

Inledning

Att jorden blir varmare beror mycket sannolikt på människans utsläpp av växthusgaser. Det säger FN:s klimatpanel IPCC – och kopplar uppvärmningen till stigande havsnivå, krympande isar och risken för snabba förändringar som inte går att förutse. Men när blir människans klimatpåverkan farlig, och vad är det som står på spel? Är EU:s energi- och klimatpolitik en tandlös tiger? Är lagring av koldioxid en lösning eller en dimridå? Är hotet mot klimatet en chans för företagen?

Boken innehåller artiklar som ett fyrtiotal olika forskare har skrivit om den naturvetenskapliga grunden, om klimateffekter, anpassning och sårbarhet, och om åtgärder för att begränsa klimatförändringar.

Fossila bränslen kommer att dominera energiförsörjningen länge än och utsläppen av växthusgaser kommer att fortsätta öka. Dagens utsläppsutveckling följer de allra värsta scenarierna. Vad som krävs av utsläppsminskningar för att undvika allvarliga klimatförändringar ligger oroväckande långt från den verklighet vi har på jorden idag. Det skriver Mattias Lundblad, SLU, i ett inledande avsnitt i boken.

DEN NATURVETENSKAPLIGA GRUNDEN

Det är mycket sannolikt att människans användning av fossila bränslen är orsak till huvuddelen av uppvärmningen under 1900-talet, enligt IPCC och Erland Källén på Stockholms universitet. Men det finns teknik för att begränsa utsläppen, och kostnaderna är inte avskräckande. Vi har inte särskilt mycket tid att fundera utan måste rätt snart börja minska utsläppen på allvar för att inte hamna i en situation där uppvärmningen har gått för långt. Erland Källén sammanfattar IPCC:s utvärderingsrapport från 2007 och även senare forskning fram till 2009.

Mätningar och modellering är klimatforskarens viktigaste verktyg. Båda har begränsningar och båda behövs för att studera klimatet, skriver Markku Rummukainen, SMHI. De två verktygen stödjer varandra. Men mätningar fungerar inte för framtiden. Modellering är det bästa sättet vi har att göra scenarier för framtiden – även om metoden inte är perfekt.

Varför ska vi då tro på klimatmodeller? Att bygga en klimatmodell är att balansera på en knivsegg mellan många olika faktorer, vissa som vi känner väl och andra där kunskapen har brister. Moln är en akilleshäla och partiklar en annan. Dessutom finns det sådant som vi ännu inte vet att vi inte vet. Modellerna

beskriver ändå det observerade klimatsystemet bra. Men vi får aldrig glömma att en modell bara är en modell, och inte verkligheten. Det finns alltid en risk att man får rätt svar av fel anledning, skriver Michael Tjernström, Stockholms universitet.

Vi har både naturliga klimatvariationer och mänsklig klimatpåverkan. Det finns ingen motsättning i det, och forskarsamhället har sedan länge passerat det stadiet av diskussionen, skriver Per Holmlund, Stockholms universitet. Men det finns mycket vi inte vet, och de sanningar vi stödjer oss på vilar ibland på bräcklig grund. Därför borde klimatforskare ta fler egna debattinitiativ och inte bara passivt och snällt svara på frågor. Det vore ett sätt att minska spelrummet för klimatcharlataner, enligt Per Holmlund.

Solens strålning driver klimatet på jorden. Men solen är ingen vit skiva 150 miljoner kilometer bort, och antalet solfläckar ger ingen bra bild av solens aktivitet. Henrik Lundstedt på Institutet för rymdfysik i Lund målar upp en mer dynamisk bild av en aktiv koronasol med solutbrott och solvindar som påverkar klimatet på jorden på en rad olika sätt. Så länge IPCC-forskarna drar sina slutsatser utifrån den föråldrade solfläcksbilden av solen kan de inte säga att de vet hur solen inverkar på jordens klimat, skriver han.

Globala utsläpp av partiklar har stor påverkan på klimatet – både uppvärmande svarta sotpartiklar och avkylande vita partiklar. Sotpartiklarnas bidrag till uppvärmningen motsvarar drygt hälften av människans koldioxidutsläpp. Att ersätta biobränslen för matlagning i tropikerna med annan teknik kan vara den effektivaste åtgärden att minska klimatuppvärmningen, skriver Örjan Gustafsson, Stockholms universitet. Partiklar måste inkluderas i kommande klimatavtal, och vi i den rika delen av världen måste förstå att vi tjänar på att medfinansiera åtgärder i utvecklingsländer.

