikt, det anses väl svårt. Men eftersom det i praktiken torde vara omöjligt att fatta beslut utan någon form av risknyttabedömning, kan man ibland under hand ändå få ett erkännande att "jovisst, man har tagit hänsyn också till andra faktorer än den naturvetenskapliga riskbedömningen".

BL understryker svårigheterna när man bryter ut en risk ur dess sammanhang. När det talas om "acceptabel risk" ges intrycket av att det verkligen finns en sådan, som det gäller att hitta. Vad man accepterar eller inte accepterar är emellertid inte risken som sådan utan det som åstadkommer risken. Med det synsättet tvingas man dra in nytta och andra synpunkter i sitt beslut.

SOH nämner som exempel en kommitté för hygieniska gränsvärden för kemiska ämnen i arbetsmiljön i Tyskland, vilken enligt alla instruktioner och uttalanden bara gör medicinska bedömningar. Dock kan det lätt visas att så inte är fallet utan att de också ser till ekonomi/nytta.

TT instämmer i att man aldrig kommer ifrån en risk-nyttaavvägning även om det är svårt många gånger såsom att väga vinst i kronor mot hälsa Lättare med t.ex. läkemedel där hälsa vägs mot hälsa och där också betydligt större risker (biverkningar) accepteras mot allvarliga sjukdomar än i andra sammanhang. Inte heller viktigt att pressa ner alla risker till samma nivå på alla områden; resurserna bör sättas in där de är mest effektiva vilket också har med nyttan att göra.

UB hänvisar till "de fem myndigheternas" dokument om elektromagnetiska fält och cancer där jämförelser gjorts med andra verksamheter, t.ex. vägverket, och kostnader för att uppnå ett visst resultat. Tillämpas den angivna beräk-

ningsmodellen för kostnadsjämförelser på exempelvis Bergshamrafallet [ett område nära Stockholm där de boende önskat nedgrävning av vissa kraftledningar, rapportörens anmärkning], bör resultatet bli att inga åtgärder vidtas.

TT menar att jämförelser mellan olika verksamheter ibland kan vara vanskliga men att kostnads-nyttakalkyler är särskilt användbara inom ett och samma område där handlingsalternativ finns för riskreduktion som hos vägverket.

Bo G. Pettersson från Socialstyrelsen påminner om att myndigheterna måste göra konsekvensutredning vid gränsvärdessättning, dvs. en sorts hälsorisk-nyttavärdering. Ofta är det sedan kommunerna som i ett enskilt fall har att ta ställning i tillämpningen och då kommer en ny vägning in där nyttan av en verksamhet ställs mot risken för ohälsa.

Försiktighetsprincipen - substitutionsprincipen

Katarina Victorin menar att det är relativt enkelt att tillämpa försiktighetsprincipen på ett problem eller kemiskt ämne i taget men genast svårare om man samtidigt skall se till substitionsprincipen dvs. ta det som är bäst och hur gör man den bedömningen? Finns det exempel där man gjort "fel" och med försiktighetsprincipen stoppat något för att sedan få något värre i stället?

SOH anser att man måste göra fel ibland för att få rätt i stort och att det är bättre att fatta 20 beslut om substitution av vilka 19 är rätt än 10 beslut av vilka 10 är rätt. Det måste finnas en tolerans mot s.k. felaktiga beslut, dvs. beslut som inte är fel då de fattas men där ny information visar att med den kunskapen skulle man ha beslutat annorlunda.

AZ nämner att avvecklingen av ozonnedbrytande ämnen ledde till att vi i stället fått andra med stark växthuseffekt, något som inte kunde förutses, men då kan man fatta nya beslut och reglera dessa andra substanser. Det är alltså behövligt med flexibilitet i miljöarbetet.

Åke Munkhammar anser också att freonförbudet är ett bra exempel på motstridiga intressen. I bl.a. värmepumpar är ersättningsmedlet butan, en extremt energirik, brandfarlig och explosiv gas.

TT påpekar att det är lättare och billigare att införa en regel än att kontrollera att den följs och vilken effekt den faktiskt får. Effekten av åtgärder mot t.ex. radon kommer vi inte att märka i någon statistik.

