Hur kan vi bygga våra framtida städer?

Alkan Olsson, Johanna

Published in:
15 hållbara lösningar för framtiden

2015

Document Version:
Förlagets slutgiltiga version

Link to publication

Citation for published version (APA):
Alkan Olsson, J. (2015). Hur kan vi bygga våra framtida städer? I N. Nordh (Red.), *15 hållbara lösningar för framtiden* (s. 89-97). Hållbarhetsforum, Centrum för miljö- och klimatforskning, Lunds universitet.

Total number of authors:
1

15 hållbara lösningar för framtiden

HÅLLBARHETSFORUM | LUNDS UNIVERSITET

15 hållbara lösningar för framtiden

HÅLLBARHETSFORUM | LUNDS UNIVERSITET

REDAKTÖR
NINA NORDH

15 HÅLLBARA LÖSNINGAR FÖR FRAMTIDEN
HÅLLBARHETSFORUM | LUNDS UNIVERSITET

Sammanställd av Hållbarhetsforum vid Lunds universitet
Redaktör: Nina Nordh
Utgiven av: Centrum för miljö- och klimatforskning, Lunds universitet
Boken finns för nedladdning och beställning på www.hallbarhet.lu.se.
Formgivning och grafisk produktion: Bergström & Co AB, Lund (bco.se)
Foto omslag: Pamela Moore/Getty Images
Foto inlaga (ej porträtt): Getty Images
Tryck: Elanders, 2015
ISBN 978-91-981577-5-8
Detta är en klimatneutral produkt verifierad av Respect (www.respect.se) enligt standarden PAS 2050:2008.

Förord

VÄRLDEN UTVECKLAS. Vi skulle inte känna igen det liv som levdes för hundra år sedan, och troligen inte heller vardagen som våra barnbarn kommer att uppleva den. Fossila bränslen möjliggjorde den industriella revolutionen, vilket har lämnat sina avtryck på gott och ont. Nu står vi inför en omfattande omställning till en framtid som ska räcka till och omfatta alla och på lika villkor – en hållbar värld!

Utmaningen handlar om att byta spår från det fossila till gröna lösningar i energiförsörjning, tillverkning, transporter och så vidare, samtidigt som fattigdomen ska utrotas, jämställdheten öka och spridas, och värden som biologisk mångfald och ekosystemtjänster tryggas.

Hela samhället berörs. Här har Lunds universitet en viktig roll att fylla genom sin forskning, utbildning och kunskapsspridning. Det konkretiseras i den egna verksamheten och de arenor och nätverk som universitetet verkar i. Genom att utmana och sammanföra människor med de bästa idéerna, genomlysa såväl frågor som möjliga svar kan utvecklingen av hållbara lösningar både underlättas och påskyndas. □

BO AHRÉN

Inledning

DU HÅLLER NU I DIN HAND den andra boken i Lunds universitets antologiserie om forskning och vår tids stora utmaningar. I den första antologin som kom ut 2013, *15 nedslag i klimatforskningen – Dåtid, nutid, framtid*, skrev forskare vid Lunds universitet om klimatförändringen och dess konsekvenser.

Den här gången lyfter vi ett antal utmaningar och lösningar för en hållbar utveckling. Precis som i den första boken består antologin av femton ögonblicksbilder, presenterade av olika forskare som vill inspirera, informera och utmana.

Många viktiga framtidsfrågor fanns det inte plats för i antologin, och det finns inte heller en enda lösning på de problem som presenteras. Varje forskare belyser frågeställningarna ur sitt eget perspektiv, och de står också själva för innehållet i sina texter.

Ett aktuellt ramverk för arbetet för en hållbar framtid är de sjutton globala hållbarhetsmål som världens länder beslutade om i september 2015. Läs mer om dem i det inledande avsnittet – ”På jakt efter en hållbar jord”.

Därefter följer ett avsnitt om att gå från ord till handling – både sett ur den enskilda medborgarens perspektiv, och från exempelvis en kommuns perspektiv. Betydelsen av att både ha ett globalt och ett lokalt perspektiv utvecklas i nästa avsnitt, liksom att gå ett steg längre och ha ett helhetstänk i de insatser som görs. Det ges olika exempel på hur människor kan engageras i en hållbar utveckling.

Det efterföljande avsnittet berör städer och de olika målkonflikter som kan uppstå där. Både människa och miljö behöver ges plats i staden. Framtidens lösningar kan handla både om stora högteknologiska projekt, liksom enklare lösningar.

Den gröna tekniken är ett av verktygen för att nå fram till en fossilfri värld. I ett av antologins avsnitt beskrivs några av de mest spännande framtidsprojekt som bedrivs vid Lunds universitet för hållbara energilösningar och produkter.

Avslutningsvis ett avsnitt om vikten av att värna våra naturresurser. Vi är beroende av rent vatten för vår överlevnad, men hur värnar vi det som ibland också kallas vårt viktigaste livsmedel? En annan fråga som ställs i detta avsnitt handlar om svårigheterna att minska avfallsmängder. Hur hållbart är internet, och går det att skapa en hållbar framtid med ständig tillväxt – är också frågor som forskare lyfter fram i detta avsnitt.

Till sist ett stort tack till alla forskare som medverkar i antologin. Vi hoppas att boken blir en grund för läsarnas egna tankar och att den inspirerar till samtal med vänner, kollegor, släktingar och andra.

Det är vi tillsammans som bestämmer framtiden. □

NINA NORDH, REDAKTÖR

Innehåll

15 HÅLLBARA LÖSNINGAR FÖR FRAMTIDEN

Städer – både drivkraft och problem

En framtid utan kol och olja

Värna våra naturresurser

På jakt efter en hållbar jord

MARKKU RUMMUKAINEN
HENRIK SMITH

VÄRLDEN MÅR INTE BRA. Vi lever över jordens tillgångar och tär på naturkapitalet samtidigt som fördelningen av nyttor och rättigheter är ojämn. Detta ger upphov till ett antal problem. Hunger och brist på rent vatten. Plastpartiklar i havet. Avskogning i tropikerna. Klimatpåverkande utsläpp. Andra föroreningar. Ojämställdhet mellan män och kvinnor. Stora sociala klyftor såväl mellan som inom länder. Förluster av biologisk mångfald. Och så vidare.

De beteenden som ger upphov till detta har i många fall funnits länge, men har under modern tid fått en alltmer påtaglig effekt i och med att vi har blivit fler människor som dessutom tar allt mer av jordens resurser i anspråk.

Detta innebär inte att det nödvändigtvis var bättre förr. Tvärtom finns det mycket positivt i den globala utvecklingen. Uppfinningar, industrialisering, den gröna revolutionen, förbättrad sjukvård med mera har ökat välfärden, framförallt i dagens rika del av världen. Andra delar av världen har dock inte gagnats lika mycket av utvecklingen. En värld som går i otakt är vare sig önskvärd eller hållbar.

Hållbar utveckling

Begreppet hållbar utveckling används ofta i planer, förhandlingar och debatter. Hållbar utveckling blev myntat som begrepp 1987 i den så kallade Brundtlandrapporten, med orden ”en utveckling som tillfredsställer dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillfredsställa sina behov”. Hållbar utveckling är en grundprincip i FN:s arbete och även i många länders politik.

Den översiktliga innebörden av hållbar utveckling ter sig given, men det förekommer skillnader i hur begreppet tolkas.

Detta handlar bland annat om hur de tre aspekterna av hållbarhet – den ekologiska, sociala och ekonomiska hållbarheten (se faktaruta nedan) – förhåller sig till varandra.