Det finns ett okritiskt datafiske bakom kritiken mot IPCC, skriver Eigil Kaas, Köpenhamns universitet. Han tar itu med ett antal seglivade påståenden som han anser vara osanna. Han skiljer på återkopplingar och klimatfaktorer som påverkar primärt. Storleken på tidigare klimatvariationer berodde mest på återkopplingar. Dagens trend med stigande temperatur beror på klimatpåverkande faktorer som människan har skapat, enligt Eigil Kaas.

Vem kan man lita på? Stämmer det som ofta påstås att vetenskapen är enig kring teorin om att människan skapar global uppvärmning? För att besvara den frågan behöver vi precisera både vad som menas med teorin ifråga och vad som menas med vetenskaplig

enighet. Olle Häggström på Chalmers tekniska högskola reder ut begreppen och kommer fram till att vetenskapen är enig och att det i dagsläget inte finns rimliga skäl att tro att teorin är felaktig.

De allra flesta av oss kan inte själva undersöka hur det står till med klimatet, och alla vet att vetenskapens framtidsprognoser inte alltid slår in. Varför bör vi ändå tro på klimatförändringen? Den viktigaste orsaken är att vi kan lita på vetenskapen som process, skriver Sverker Sörlin på KTH och Stockholms universitet. När processen medför en omfattande konsensus måste samhället utgå från detta som kunskap.

KLIMATEFFEKTER, ANPASSNING OCH SÅRBARHET

Enligt FN:s klimatkonvention ska vi förhindra farlig mänsklig klimatpåverkan. Men vad är "farlig"? Ordet är både mycket precist och besvärligt oprecist. Beslut i klimatarbetet handlar i grund och botten om vilka risker vi tolererar och vilka åtgärder vi är beredda att vidta; värderingar har en given roll. Vetenskapen kan belysa följderna av olika handlingsalternativ och vad som behövs för att nå uppsatta mål, men kan inte förse oss med slutgiltiga svar. Oavsett det måste vi ta beslut, skriver Markku Rummukainen, SMHI.

Klimatförändringar har redan påverkat utbredning och årsrytm hos många arter och rubbat balansen i ekosystem, skriver Benjamin Smith, Lunds universitet. Fortsatta förändringar kan ge konsekvenser som vi inte kan överblicka för ekosystemtjänster och biologisk mångfald. Fattiga länder och regioner med mest att förlora kan drabbas hårdast. Det vi vet och ser redan nu räcker för att vi borde vara bekymrade. Landekosystemen tar idag upp en dryg fjärdedel av våra koldioxidutsläpp, men det kan vända tvärt så att kolsänkan blir en kolkälla som gör att klimatförändringarna går ännu snabbare.

Ekosystem är komplexa – en insikt som måste styra vår hantering av klimatutmaningen. Systemen kan förändras snabbt och på ett sådant sätt att de inte återhämtar sig. Dessutom är jordens olika system inom information, handel, turism och finanser sammankopplade. En händelse eller miljöförändring i en del av världen kan skapa problem på en helt annan kontinent, som i World of Warcraft. Men en globaliserad värld kan också ses som vår största styrka eftersom innovationer snabbt kan sprida sig över jorden, skriver Victor Galaz, Stockholms universitet.

Temperaturen ökar visserligen snabbare i luften än i havet, men det finns andra faktorer som inverkar kraftigt på marina ekosystem, till exempel salthalt

och surhet. Havet surnar när det löser koldioxid, och organismer som bildar skal eller skelett av kalk får svårare att göra det i det sura vattnet. Korallreven kan vara borta helt om trettio år. En positiv klimatkonsekvens är att vissa fiskar sprider sig norrut när klimatet blir varmare, skriver Keith Brander på Danmarks tekniska universitet.

Fler värmeböljor och mer torka, fler svåra oväder och översvämningar – det här är konsekvenser av klimatförändringen som kan innebära direkta risker och hälsoeffekter för människan. Indirekta hälsoeffekter kan bli till exempel ökade problem för pollenallergiker och ökad spridning av smittsamma sjukdomar dels via insekter och djur, dels via mat och vatten. Afrika kommer troligen att drabbas hårdast, genom torka, matbrist och utbredning av malaria, skriver Bertil Forsberg och Anna-Karin Hurtig på Umeå universitet.