Gunnar Bengtsson framhåller att det är överdrivet att tro att myndigheter fattar så många beslut. Det finns flera andra aktörer. Ett exempel från kemikalieområdet är produkter tillgängliga för vanliga konsumenter. Av kanske från början runt 4 000 hälsofarliga sådana har 500 – 1000 bytts ut genom hundratals tillverkares eller leverantörers beslut. Här är det omöjligt att agera utfrån säker kunskap. Bra om 60% av sådana substitutionsbeslut är rätt och 40% fel. Det vä-

sentliga är att ha riktningen klar för sig och experimentera med vad man tror är mindre risker. Kemikalieområdet är så enormt stort.

Jörgen Bäckström tar upp relationen mellan försiktighetsprincipen och substitutionsprincipen eller produktvalsprincipen som den också kallas och hänvisar till uttalande från Kemikalieinspektionen att den senare principen bara skall tillämpas om ersättningsprodukten är lika ändamålsenlig, vilket innebär en konflikt med den förra principen. Vidare är exemplet trikloretylen underligt: Regeringen har förbjudit detta ämne, vilket Kemikalieinspektionen såvitt framgått inte tänkt sig. Detta indikerar att underlag saknas. Men regeringen tycks inte ha övervägt andra sätt, ingenting om ändrad hantering, sänkta gränsvärden eller dylikt – trots att tiden för ikraftträdande var så lång som fyra år (i praktiken dessutom senare möjlighet till förlängd användning efter dispens). Om ämnet verkligen är så farligt, varför då inte åtminstone några krav på ökad försiktighet under tiden? – För övrigt, hur försiktiga skall vi vara? Det finns en konflikt också mellan försiktighetsprincipen och en "framstegsprincip" med avseende på risken för innovationshämning.

SOH menar att exemplet trikloretylen tyder på ett återtåg, i vissa kretsar, till ett äldre synsätt där kemikalier antingen var farliga eller ofarliga. De farliga skulle förbjudas, så var det bara de ofarliga kvar och problemet var löst. Inte minst mot bakgrund av lagen om kemiska produkter borde det vara så att myndigheterna gör bedömningarna av hälso- eller miljöfarlighet och bara i ytterst svåra avvägningsfall skall sedan de folkvalda komma in. Numera tenderar det att bli tvärtom, så att de folkvalda – utan toxikologisk erfarenhet – tar på sig det första och lämnar de svåra avvägningarna åt myndigheterna, avvägningar som innebär att det måste bli "fel" hur man än gör.

SOH kan inte bedöma hur stor en innovationshämning är på grund av försiktighetsprincipen men pekar på problemet med stora skillnader i riskbedömning mellan olika länder, när vi har en internationell ekonomisk miljö. Principen kan dock inte drivas hur långt som helst. Det är välkänt från beslutsteorin att när man sysslar med optimering och har att fatta ett stort antal små beslut, så kan helheten ändå bli helt galen. Det finns samma problem med försiktighetsprincipen; ett antal sådana beslut kan leda till resultat som är allt annat än försiktigt. Så kan exempelvis ett fattigt afrikanskt land inte alltid ha samma kriterier för hälsoskydd som ett rikt västerländskt. Det kan bli så dyrt att hela ekonomin raseras, med mycket värre effekter för hälsan.

Titus Kyrklund undrar hur politikern ser försiktighetsprincipen och beslut under osäkerhet. En möjlighet att fatta beslut utan att veta så mycket? Mycket billigare i alla fall. Är det tillräckligt diskuterat i samhället vilket kunskapsunderlag vi vill ha fram för att tillämpa försiktighetsprincipen?

SOH ifrågasätter om detta är en riktigt korrekt beskrivning av det svenska politiska systemet. För att inte beskyllas för att göra ingenting brukar man åtminstone ha en utredning gående.

TT anser beträffande politikers beslutsfattande att det är mer populärt och lättare att få gehör hos allmänheten för att ta bort en risk än att minska den konsekvent över ett större område. Plankorsningar landsväg/järnväg t.ex.: lättare att ta bort en sådan korsning än att modifiera ett antal och därigenom förmodligen få större effekt.

Gunnar Bengtsson har ett "kanonexempel" på att utredningskostnaderna är så stora att man måste gå över från att samla kunskap till att fatta beslut, nämligen de kemikalier som redan finns på marknaden, så kallade existerande ämnen, 20 000–30 000 av större betydelse. Här finns ett system gående inom EG sedan flera år, som inte producerat ett enda förslag till beslut. Man måste hitta andra sätt att agera – med vissa gissningar – som undanröjer de värsta riskerna t.ex. för organismer i Östersjön.