Hållbar utveckling

Ekologisk hållbarhet

Ekologisk hållbarhet handlar om jordens ekosystem och att långsiktigt behålla deras funktioner, till exempel förmågan att producera mat och energi, tillhandahålla rent vatten, reglera klimat och bidra till rekreation.

Social hållbarhet

Social hållbarhet handlar om människors samhälleliga livsbetingelser, som till exempel mat, hälsa, trygghet, utbildning, rättvisa och maktutövning. Förutom det individuella perspektivet handlar det om hur dessa fördelar sig mellan människor. De mänskliga rättigheterna är grundläggande.

Ekonomisk hållbarhet

”Grön tillväxt” och ”grön ekonomi” är nyckelbegrepp i hur man idag ser på ekonomisk hållbarhet. Grön tillväxt handlar om att satsningar på till exempel miljöteknik driver på den ekonomiska utvecklingen. En grön ekonomi kan vara ett ekonomiskt system som resulterar i att människans livsbetingelser förbättras samtidigt som miljörisker och de ekologiska belastningarna minskar. En grön ekonomis egenskaper är låga växthusgasutsläpp, effektivt resursutnyttjande, och den är socialt inkluderande.

Ett synsätt är att betrakta ekologisk, social och ekonomisk hållbarhet som den hållbara utvecklingens tre växelverkande mål. När visionen om en hållbar jord ska verkställas, behöver den brytas ner och beskrivas i mer specifika termer. Vad ska göras? Hur ska det åstadkommas? Vem ska göra vad? Hur snabbt kan det genomföras? Går det att uppnå flera mål samtidigt och undvika lösningar som ger upphov till andra problem?

Arbetet för hållbarhet har olika dimensioner: från det politiska visionära till det konkreta genomförandet, och sedan till de vardagliga livsvillkoren för individerna vars liv berörs.

Millenniemål och globala utvecklingsmål

Jakt efter en hållbar jord engagerar samhället lokalt, regionalt och globalt. Arbetet bedrivs både uppifrån med globala ansatser och mål, och nerifrån med initiativ, beslut och genomförande inom olika sektorer och i olika sammanhang.

Inte allt som handlar om hållbarhet har uttryckligen hållbarhet som överordnad rubrik. På den globala nivån har de mål som på olika arenor satts om klimatet, biologisk mångfald, rent vatten, utbildning, energisäkerhet och så vidare, både direkta och indirekta hållbarhetsaspekter. Samtidigt finns det politiskt fastställda strukturer som tar sig an den hållbara utvecklingens olika dimensioner – millenniemålen och de globala utvecklingsmålen. FN är ett viktigt forum för tillkomsten av dessa ramverk, men det är sedan upp till det globala samhället att verkställa dem.

Millenniemålen 2010–2015

Millenniemålen härstammade från ett toppmöte som FN:s dåvarande generalsekreterare Kofi Annan kallade samman år 2000. 147 länder deltog. Baserat på deras gemensamma vilje-

yttring formulerades åtta gemensamma utvecklingsmål om att lyfta upp världens fattiga. Målen handlade om att halvera fattigdomen och hungern, ge alla barn möjlighet till grundskola, öka jämställdheten mellan kvinnor och män, minska barnadödligheten, förbättra mödrahälsan, stoppa spridningen av hiv och aids, säkra en hållbar utveckling och öka samarbetet kring bistånd och handel.

För de olika milleniemålen specificerades dessutom ett antal mer specifika mätbara mål. Det handlade bland annat om att öka antalet människor som hade tillgång till rent vatten och goda sanitära förhållanden. Målet var också att minska koldioxidutsläppen, öka biståndet, arbeta för en genusbalans i olika sammanhang och att färre människor skulle leva i fattigdom. En del av målformuleringarna handlade om att åstadkomma positiva trender snarare än att komma hela vägen i mål, till exempel målet om halverad fattigdom.

Millenniemålen gällde fram till 2015. Facit sedan målen sattes visar att fler barn nu går i skolan och att antalet fattiga har minskat i en del områden. Barnadödligheten, mödrahälsan, spridningen av hiv och aids har bromsats och fler har fått tillgång till rent vatten.

Samtidigt visar det sig att antalet människor som går hungriga fortfarande är stort – närmare en miljard – och att fattigdomen kvarstår som utbredd. Många barn missar fortfarande skolan eller drabbas av hälsoproblem. Sanitet och vatten har inte nått alla. Inte heller har de flesta givarländer kommit upp till den eftersträvade nivån på 0,7 procent av egen BNI*. Utvecklingen utgörs av en mix av positiva trender och områden där det fortfarande finns mycket kvar att åtgärda.

**Bruttonationalinkomsten, BNI, är ett mått som visar på den ekonomiska aktiviteten. Till skillnad från BNP tar BNI även hänsyn till inkomster till och från utlandet*

Globala utvecklingsmål 2015–2030

Mot slutet av perioden som millenniemålen var satta för samlades 2012 världens länder i FN:s Rio+20 toppmötet (+20 anger att 20 år hade gått sedan det första miljömötet som hölls i Rio). På toppmötet diskuterades hur det arbete som inleddes med millenniemålen skulle fortgå efter 2015. Arbetet fortsatte sedan fram till hösten 2015 när 17 globala utvecklingsmål fast-

Globala utvecklingsmål för 2015–2030

1. Utrota fattigdom – avskaffa fattigdom i alla dess former överallt
2. Utrota hunger – avskaffa hunger och nöd, uppnå matsäkerhet och förbättrad näring och främja hållbart jordbruk
3. Säkerställa god hälsa – garantera ett hälsosamt liv och främja välstånd för alla i alla åldrar
4. Säkerställa god undervisning – säkerställ inkluderande utbildning för alla, och främja rättvisa och goda livslånga möjligheter till lärande
5. Uppnå jämställdhet – uppnå jämställdhet mellan könen genom bemyndigande av kvinnor och flickor
6. Tillgång till rent vatten och sanitet – säkerställ tillgänglighet och hållbar hantering av vatten och hygien för alla
7. Säkerställa hållbar energi – garantera tillgång till överkomlig, pålitlig, hållbar och förnybar energi för alla
8. Goda arbeten och ekonomisk tillväxt – främja uthållig, inkluderande och hållbar ekonomisk tillväxt, full och produktiv sysselsättning och lämpligt arbete åt alla
9. Främja innovation och god infrastruktur – bygg flexibla infrastrukturer, främja inkluderande och hållbar industrialisering och främja innovation
10. Minskad ojämlikhet – minska ojämlikheten inom och mellan länder

ställdes för de nästkommande 15 åren. Dessa omfattar alla och handlar om att få både samhället och hur vi påverkar miljön att bygga på en hållbar grund. De globala målen spänner därmed över hållbarhetens sociala och ekonomiska dimensioner, men också den ekologiska. Jämfört med millenniemålen har det sistnämnda fått en mer framstående erkännande, och också är en grundläggande förutsättning för de två andra dimensionerna.

11. Hållbara städer och samhällen – skapa hållbara städer och inkluderande, säkra och elastiska boendeområden för människor
12. Hållbar konsumtion och produktion – säkerställ hållbara konsumtions– och produktionsstrukturer
13. Bekämpa klimatförändringarna – vidta snabba åtgärder för att motverka klimatförändring och dess effekter
14. Hållbart nyttja hav och marina system – bevara och på ett hållbart sätt använda hav, sjöar och marina resurser för en hållbar utveckling
15. Hållbart nyttja ekosystem på land – skydda, återställ och främja hållbar användning av jordens ekosystem, hållbar hantering av skogar, bekämpa ökenutbredning, och stoppa och vänd landnedbrytning och stoppa förluster i den biologiska mångfalden
16. Fred, rättvisa och starka institutioner – främja fredliga och inkluderande samhällen för hållbar utveckling, erbjud alla tillgång till rättvisa och bygg effektiva, pålitliga och inkluderande institutioner på alla nivåer
17. Globalt partnerskap för hållbar utveckling – förstärk hjälpmedlen för införande och förnyelse av det globala partnerskapet för hållbar utveckling

Läs mer: www.globalamalen.se

Såsom med millenniemålen finns det för varje övergripande mål många mer specifika målangivelser. En del av dessa är absoluta (till exempel avskaffad hunger, hållbart jordbruk, avskaffad diskriminering av flickor och kvinnor), och en del handlar om en utveckling som fortgår i positiv riktning (till exempel färre som har begränsad tillgång till rent vatten, ökad andel förnybar energi, minskat avfall).