Mera bioenergi behövs för att minska utsläppen av växthusgaser. Samtidigt växer efterfrågan på mat, och det kan bli konkurrens om begränsade resurser som mark och vatten. Vatten är redan idag en bristvara på många håll, och när klimatet förändras kan situationen förvärras. Då gäller det att använda vattnet smartare så att mängden producerad och nyttiggjord biomassa per liter vatten kan öka. Det skriver

Göran Berndes, Chalmers tekniska högskola, Louise Karlberg, Stockholms universitet, och Jan Lundkvist, Stockholm International Water Institute.

Ökad produktion av biobränslen i utvecklingsländer kan minska fattigdom och mildra klimatpåverkan. Men det gäller att välja grödor som passar till de ekologiska och sociala villkoren. I Zambia har man bedömt att busken *Jatropha curcas* är den allra lämpligaste grödan för produktion av biodrivmedel. Den kan även leverera en rad andra produkter, och den kan bidra till minskad avskogning, bättre jordmån och en positiv landsbygdsutveckling, skriver Francis X. Johnson, Stockholm Environment Institute, och Thomson Sinkala, University of Zambia.

Många kustområden är utsatta för klimatförändringar, och samhällena måste anpassa sig genom långsiktiga investeringar. Att göra ingenting blir dyrt, både ekonomiskt och mänskligt, skriver Richard Klein och Annika E. Nilsson, Stockholm Environment Institute. De belyser med exempel från Bangladesh, Arktis och Nederländerna. Bästa sättet att begränsa kostnaderna är att minska utsläppen av växthusgaser, anser de, och har svårt att föreställa sig hur ens ett rikt land skulle klara av en höjning av havsytan på flera meter.

Kommer klimatförändringarna att ge upphov till konflikter och krig? Frågan måste synas vetenskapligt i sömmarna, skriver Peter Haldén, Totalförsvarets forskningsinstitut FOI. Han har undersökt konsekvenserna av måttliga klimatförändringar i Darfur och Arktis. Slutsatsen är att klimatet inte ger upphov till konflikter – det är människor som gör det. Men torka och hungersnöd kan förvärra situationen. Oljan som blir tillgänglig i Arktis när isen smälter är en tickande klimatbomb. Om vi inte lyckas minska klimatförändringarna kommer vi att ha en osäker värld mot slutet av århundradet.

ÅTGÄRDER FÖR ATT BEGRÄNSA KLIMATFÖRÄNDRINGAR

När vi ska bestämma utsläppsmål för koldioxid får vi leva med många osäkra faktorer. Det är osäkert vilken temperaturökning det blir när växthusgashalten i atmosfären ökar, och det är osäkert vilka effekter en global temperaturökning får, skriver Daniel Johansson, Chalmers tekniska högskola och Göteborgs universitet. Det är inte heller självklart vad som är ”farlig” mänsklig klimatpåverkan. Om vi vill vara relativt säkra på att nå EU:s tvågradersmål måste vi börja minska utsläppen kraftigt redan idag och fortsätta de kommande decennierna.

EU:s mål att tillåta jordens medeltemperatur att öka högst två grader kommer att kunna nås med råge när det gäller koldioxidutsläpp om vi går över till ett elsamhälle, skriver Sven Kullander, Kungl. Vetenskapsakademien. Enligt studier inom akademiens energiutskott beräknas koldioxidutsläppen från fossila energikällor kunna minska från dagens 28 miljarder ton per år till 20 miljarder ton år 2050. Detta bör räcka för att klara tvågradersmålet.

Både EU och världen i övrigt har stora förhoppningar på tekniken att avskilja och lagra koldioxid. Men det finns anledning att ha ett kritiskt förhållningssätt, skriver Anders Hansson, Linköpings universitet, och Mårten Lind, KTH. Osäkerheterna är många och erfarenheterna få. Kritikerna beskriver tekniken som en dimridå som energiindustrin har skapat för att få fortsätta elda fossila bränslen.

Om klimatfrågan ska tas på allvar behöver vi använda alla sätt för att minska koldioxidutsläppen, även avskiljning och lagring av koldioxid (CCS), skriver Filip Johnsson, Chalmers tekniska högskola. Med tanke på de stora mängder fossila bränslen som finns kvar att använda vore det ett mardrömsscenario att CCS misslyckades. Just nu ser det ljust ut för tekniken. På sikt är det viktiga att vi globalt sätter ett tillräckligt högt pris på koldioxidutsläpp så att både CCS och annan teknik blir lönsam i stor skala.

Global rättvisa på klimatområdet – är det möjligt? Vad är viktigast – att fördelar och bördor fördelas jämligt eller att alla får delta i klimatpolitiska beslut? Eller finns det något tredje sätt att se? Ja, det viktigaste är kanske att diskutera vad som står på spel för människor i olika delar av världen, skriver David Kronlid, Uppsala universitet.