BL påminner att ett alternativ till att fatta ett beslut är att inte fatta ett beslut. Konsekvenserna av det sista måste också utredas.

Jörgen Bäckström undrar om försiktighetsprincipen verkligen är en operativ regel, eftersom den inte finns ordentligt formulerad någonstans. I Riodeklarationens avsnitt om miljön sägs att "försiktighetsprincipen skall tillämpas så långt möjligt". Vad är "så långt möjligt"? Hänsyn skall också tas till staternas möjlighet. Vilka stater och vilka möjligheter avses? Vidare "[- - -] om det föreligger hot om allvarlig eller oåterkallelig skada". Vad är "allvarlig" i detta sammanhang och vilka "skador" avses? Och hotet? "Om det föreligger sådant hot, får inte avsaknaden av vetenskaplig bevisning (på engelska "full scientific certainty") ursäkta att skjuta upp kostnadseffektiva åtgärder". Vad är "full scientific certainty" och vad är "kostnadseffektiva åtgärder"? Hur mycket får det kosta eller inte kosta?

US håller delvis med om att det är mycket fluff i detta. Det är delvis också kejsarens nya kläder. Men ett mycket viktigt syfte bör ju vara att uppmärksamma människor i världen på att problem finns, att allt inte är svart eller vitt och att ange färdriktning. Riodeklarationen har nog redan också haft stor genomslagskraft rent psykologiskt. Man måste ofta acceptera viss fluffighet, annars blir det inga internationella dokument. Mera precisa definitioner för tillämpning skulle för övrigt vara helt fel väg; då tappar man ju möjligheten att handla flexibelt.

Gunnar Bengtsson framhåller att en stor mängd tillverkare av de tidigare nämnda konsumentprodukterna, trots snårigheter, ändå tagit sig före att ersätta farliga ämnen med vad de tror är mindre farliga. Man försöker alltså så gott det går. Det borde också anses bra att kraven i den svenska lagen om kemiska produkter inte är så precisa. "Vi i Kemikalieinspektionen förstår hur svårt det är

och kräver inte att substitution skall verkställas annat än i uppenbara fall, även om vi alltid vill att substitution skall övervägas".

SOH påminner om att man kan hitta oprecisa skrivningar liknande Riodeklarationens på många andra håll där det sägs "vad som kan vara skäligt" eller "om brottet inte är ringa" eller liknandet som t.ex. i brottsbalken. Även där man försöker, lämnas alltså mycket kvar till mänskligt omdöme.

Rolf Svedberg, i anslutning till definitionen av en princip: En straffrättsprofessor har sagt att en pricip egentligen inte är någon princip förrän den tar emot och känns mycket obekväm. Först då vet man om man har en princip och handlar efter den. Sedan kan man ju fundera över en massa resultat vi åstadkommit, där vi hävdar att de är en effekt av tillämpning av försiktighetsprincipen. Kanske skulle utfallet blivit detsamma utan principen.

Övrigt

US aktualiserar frågan om demarkation (systemavgränsning). Resonemanget vid byte av en produkt mot en annan med samma funktion kan te sig relativt enkelt, såvida man inte gör en fullständig livscykelanalys förstås, men redan att byta användningen av en viss produkt mot ett helt annat förfaringssätt kan ge avgränsningssvårigheter, helt nya situationer kan uppstå i samhället, vissa risker ökar eventuellt medan andra minskar, andra grupper berörs o.s.v. Om man skall bygga en bro till exempel, låt oss ta en bro över Öresund, hur skall trafiksystemet och dess verkningar avgränsas: enbart trafiken på bron, trafiken i hela södra Skåne, trafiken också på Själland eller kanske t.o.m. ända till Hamburg? Systemavgränsning är ett av de verkligt stora problemen, där man som tidigare sagts kan komma till helt olika slutsatser beroende av hur avgränsningen görs. Vi borde ägna denna fråga betydligt större uppmärksamhet i framtiden.

TT instämmer och illustrerar med exempel från en egen studie beträffande den franska biltillverkaren Renault, som skall bygga en flytande-vätebränslecellelektrisk bil. Vi gör en säkerhetsanalys och konstaterar att det kan smälla men att det i övrigt bara blir vattenånga och koldioxid som släpps ut. Bra säger många miljövänner, den risken kan vi ta och så slipper vi de förfärliga avgaserna i Stockholm också. Då tänker man bara på bilen i storstad. Men hur produceras vätgasen eller det flytande vätet, jo sannolikt med fransk kärnkraft på "övertid" och så är man inne i cirkeln igen.