De 17 globala målen för hållbar utveckling

De 17 utvecklingsmålen är både ambitiösa och en utmaning att genomföra. Det finns uppskattningar om att kostnaden för lösningarna uppgår till 4 500 miljarder dollar per år, vilket motsvarar cirka 30 gånger dagens globala biståndspeng. Även om sådana uppskattningar är behäftade med stor osäkerhet, står det klart att det krävs resurser för att genomföra utvecklingsmålen. Det innebär dock inte att nettokostnaden behöver vara så stor. Dels handlar det om hur man använder resurser för utveckling. Till exempel kan de pengar som idag gynnar icke hållbar utveckling, som subventioner av fossila bränslen istället användas för att styra samhället i en hållbar riktning. Även investerare har stora möjligheter att påverka utvecklingen genom sina val.

Dessutom leder hållbar utveckling till att framtida kostnader undviks. Det har exempelvis argumenterats att kostnader för att minska klimatpåverkan nu leder till dramatiskt mindre kostnader för klimatrelaterade skador i framtiden. Minskad fattigdom och säkrare tillgång till vatten kan minska risken för konflikter. Ökad hälsa och jämlikhet ökar produktiviteten. Minskad förorening bidrar till vattensäkerhet och ett hållbart jordbruk som därmed kan minska hungern. Mycket handlar också om fördelningsproblematik och att minskade klyftor i allmänhet ger positiva bidrag.

Genomförandet av några av utvecklingsmålen är också något som redan pågår inom ramen av andra åtaganden, till exempel förhandlingar och åtaganden om klimat, biologisk mångfald, handel, och pågående bistånd. Det kan också vara att lösningen kan handla om att göra saker bättre i stället för mer. Ett exempel är livsmedelsäkerhet som skulle kunna gagnas stort av bättre hantering av skördar och minskat matsvinn, i stället för större skördar där detta leder till ohållbar miljöpåverkan. En hel del av det som producerats går ju till spillo mellan åkern och tallriken.

Utmaningar och lösningar

Att gå från formuleringar och uttalanden till genomförande är förstås avgörande. Utvecklingsmålen ger en överordnad fästpunkt för olika satsningar. Dessutom visar de att hållbarheten handlar om många relaterade dimensioner, vilket är viktigt att uppmärksamma mer i det fortsatta arbetet. När en dimension uppmärksammas, kan det påverka positivt även på andra områden.

Med tanke på antalet mål, deras komplexitet och att de samhälleliga och kulturella förutsättningarna varierar en hel del i regioner där genomförandet i slutändan behöver ske, är det ett mycket omfattande pussel som behöver läggas. Det är kanske inte sannolikt att var och en av de 17 målen är nådda vid år 2030, men förhoppningsvis har världen då kommit långt med många av målen.

Skillnaderna är stora i hållbarhet i världen, men insatser behövs i alla länder, speciellt i fattiga och utsatta länder, men även i den rikare delen av världen. Även i Sverige är det ganska långt kvar tills alla de 15 nationella miljökvalitetsmålen är uppnådda. Av dessa är klimatmålet och målet om skyddande ozonskikt avhängiga av ett framgångsrikt internationellt arbete. Resten avgörs till stor del på hemmaplan.

Den svenska konsumtionen är inte heller hållbar, vilket exemplifieras av att de konsumtionsbaserade växthusgasutsläppen har ökat de senaste åren. Kemikaliefrågan är även den aktuell och det finns också utmaningar i vårt land vad gäller social hållbarhet. Och, givetvis, har Sverige möjligheten att bidra till hållbar utveckling i andra länder både direkt och via internationella kanaler.

Miljöteknik och innovationer, globala samarbeten, industriell symbios och cirkulär ekonomi, forskning och utveckling och engagemang är alla viktiga i strävan efter en hållbar utveckling och därmed hållbarhet på sikt. Utöver regeringar och deras samarbetsforum är ett flertal andra aktörer och deras arenor viktiga, till exempel företag som bygger in gröna värden i sina affärsmodeller, städer och regioner, civilsamhället, forskning och givetvis vi medborgare – individ för individ.

Den främsta lösningen kan dock handla om hur vi ställer oss till utveckling och hur vi är måna om jorden, om varandra och om framtiden. I en värld som är alltmer sammankopplad fysiskt via handel, media och internet, blir det alltmer uppenbart att detta är avgörande. Det första steget handlar inte minst om probleminsikt som leder till både beslut och implementering, och bestående förändring i normer och värderingar som pekar mot ett hållbart samhälle.

Till slut, båda orden i ”hållbar utveckling” är avgörande. Det handlar om målet, men också att vägen dit är dynamisk. Världen är inte statisk och den kan utvecklas mot hållbarhet eller icke-hållbarhet. Det gäller att välja väg och besluta hur vi använder våra valmöjligheter och resurser. Och eftersom det handlar om en värld i förändring, är det inte ”bara” framtida generationer utan också vi själva som upplever effekten av det vi gör. □

Markku Rummukainen är professor i klimatologi vid Lunds universitet och verksam vid Centrum för miljö- och klimatforskning (CEC). Han är även koordinator för det strategiska forskningsområdet MERGE – ModElling the Regional and Global Earth system – som handlar om modellering av jordens klimatsystem, med fokus på vegetation och landbaserade ekosystem.

Henrik G. Smith är professor i zooekologi vid Lunds universitet och föreståndare för Centrum för miljö- och klimatforskning vid naturvetenskapliga fakulteten. Han är också koordinator för det s.k. strategiska forskningsområdet BECC, Biodiversity and Ecosystem services in a Changing Climate, och för SAPES, en forskningsmiljö som förenar ekologisk och socio-ekonomisk forskning om ekosystemtjänster. Hans egen forskning handlar främst om biologisk mångfald i jordbrukslandskapet.

Om att gå från ord till handling

01:

Allmänhetens miljö- och klimat-engagemang

MIKAEL KLINTMAN

Med klimatmötet i Paris har återigen världens blickar riktats mot klimatfrågan. Förhoppningarna är stora om att det nu är dags att verkligen gå från ord till handling. Men vilka är egentligen drivkrafterna för förändring? Och vad är individens respektive samhällets ansvar? Sociologen Mikael Klintman berättar här mer om sin forskning kring social motivation.

NÄR JAG LÄSER FN:s rapport om dess mål för de närmaste åren känns utmaningarna minst sagt överväldigande. Finns det överhuvudtaget någon meningsfull roll för allmänheten i Nord att spela i arbetet med utmaningarna i våra roller som medborgare och konsumenter?

Eftersom vi alla har varit med och bidragit till de problem som uppstått, inte minst för miljön, är det rimligt att tänka sig att vi också borde kunna bidra till det jättelika arbete som pågår runtom i världen för att hantera problemen. Ett par konsumtionsområden som kanske ligger närmast tillhands är den stora andelen kött som vår kost består av, och den stora andel av våra transporter som är baserade på fossila bränslen.