Klimatfrågan är het i storpolitik och internationella förhandlingar. Vilka krav på utsläppsminskningar ska ställas? Hur ska bördorna fördelas? Vilka principer ska gälla? Bo Kjellén, Stockholm Environment Institut, och Björn-Ola Linnér, Linköpings universitet, målar upp bilden av det internationella klimatsamarbetet – från Rio till Köpenhamn. Om resultatet från Köpenhamn i december 2009 blir svagt får vi troligen en debatt om klimatkonventionen. Är FN-vägen den rätta? Är det för mycket marknad och för lite politisk styrning i dagens klimatarbete?

Kan Kyotoprotokollets flexibla mekanismer rädda klimatet? Nej, inte i sig själva, skriver Lars Zetterberg, IVL Svenska Miljöinstitutet. Det krävs att världens ledande nationer först gör konkreta åtaganden om utsläppsminskningar. Sedan kan de flexibla mekanismerna hjälpa oss att uppnå målen till lägsta möjliga kostnad. De kan vara verktygen som introducerar ett globalt koldioxidpris som gör klimatfrågan till en fråga för företagsstyrelserna. Det får inte finnas

några klimatskattebefriade paradiser där smutsig industri kan gömma sig.

Inom EU ser man klimat- och energipolitiken som instrument som både ska lösa klimathotet och minska beroendet av energi från instabila regioner i världen. Men hur ska EU kunna gå från retorik till praktik? I retoriken kring EU:s klimat- och energipolitik syns inte de målkonflikter som finns i samhället, skriver Karin Bäckstrand, Lunds universitet. I dagsläget saknar EU regelverk och demokratiskt mandat för att göra en större samhällsomställning av energisystem, transporter och konsumtionsmönster till en kolsnål framtid. EU:s klimat- och energipolitik är en tandlös tiger.

När Europa sätter upp mål för ökad användning av biobränslen så påverkar det människor i fattiga länder, bland annat i Indonesien där oljepalmsplantagerna breder ut sig. Även om EU:s avsikt är att utvecklingsländer ska få möjlighet att bekämpa fattigdom genom att sälja biobränslen till Europa är det inte säkert att det fungerar så i praktiken. Idag är det våra europeiska tekniska lösningar som styr, men vi måste börja ta hänsyn till den miljömässiga och sociala helheten i de länder som producerar vårt biobränsle, skriver Maria Osbeck, Stockholm Environment Institute, och Neil Powell, Stockholm Environment Institute och SLU.

Varför har klimatproblematiken överhuvudtaget uppstått? Samhällsvetenskapen ger många och mycket olika svar, skriver Johan Hedrén, Linköpings universitet. Skillnaderna beror delvis på vilka faktorer som uppfattas som mest styrande: idéer, ekonomi, teknik eller politik. Det finns ingen vetenskaplig enighet om vilken samhällsteoretiker som har rätt. Varje människa måste bilda sig en egen uppfattning. Då räcker det inte att ta del av moderna medier som förenklar alltför mycket. För den som vill förstå det komplexa har samhällsteorin en viktig roll att spela.

För att svenska företag ska vara konkurrenskraftiga i länder som Indien och Kina måste de snarast utveckla teknik med miljöprestanda som går längre än vad den nuvarande svenska och europeiska lagstiftningen kräver. Självklart ska företag följa lagar och regler. Men bör de också ta ett frivilligt ansvar för klimat och miljö? Får de, kan de, bör de och gör de? Frågorna reds ut av Pontus Cerin, Handelshögskolan i Umeå, och Tommy Lundgren, Handelshögskolan i Umeå och SLU.

Den globala klimatfrågan och det globala affärsklimatet har stora likheter, men också stora olikheter. Klimatfrågan är kollektiv till sin natur och affärsvärlden drivs av egen nytta och tillväxttänkande, skriver Johan Sandström, Örebro universitet. Tillväxt

i ekonomin betyder ”tillväxt” i klimatpåverkan. Utmaningen är att hitta lösningar som gynnar både klimat och företag. I brist på globala institutioner som med kraft kan förmå globala företag att ta mer ansvar för klimatfrågan behövs det tydliga signaler från starka globala medborgare och konsumenter.

Birgitta Johansson, redaktör

*Birgitta Johansson är vetenskapsjournalist
och informatör hos Forskningsrådet Formas.*