Jörgen Bäckström undrar över genteknikbestämmelserna, bl.a. varför sådana förhållanden nu regleras där man inför en ny gen i en art, en väl karakteriserad gen där man väl känner vad den uträttar, när tidigare primitiva metoder för genförändring på 1920- och 30-talen inte väckt uppseende. Då slog man sönder genomet i bitar med strålning och odlade i förhoppningen att några av de nya varianterna hade bättre egenskaper än den ursprungliga. All vår nuvarande

brödsäd har en gång framkommit på detta sätt. Andra frågor dyker också upp. Man introducerar ibland en gen för resistens mot ett visst bekämpningsmedel. Varför är det så farligt? Nettoeffekten är att mindre av bekämpningsmedel används än eljest. Hur försiktiga skall vi vara?

US säger sig inte ha något intellektuellt bra svar på frågan. Avgränsningen så att kontrollsystemet definieras efter vissa metoder för genförändring och inte inkluderar den äldre tekniken med slumpvisa förändringar är en ologiskhet. Kanske ligger orsaken i att den moderna biotekniken öppnar möjligheten att införa en för den aktuella arten helt främmande gen, som exempelvis att ta en frostresistent gen från ishavstorsk till en växt för att öka det geografiska odlingsområdet. Teoretiskt innebär sådana möjligheter naturligtvis skrämmande perspektiv även om den faktiska risken för en stor ekologisk påverkan skulle vara liten. Vad som i realiteten är en ny egenskap kan för övrigt också diskuteras. I en population med en stor genpool kan finnas individer med både högre frosttålighet eller högre resistens mot ett visst kemiskt ämne än andra individer. – Vi får nog leva med ett kontrollsystem som inte är perfekt och göra det bästa av det.

AZ tror att en del av problemet sammanhänger med att riskuppfattningen är olika inom olika delar av samhället. Media och allmänheten har en bild av stora risker medan myndigheterna kanske hanterar det på ett "rationellt" sätt.

BL trycker på ovetskapen, som TT hade uppe i sitt felträdsdiagram. Täcker diagrammet alla möjligheter? Många stora olyckor och katastrofer har kommit som överraskningar, t.o.m. fall där man deklarerat att de ej kunde inträffa. Möjligheten till ovetskap, något som man inte kan känna till, finns alltid och kan innebära problem.

TT ser en risk i att man talar om regler, försiktighetsprincip, etc. medan en verkligt allvarlig konsekvens som man inte känner till, inte kan hanteras i ett rationellt beslutsfattande. Det är också svårt att i ett sådant beslutsfattande hantera det motsatta såsom möjliga vinster på områden av experimentkaraktär, t.ex. huruvida ett nytt trafiksystem i en region kommer att medföra en stor utveckling av hela samhället där eller ej, på lång sikt. Kalkylerna brukar begränsas t.ex. av "mot" av miljöhänsyn och "för" såsom bättre framkomlighet. Vi vill vara rationella men riskerar att fokusera fel.

RISKKOLLEGIETS LEDAMÖTER
(VID ÅRSSKIFTET 1997/98)

Lars Bergelv
Gunnar Bengtsson
Edgar Borgenhammar
Berndt Brehmer
Jörgen Bäckström
B-M Drottz-Sjöberg
Lars Ehrenberg
Jerzy Einhorn
Lars Ekman
Carl Gustaf Elinder
Ann Enander
David Finer
Tor Ragnar Gerholm
Olof Gunnarsson
Sven Ove Hansson
Arne Hedgran
Carl-Eric Holmquist
Bengt Jönsson
Elisabeth Lagerlöf
Lars G Larsson
Lennart Levi
Kerstin Lindahl-Kiessling
Bo Lindell
Torbjörn Malmfors
Göran Möller
Agneta Oskarsson
Johannes Palmgren
Bi Puranen
Claes Ramel
Ulf Rydberg
Lennart Sjöberg
Evelyn Sokolowski
Carin Sundström-Frisk
Ola Svenson
Ulla Swarén
Torbjörn Thedéen
Jack Valentin
Bo Wahlström
Gunnar Walinder
Claes Wirsén
Gustaf Östberg