Samtidigt som vi är konsumenter är vi ju också medborgare. I den rollen skulle vi kunna trycka på politiker och andra beslutsfattare att bedriva en planering och politik som tar långt större hänsyn till miljö och klimat. En sådan planering och politik torde handla om att initiera ytterligare kampanjer, införa restriktioner och avgifter för miljöstörande aktiviteter, samt stimulera miljösunda alternativ, för att minska exempelvis fossilbaserade transporter och köttkonsumtion. Sådana påtryckningar kan vi utöva som individer, informella grupper, som medarbetare på våra arbetsplatser såväl som i rollen som aktiva medlemmar i miljöorganisationer eller i politiska partier. Summa summarum verkar vi trots allt kunna spela en meningsfull roll, till och med flera roller, för att arbeta med de frågor som FN lyfter fram.

Här skulle detta kapitel ha kunnat ta slut. Frågan är ju besvarad. Det verkar onekligen finnas mycket som vi kan göra. Men vi bör naturligtvis inte nöja oss med detta svar. Det visar ju sig att de flesta av oss människor i Sverige gör långt mindre än det som jag nämnt. Syftet med det här kapitlet är att resonera om varför det är så, och vad man på olika samhällsnivåer kan göra för att medborgare och konsumenter ska bli en starkare

kraft när det gäller att hantera globala hållbarhetsutmaningar. Redan här kan jag nämna att det grundläggande problemet knappast handlar om att vi människor skulle vara lata, allmänt självviska eller snåla.

Kan vi på djupet bry oss?

För att förklara problemet med den begränsade roll som allmänheten spelar för hållbarhetsarbetet blir vi först tvungna att ställa en självrannsakande fråga: Kan vi i allmänheten här i Nord på djupet bry oss om globala miljöfrågor, även när vi upplever dem som avlägsna? Många av oss skulle nog svara: ja, självklart! Det är ju väl så hemskt att miljö- och klimatproblem först och främst drabbar redan utsatta människor i Syd. Så svarar människor i åtskilliga enkätundersökningar i Sverige, Europa och flera andra delar av världen.

Dessutom visar sådana undersökningar att människor i det globala Nord har relativt god kunskap om flera miljöproblem, och om vad man som konsument och samhällsmedborgare skulle kunna göra för att mildra problemen. Vi visar kunskap, uttalar intresse och oro. Samtidigt har vår köttkonsumtion ökat med nästan 30 procent de senaste tjugo åren enligt statistik från Jordbruksverket. Dessutom reser vi fortfarande i huvudsak fossilbaserat. Med tanke på detta glapp mellan ord och handling bör man tränga djupare ner i frågan om vi verkligen kan bry oss om globala miljöproblem.

Det finns starka tecken från forskning och en nyligen utvecklad teori om mänsklig motivation som menar att vi har väldigt svårt att på djupet och i handling anstränga oss för att hantera globala miljöproblem i de många fall där hanteringen verkar gå stick i stäv med andra problem i vardagslivet. Några världsledande forskare i mänsklig evolution går ett steg längre, genom att hävda följande:

> *"Våra sinnen har utvecklats på så sätt att de uppmuntrar oss att ignorera [abstrakta, framtida och avlägsna risker såsom] befolkningsökning, global uppvärmning, förstörelse av biologisk mångfald och av bördig mark."*
>
> *(Paul and Anne Ehrlich i boken The Dominant Animal, 2008, s. 127)*

Enligt dem, och många andra forskare med evolutionär såväl som sociologisk utblick, är dagens mänskliga världsbefolkning ett resultat av ett naturligt, genetiskt urval av individer som först och främst är motiverade att säkra eller stärka sin sociala position och sociala band. De människor som hade muterat till att inte ha denna genetiskt grundade prioritering riskerade att bli ensamma och isolerade, vilket minimerade chanserna till överlevnad och reproduktion.

Att vi i grunden drivs av en social motivation, och endast indirekt kan drivas av en motivation att lösa miljö- och klimatproblem kan å ena sidan betraktas som underligt. Omfattande statistiska undersökningar visar ju hur allvarligt vi människor ser på dessa problem. Men nu när vi, å andra sidan, förstår lite mer om varför det finns ett så tydligt glapp mellan miljöoro och handling blir det möjligt att peka på ett antal saker som i samhällets olika sfärer (politik, marknad, civilsamhälle) kan göras för att människors sociala motivation och miljöengagemang ska kunna förenas.

Några konkreta åtgärder

1. Omforma miljö- och klimatvinster till positiva sidoeffekter

Naturligtvis är det oerhört viktigt att samhället fortsätter att utveckla strategier där miljö- och klimatvinster är det uttalade

och huvudsakliga målet. Olika märkningssystem på varor och tjänster, miljö- och klimatskatter och avgifter, och försök med klimatkompensation, ransonering av klimatgasutsläpp och så vidare förblir väsentliga, både genom den direkta minskning av miljöbelastning som de kan leda till, och genom den miljö- och klimatdebatt som dessa åtgärder hjälper till att hålla levande.

Men på samma gång bör man, givet det som sagts ovan om människans sociala motivation, kunna förvänta sig att aktiviteter där miljö- och klimatvinster snarare är en positiv sido-effekt av andra mål och intressen, har väl så hög miljö- och klimatpotential.

Vegetarianism och veganism, exempelvis, bygger ofta på andra hänsyn än enbart miljö- och klimat. Det kan handla om djurens välfärd, hälsa, smidighet i mångkulturella samhällen att hantera kosttabun, och inte minst kulturell identitet bland unga vuxna, som ofta är starkare motivationsfaktorer än enbart klimathänsyn.

Att cykla och åka kollektivt istället för att använda bil är något som många människor gör som ett resultat av att man på arbetsplatser peppar varandra, ofta med hälsoaspekten i fokus. Kollegors uppmuntran har i studier visat sig vara den starkaste faktorn för att motivera människor att cykelpendla.

Att ingå i kooperativ och system för att dela, byta, hyra, och låna varor är ytterligare något som kan ha hög potential i fråga om minskad miljö- och klimatpåverkan. Andra motivationsfaktorer – att ingå i en delningsgemenskap, spara pengar, få ta del av mindre förutsägbara varor, minskad markanvändning genom att gemensamt äga bil, och så vidare – spelar en minst lika viktig roll som den minskade miljö- och klimatpåverkan.

I fråga om allmänhetens roll som medborgare visar det sig att engagemang i frivilligorganisationer för att påverka beslutsfattare och lyfta fram specifika miljö- och klimatfrågor inte bara stimuleras av ett intresse för den goda saken. En minst lika viktig grund är människors sociala motivation till samarbete och

gruppsammanhållning, men också kraften i kollektiv protest mot stora aktörer och aktiviteter som skadar miljön. Den sociala motivationen kan bli till en enorm kraft som får positiva sidoeffekter för miljö och klimat.

Gemensamt för allt dessa exempel är att de kan understödjas och stimuleras av aktörer och organisationer inom politik, marknad och civilsamhälle.

2. Låt det miljöskadliga bli alternativ i stället för standard

Aktiviteterna ovan kan stimuleras genom att myndigheter, företag och frivilligorganisationer bidrar med stödjande strukturer.

I forskningen om allmänhetens miljö- och klimatroll har fokus alltför ofta legat på individens initiativ att minska sin egen miljö- och klimatpåverkan. Som vi redan har sett har individer en potentiellt hög betydelse för att genom sina handlingar minska sin och samhällets negativa miljö- och klimatpåverkan. Istället ligger människans djupaste motivation i det sociala: att passa in, att utbyta kunskap och värderingar med andra, och att markera distans till grupper som man inte vill bli associerad med.

Här ligger just knuten: Utan strukturer som stödjer allmänheten i den riktningen finns det ingen chans att nå en meningsfull minskning av miljö- och klimatpåverkan.

En av sociologins grundläggande lärdomar är att människor i sina vardagsliv är invävda i samhällsstrukturer. Det handlar om infrastrukturer, lagar och regler, marknadsekonomiska principer, men även sociala normer och förväntningar om hur en ”vanlig” människa i den egna samhällsklassen, i det egna landet, ska konsumera och leva. Det är lätt att se hur flera av dessa strukturer hittills fungerar snarare hindrande än stödjande när det gäller förutsättningar för miljö- och klimathänsyn.

Ett exempel: I många tätorter är det fortfarande besvärligt att göra sin ”dagliga runda” (till exempel att ta sig till jobbet,

handla mat, eventuellt hämta barn, ta barn till aktiviteter, och åka hem) utan bil. Många av våra tätorter är utformade och planerade med bilanvändning som standard.

På liknande sätt är resor inom arbetet ofta strukturerade så att flygresor hanteras som standard, medan längre tågresor uttrycks som alternativ. Eller att på våra arbetsplatsers och utbildningars restauranger marknadsförs köttbaserad ”dagens rätt” som given standard hela arbetsveckan. Vegetariska rätter presenteras ofta som ”alternativ”.

Stödjande strukturer skulle behöva handla om att istället låta cykel- och kollektivtrafikresande såväl som vegetariska rätter vara standard, utgångspunkten, i samhället, medan bilanvändning och kötträtter tonas ner till att bli alternativ, som i många fall bör kunna bli överflödiga.

Hur får man till stånd sådana förändringar, i riktning mot miljö- och klimatstödjande strukturer? En gammal – och korrekt – bild är att mjuka och hårda styrmedel måste fås att samspela.

Det hjälper sällan med antingen enbart information (ett mjukt styrmedel), eftersom den tenderar att försvinna i informationsbruset om ”vad som vore bra”.

Inte heller enbart hårda styrmedel (såsom lagar och andra juridiska instrument) brukar fungera ensamma. Det är ofta omöjligt att lagstifta om och/eller förbjuda något av de ovannämnda exemplen, om detta inte föregåtts av information, dialog och andra mjukare styrningsprocesser mellan olika aktörer och samhällssfärer. Legitimitet förutsätter ofta sådana processer.

Istället måste de olika styrmedlen fås att samspela i processer över tid, processer som innebär allmän debatt och normförändringar. När jag nämnde detta vid ett föredrag för en miljöorganisation svarade en av åhörarna att vi inte har tid för långa processer över tid. Miljön och klimatet kan inte vänta längre. Det ligger mycket sanning i den kommentaren.

Samtidigt pekar mycket på att processer för normförändringar och acceptans för miljö- och klimatåtgärder inte behöver ta tillnärmelsevis lika lång tid som tidigare. Genom sociala medier och internetanvändning kan förankringsprocesser idag gå betydligt snabbare än förr i världen.

3. Lyft fram underdogs

Det kan verka som att alla dessa åtgärder och exempel entydigt pekar på att initiativ och drivkrafter som regel kommer ovanifrån, exempelvis från politiska beslutsfattare eller framsynta ledare i branschorganisationer på nationell eller internationell nivå. Utmaningen skulle i så fall vara hur beslutsfattare, de stora aktörerna i alla samhällssfärer, ska kunna förmå människor och organisationer på de lägre nivåerna att miljö- och klimatanpassa sina aktiviteter.

Självklart har beslutsfattare en avgörande roll, precis som nämnts tidigare. Samtidigt pekar sociologi och evolutionsforskning på något som ofta tonas ner när man talar om samhällets miljö- och klimatarbete: Det som jag ovan kallar för stödjande strukturer, handlar inte bara om att leverera färdiga, klimat- och miljöhanterande lösningar, som resten av oss ska förmås att använda.

Stödjande strukturer bör minst lika mycket handla om att underlätta, och plocka upp lokala och regionala initiativ och engagemang, från de mindre aktörer som finns där: frivilligorganisationer, småföretag, kommuner, såväl som mindre formellt organiserade grupper.

Ser man historiskt på vad som historiskt har satt igång en större förändringsrörelse i samhället har det inte sällan varit just sådana krafter underifrån. Paradexemplet är bussresenären Rosa Parks roll för att få igång medborgarrättsrörelsen i USA på 50-talet, men det finns en lång rad andra exempel hur hälso- och

miljöproblem i samhället har uppmärksammats och hanterats.

För att stimulera allmänhetens miljö- och klimatengagemang, och människors påtryckningar ”uppåt”, finns det en faktor som har en unik roll att spela: berättelser och bilder. Detta kan låta som en mjuk och icke-vetenskaplig faktor. Men det är precis tvärtom.

Bilder och berättelser har i alla tider varit effektiva katalysatorer för att människor och organisationer ska stärka arbetet för samhällsförändring. Bilder på barn brända av napalm utlöste globala protester mot Vietnamkriget. Bilden av en flyktingpojke som drunknat ruskade om ett relativt stelt förhållningssätt till flyktingfrågorna och ökade engagemanget avsevärt.

Ett problem med många berättelser, rön och utsagor om miljö- och klimatförhållanden är att de hittills ofta har varit alltför abstrakta och tekniska för att de på djupet beröra människor – allt från politiker till allmänheten. Ett annat problem är att många berättelser andas uppgivenhet, genom att de exponerar människor för en avgrundsdjup problematik som snarare leder till apati än till engagemang.

Trots mediesamhällets enorma utbud bör det fortfarande finnas utrymme för fler berättelser och bilder, som berör och hjälper oss alla mobilisera våra krafter genom att väcka reflektion och debatt över dagens prioriteringar. □

Foto: Kenneth Ruona

Mikael Klintman är professor i sociologi vid sociologiska institutionen, Lunds universitet. Han forskar och undervisar om människors, företags och organisationers miljö- och hållbarhetsengagemang inom en rad olika samhällssektorer, ofta med internationella jämförelser.

02:

Kan man köpa framtiden?

LINA WEDIN HANSSON

Det är inte bara de enskilda individerna som kan göra skillnad. Även kommuner och andra myndigheter har stora möjligheter att skapa en marknad för hållbara innovationer och lösningar genom bland annat sina upphandlingar. Om detta resonerar forskaren Lina Wedin Hansson i sin artikel. Hon är verksam både vid Skanska och Lunds universitet, och driver forskning kring hållbar offentlig byggupphandling.

OFFENTLIGA INKÖP uppgår till ungefär 625 miljarder årligen i Sverige, enligt färska uppgifter från nya upphandlingsmyndigheten. Detta skapar en enorm köpkraft med skattemedel. En köpkraft som man kan använda på olika sätt.

Nyligen pekade FN ut hållbar offentlig upphandling som ett verktyg för att bidra till en hållbar utveckling utifrån de globala målen som antogs i september 2015. Mål nummer tolv handlar om hållbar konsumtion och produktion (se det inledande avsnittet ”På jakt efter en hållbar jord”). Sveriges regering har också tydligt lyft fram att offentlig upphandling är ett strategiskt verktyg för hållbar utveckling och för att få fram innovationer.

Exempel på hur offentlig upphandling har förändrat marknader och produkter finns sedan tidigt 1900-tal i Sverige. Förr handlade offentlig upphandling om att tillgodose ett behov av en vara, tjänst eller byggentreprenad till bästa pris. Sedan slutet av 1900-talet har diskussionen om offentlig upphandling och vilken roll de offentliga inköpen ska ha i samhällsutvecklingen lyfts. Synen på offentlig upphandling har förändrats.

Tekniksprång krävs

Numera lyfts offentlig upphandling fram i en statlig utredning (SOU 2013:12) som ett användbart sätt att få fram innovationer och ny miljöteknik. Inte minst lyfts transformativa eller förändringsinriktade lösningar fram som en avgörande utveckling för att skapa tekniksprång.

Exempel på detta är att köpa tjänster istället för produkter i större utsträckning. Detta kan vara att köpa en kommunikationstjänst istället för mobiltelefoner eller transporter istället för fordon. Båda dessa tjänster förväntas kunna minska produktionskostnader och bidra till ett större fokus på att produkterna ska hålla längre. Anledningen till det är att om den leverantör

som tillhandahåller tjänsten ansvarar för produkten, tjänar denne sannolikt på att produkten håller så länge som möjligt.

Det kan också handla om att köpa byggnader som producerar mer energi än de förbrukar, så kallade plusenergihus. Både kommuner och landsting och företag arbetar idag i stor utsträckning för att framtidssäkra byggandet. Det handlar om att ställa krav på sådana byggnader, men även om att ta fram innovativa lösningar i form av isolering, kylning och uppvärmning av fastigheter som säkerställs genom bergvärme och lagringssystem där värme och kyla återanvänds.

Detta är starkt kopplat till ett område som växer allt starkare och det är cirkulär ekonomi. Det handlar kort sagt om ett kretsloppstänkande där inga eller få nya råvaror tillförs. Systemen sluts i likhet med väl fungerande ekosystem och skapar cirkulära materialflöden – ett återbruk av produkter för att skapa nya.

Ett exempel på detta är Västra Götalandsregionen som startade ett arbete tillsammans med möbelleverantörerna för att kunna köpa in renoverade möbler, väl anpassade till moderna funktionsbehov. De efterfrågade också en forskningsrapport i samarbete med forskaren Tomas Nyström på Chalmers Tekniska Högskola om synen på återbruk av möbler.

Enligt rapporten hade man i organisationen upptäckt att stora mängder dugliga möbler slängdes för att man ville ha tidsenliga arbetsplatser. Det var ett sätt att skapa en marknad eller en möjlighet för gamla möbler att få nytt liv. Dessutom arbetade man med att utveckla inköpskrav på exempelvis systematisk återanvändning, reparation, uppgradering med mera. Ett exempel på formulering är ett krav på att tjugo procent av alla möbler i avtalet ska vara återbrukade.

I Holland har arbetet med att skapa förutsättningar för cirkulär upphandling, eller att köpa cirkulärt, kommit längre. Ett kooperativ för cirkulär ekonomi arbetar i nära samarbete med

Holländska staten och utmärker sig som en ”hotspot” för cirkulär ekonomi. Ett grönt avtal har slutits mellan kooperativet och flertalet medlemmar för att lyfta cirkulär upphandling. Under 2016 ska två cirkulära upphandlingsprocesser finnas framtagna som goda exempel (www.circle-economy.com).

Detta har också gjorts i Sverige i Ronneby, där Listerby förskola upphandlades cirkulärt i enlighet med Cradle to Cradle®–modellen 2013. Modellen bygger på kretsloppstänkande och på att skapa positiva avtryck på jorden istället för att fokusera på att minska negativa avtryck. Detta är ett nytt och innovativt sätt att arbeta med hållbarhet och cirkulära system och Ronneby utvecklar nu arbetet i ytterligare byggnation.

Förutsättningarna finns

Nya sätt att arbeta med upphandling för att få fram organisatoriska eller produktrelaterade innovationer kallas i upphandlingssammanhang för innovationsvänlig upphandling eller innovationsupphandling. Detta är i praktiken upphandlingar som utformas så att företag på marknaden tar fram lösningen på det som staten, kommunen eller landstinget har behov av.

Alternativet, som tidigare har varit det vanliga, är att berätta mer eller mindre detaljerat vad det är man vill ha.

Innovationsupphandling innebär att staten, kommunen eller landstinget upphandlar något som man kan beskriva, men som inte finns att få tag i ännu. Då kan man ge ett företag ansvar för att ta fram en lösning genom offentlig upphandling. Det är ett sätt att driva på gröna innovationer.

De rättsliga förutsättningarna för att framtidssäkra den offentliga upphandlingen finns och har funnits en längre tid. Lagen om offentlig upphandling gör det möjligt för innovationsvänlig upphandling. Därmed kan offentlig upphandling användas strategiskt för att uppnå andra samhälleliga mål, så-

som minskad klimatpåverkan, ökad biologisk mångfald eller ökad sysselsättning för långtidsarbetslösa.

En ny lagstiftning håller på att arbetas fram i Sverige som baseras på de senaste direktiven inom Europeiska Unionen kring offentlig upphandling från 2014. Den nya lagstiftningen är färdig 2016 och kommer att innehålla ännu tydligare lagtext när det gäller att offentlig upphandling ska användas för att driva på innovationer och ny teknik, men även hållbar utveckling.

Ett nytt sätt att upphandla eller köpa in byggnation kommer att införas i lagtexten och kallas innovationspartnering. Tanken är att detta ytterligare ska skynda på utvecklingen så att stat, kommuner och landsting använder offentlig upphandling för att få fram innovationer och ny teknik på olika sätt.

Förutsättningarna för att ”köpa sig till framtiden” genom strategisk upphandling finns redan nu, men används i liten utsträckning idag. Men det är ett område på mycket stark frammarsch och med den nya upphandlingslagstiftningen förutspås att 2016 blir genombrottsåret för cirkulär ekonomi. □

Cradle to Cradle®

Konceptet är framtaget för hållbarhet med focus på helhet, innovationer och kvalitet. Det är framtaget av en tysk kemiprofessor, Michael Braungart, och en amerikansk arkitekt, William McDonough. Konceptet bygger på tre principer och utgår från att designfasen är avgörande.

1. Förvalta näringsämnen, avfall=föda,
2. Använd solenergi, och
3. Främja mångfald (biologisk, konceptuell och kulturell mångfald).

Lina Wedin Hansson är disputerad forskare i rättssociologi och driver forskningsprojekt om hållbar offentlig byggupphandling, samt är en av elva forskare i forskningsmiljön ProcSIBE. Hon är anställd på Skanska som postdoktor och finansieras av Riksbankens Jubileumsfond. Hon är även verksam som forskare vid Rättssociologiska Institutionen vid Lunds universitet.

Globala och lokala utmaningar

03:

Kritiska frågor och hållbara lösningar

ANNE JERNECK

I en värld som blir allt mer global, visar samtidigt forskningen hur viktigt det är att inte glömma bort det lokala perspektivet. Att gå från ord till handling är inte alltid helt lätt, och lösningarna på en fråga kan vara komplexa. Det som leder till förbättringar ur ett perspektiv, kanske orsakar problem ur ett helt annat. I det här kapitlet berättar forskaren Anne Jerneck vid Lunds universitets centrum för studier av uthållig samhällsutveckling, LUCSUS, om den gränsöverskridande forskningen som bedrivs där med fokus på bland annat global rättvisa och klimatförändringar.

VAD HÄNDER NÄR EN NY global utmaning som klimatförändring sammanfaller med utbredd och ihållande fattigdom? I värsta fall ökar det påfrestningen på människor i redan utsatta regioner. I bästa fall kan smarta motåtgärder dämpa följderna av både befintliga samhällsproblem och nya utmaningar.

För detta krävs kunskap om dynamiken mellan natur och samhälle och om sociala och politiska förhållanden. Det fordrar vetskap om att insatser har olika effekt på olika platser och att förhastade ingrepp kan förvärra situationen.

Vilken roll har då forskningen i att förutsäga följder och prioritera mellan möjliga insatser? Tvärvetenskap kan bidra med breda forskningsfrågor, peka ut och analysera viktiga orsakssamband samt ange vad som bör göras på kort och lång sikt, för vem – och av vem.

Nya utmaningar och gamla problem – hur påverkar de varandra?

Fattigdom, förtryck och folkomflyttningar har förekommit i alla tider. Ibland får de större betydelse som den nu pågående flyktingströmmen till Europa på grund av krig, konflikt och andra umbäranden. Parallellt pågår långsamverkande processer som klimatförändring, förlust av biologisk mångfald och utfiskning av världshaven, vars hela omfattning och innebörd vi inte uppfattar med blotta ögat utan behöver vetenskap för att fastställa och förstå.

Varje sådant förlopp har flera orsaker. Ibland förstärker de varandra, ibland hakar de i andra skeenden vilket kan föra med sig ytterligare påfrestningar som torka, värmeböljor eller översvämningar. Förutom att extrema förhållanden blir allt vanligare, slår de ojämnt över klotet och drabbar somliga människor och samhällen betydligt oftare och hårdare än andra.

De allvarligaste globala utmaningarna kan inte åtgärdas i ett enda slag. Världen måste hantera dem under lång tid framöver, säkerligen under flera generationer och inte sällan i gemensamma åtaganden. Klimatavtal är nödvändiga och globala hållbarhetsmål är viktiga men det är inte möjligt att *lösa* klimatproblemet genom förhandling eller politiska överenskommelser. Klart är att det behövs kraftfulla initiativ från såväl civilsamhälle och sociala rörelser som från det politiska och ekonomiska etablissemanget.

Vad som krävs är att stävja förloppet genom att minska utsläppen av växthusgaser (*mitigation*) och samtidigt avvärja de värsta konsekvenserna genom klimatanpassning (*adaptation*). I den processen måste bördor och vinster fördelas efter internationella rättviseprinciper (*environmental justice*). Inget av detta är lätta uppgifter.

Klyftan mellan naturvetenskap och samhällsvetenskap

Debatten om globala utmaningar har präglats av en naturvetenskaplig grundsyn och problembeskrivning som uppmärksammar avigsidorna med skogsskövling, utfiskning, utsläpp av växthusgaser och överexploatering av mark, hav, skog och vatten. Naturvetenskapen betonar allvaret i människans inverkan på naturen, och många naturvetare efterlyser åtgärder. Samhällsvetenskapen, å sin sida, har studerat och diskuterat politiska, sociala och ekonomiska orsaker till och konsekvenser av miljöproblem men har inte tagit de globala utmaningarna på samma djupa allvar. Det beror delvis på otillräcklig kunskap om naturens processer. Naturvetenskapen har inte verktyg för att förstå hur samhället genomsyras av makt och trögrörliga institutioner, samtidigt som samhällsvetenskapen – liksom det politiska beslutsfattandet – ofta bemöter kravet på snabba och effektiva lösningar på komplexa problem med misstänksamhet.

Att sträcka sig bortom den egna disciplinens frågor och svar, eller det egna ministeriets och det statliga verkets kärnområden, kräver gränsöverskridande tänkande och en förmåga att se hur samhället påverkar och påverkas av livsuppehållande system såsom atmosfär, biosfär, geosfär och hydrosfär. Om komplexa fenomen spjälkas upp i åtskilda ämnen eller tematiska områden som energi, hälsa, klimat, miljö, transport, sanitet och vatten, vilket är vanligt inom akademin och förvaltningen och i internationella organsationer, går helhetsbilden lätt förlorad.

Hur gör då forskare, beslutsfattare och andra samhällsaktörer när de möts för att identifiera problem, formulera gemensamma forskningsfrågor och skapa underlag för beslutsfattande?

När behövs tvärvetenskap?

I decennier har forskare arbetat tvärvetenskapligt med problem som svält, ohälsa, våld och andra ofriheter. När flera discipliner tillsammans belyser en samhällskris uppstår nya frågor, teorier och metoder, och gärna en hel yrkeskår av forskare och beslutsfattare med ny byråkrati och nya lösningar. Historiskt skedde det exempelvis efter andra världskriget när FN bildades och utvecklingsforskningen växte fram. Då ökade biståndet till länder i det globala Syd som ett svar på utbredd fattigdom, politiskt förtryck och en sargad världsekonomi.

Till följd av klimatförändring tvingas nu det internationella samfundet att ingå avtal för att reglera åtaganden mellan olika grupper av länder. Samtidigt ökar klimatforskningen explosionsartat. I återkommande rapporter sammanställer FN:s klimatpanel kunskapsläget och de senaste femton åren har en gränsöverskridande hållbarhetsvetenskap etablerat sig för att studera globala utmaningar och påskynda omställningen till ett hållbarare samhälle. Här spelade Forskningsrådsnämnden (FRN) en avgörande roll för den snabba spridningen av håll-

barhetsvetenskap världen över, med Lunds universitet som en av pionjärerna.

Precis som andra forskare ställs hållbarhetsforskare inför höga krav på sakkunskap, nytänkande, trovärdighet och etik. Därtill kommer ett ansvarstagande och en vilja att genomdriva samhällsförändring. När ny kunskap fångas upp och används av myndigheter och makthavare händer det även att forskare som i utgångsläget inte uppfattat sig som världsförbättrare kan komma att påverka debatten utöver sin akademiska gärning.

Hur hanterar hållbarhetsvetenskapen de globala utmaningarna?

Globala utmaningar kan beforskas på olika sätt. Hållbarhetsvetenskap vilar på en grundläggande förståelse av de naturvetenskapliga processerna kring avskogning, biodiversitetsförlust, klimatförändring, utfiskning och vattenbrist men framförallt har den fokus på de samhälleliga orsakerna till och följderna av dessa globala utmaningar.

Med samhällsomvandling som mål är forskningen problemorienterad och lösningsinriktad men också kritiskt granskande. Det fordrar att hållbarhetsvetare behärskar olika perspektiv och begrepp. De uttrycker sig i termer av ekologisk bärkraft, trösklar, gränser och ekonomisk uthållighet men använder även begrepp som sociala relationer, institutionell förändring och politisk makt. I centrum står dynamiken mellan samhälle och livsuppehållande system.

I den etiska diskussionen sätts fördelningen mellan nutida och framtida generationer främst, liksom de växande klyftorna inom och mellan Nord och Syd. Det gör att identitetsfrågor som klass, kön, etnicitet, ålder och kulturell och regional hemvist blir viktiga.

Hur bedrivs hållbarhetsforskning vid LUCSUS?

I vår forskning på LUCSUS, Lund University Centre for Sustainability Studies, har vi fokus på globala och lokala orättvisor och undersöker följderna på kort och lång sikt för utsatta grupper och samhällen. Vi belyser försörjning, hälsa och välbefinnande men även vilka rättigheter och möjligheter olika samhällsaktörer har att påverka situationen. Det innebär exempelvis att vi går bortom ett förenklat räknande av kvinnor och män och deras göromål för att istället granska hur institutioner och strukturer styr en könsbestämd arbetsdelning och resursfördelning och hur rådande normer påverkar beslutsförmåga och handlingsutrymme.

Utifrån ett konfliktperspektiv blottlägger vi motsättningar mellan olika politiska idéer och samhällsintressen, och analyserar hur olika aktörer ständigt förhandlar och omförhandlar sina villkor inom givna men föränderliga institutioner och strukturer. Vi studerar exempelvis vems handlingsutrymme som berörs och varför, vilka aktörer som har makt eller inte att agera, hur åtgärder och motåtgärder förändrar sociala och politiska villkor samt vilka krafter som styr diskursen om klimat, miljö och hållbarhet. Eftersom många problem härör ur resurskonflikter är fattigdom, ohälsa och svagt rättsskydd viktiga studieobjekt.

Målet för hållbarhetsforskningen är samhällsförändring. Det kan illustreras i fyra prioriterade forskningsområden på LUCSUS:

1. Afrikas livsmedelskris

Vår jordbruksforskning handlar inte så mycket om typen av grödor eller tekniska insatsvaror som konstgödning och kemisk bekämpning. Vi går utöver detta och studerar framförallt ägande, brukande, långsiktig försörjning och samhällsstrukturens inverkan på produktion, konsumtion och reproduktion.

Utgångspunkten kan vara kvinnors svaga rätt till jord och hur det påverkar dem som matproducenter och familjeförsörjare. Det kan gälla hur utarmning av jordbruksmark och annan markförändring drabbar livsmedelsförsörjningen och om agroekologi kan vara en lösning. Eller hur bönder hanterar det faktum att klimatförändring ger upphov till ett mera oförutsägbart nederbördsmönster som försvårar planeringen av sådd och skörd. Vi undersöker också hur bönder förhåller sig till att matlagning över öppen eld utgör ett energi- och hälsoproblem med många sociala förgreningar.

2. Lokalsamhällets klimatanpassning

Klimatanpassning avgörs på olika samhällsnivåer men utspelar sig alltid lokalt. Vi ser att varje anpassningsprocess inbegriper frågor om fördelning, prioritering och finansiering vare sig det handlar om jordbrukssystem i Portugal och Ghana, kustnära samhällen i Bangladesh och USA, eller skånska kommuner och slumområden i Colombias huvudstad. Att inkludera flera beslutsnivåer är därför avgörande. I forskningen om klimatanpassning arbetar vi med myndigheter men också med lokala näringsidkare och intressenter som vinbönder, villaägare eller sluminvånare och då ofta via dessas engagemang i organisationer eller sociala rörelser.

Vi granskar sociala och miljömässiga konsekvenser av nya politisk-ekonomiska initiativ med global räckvidd. Det kan gälla hur EU:s storsatsning på biobränslen påverkar bönder och jordbruk i Afrika men också nationella regelverk i Tanzania och Sverige, eller hur nya marknadsmekanismer, såsom certifiering, påverkar kaffeodlare i Costa Rica eller människor och ekosystem i tropiska skogsområden i Ecuador. Hur myndigheter och privata aktörer som försäkringsbolag bör agera i för-

hållande till civilsamhället i fråga om klimatanpassning är också en knivig fråga. Ska det ske via representativ demokrati, lagstadgade planprocesser, ytterligare samarbetsformer eller genom marknadsmekanismer?

3. Konflikter kring naturresurser

I forskningsområdet om rätten till och fördelningen av resurser studerar vi vem som har makt att besluta i frågor om bevarande kontra utnyttjande. Globala bevarandeintressen är särskilt starka om de är historiskt betingade eller knutna till nationalparker, naturvårdsområden och världsarvsområden, som ofta företräds av internationella organisationer som UNESCO. Vissa bevarandeintressen sammanfallar med nationella mål men riskerar att krocka med lokala försörjningsbehov och hävdvunnnen rätt att utnyttja skog, träd, buskar, djur och andra resurser. Här finns åtskilliga dilemman att fundera över.

Vi studerar även hur landsbygdsbefolkningars hävdvunna rätt att använda vatten i floder och sjöar åsidosätts genom privat och statlig exploatering av vattenkraft, inte sällan med hjälp av utländska finansiärer. I storstäder är det inte ovanligt att nationella regeringar och lokala förvaltningar misslyckas med att leva upp till målet att garantera stadens alla medborgare tillgång till vatten och andra förnödenheter. Om mycket resurser satsas på att öka stadens globala attraktionskraft på multinationella företag istället för att finansiera en offentlig sektor som garanterar säker tillgång till rent vatten i slumområden blir invånarna där särskilt utsatta.

Ekosystemtjänster utgör ett annat studieobjekt. Här undersöker vi om marknadsbaserade system fungerar för att förhindra människor från att (över)utnyttja naturresurser som skog och vilt för sin försörjning. Vi granskar även om metoderna är etiskt berättigade.

4. Teori och metod för hållbarhetsvetenskap

I vårt fjärde tema utvecklar vi teorier, metoder och kunskap som kan ge gränsöverskridande forskning större samhälleligt genomslag. Ett sätt är att tillämpa *pluralism*. Då samarbetar man med forskare från *olika* discipliner för att belysa ett problem ur olika vinklar. Pluralismen står i bjärt kontrast till *disciplinär imperialism* som innebär att forskare från en enskild disciplin tränger in en forskningsfråga i snäva tolkningsramar. När enskilda discipliner breder ut sig på andras bekostnad kan det få både vetenskapliga och politiska konsekvenser. Om exempelvis värderingen av ekosystemtjänster endast sker i ekonomiska termer som avkastning, investering eller pris så sker det på bekostnad av andra och mindre mätbara värden.

Vad har vi åstadkommit?

Forskare vid LUCSUS bidrar till samhällsförändring på olika nivåer, inte minst genom kunskapsspridning och lokalt engagemang. För att bemöta livsmedelskrisen har våra forskare exempelvis startat och vidareutvecklat lokala projekt i Uganda för jordförbättring med hjälp av mänskligt urin. De har spridit kunskap om och tillgång till pålitligare vattenförsörjning och förbättrad sanitet på Tanzanias landsbygd, och även iscensatt konstprojekt för att spåra, dokumentera och diskutera markförändring. I Kenya har vi ökat det lokala engagemanget för användningen av energisnålare och effektivare spisar – om än i liten omfattning och ofta som experiment. Som ett led i detta har vi byggt demonstrationskök tillsammans med lokala bondegrupper, entreprenörer och beslutsfattare.

För att underlätta kunskapsspridningen har forskarna gjort informationsfilmer om förbättrade spisar och en instruktionsfilm om jordförbättringsmetoder som även visats på TV i Uganda. Tavlorna i konstprojektet har uppmärksammats både i

Tanzania och Sverige. Konsten fungerar som ett sätt att illustrera olika framtidsvisioner, framförallt för den yngre generationen. Samtidigt bidrar den till att skapa debatt om utländska företags uppköp av skogs- och jordbruksmark – och hur deras verksamhet påverkar lokala ekosystem och levnadsvillkor.

För att ta ett annat exempel har våra forskare samarbetet med aktivister för att gemensamt producera film både om konflikter kring naturskydd i Sydafrika och om vattenrättigheter i Turkiet. Vi samarbetar även med sociala rörelser i USA:s kustregioner där snabb befolkningsökning skapar intressekonflikter i exceptionellt dynamiska ekosystem, eller där naturkatastrofer som drabbar ojämlika samhällen medför social utslagning.

Den gemensamma nämnaren i samtliga projekt är synergi – att främja en lokal situation och samtidigt uppnå mer långtgående effekter. Exempelvis bidrar de nya spisarna till bättre hälsa och effektivare energianvändning på Kenyas landsbygd, samtidigt som de minskar de globala utsläppen av växthusgaser.

Vilka är lärdomarna?

En springande punkt är frågan om vilken prioritering det inringade problemet har i ett givet samhälle, och vilka incitament till förändring som står till buds. Många människor är villiga och redo att göra förändringar men färre har råd, tid eller makt att genomföra dem. Därför måste vi som forskare noga överväga hur vi värnar om och mobiliserar mänskliga och andra resurser, hur och var vi startar förändringsprocesser – kanske kollektivt – och hur vi motiverar engagemang över tid och ser till att vunna framsteg inte motverkas av nya problem. Även frågor om forskarens roll och ansvar under processens gång och vad som händer efter avslutat projekt inställer sig: när är det fullbordat, måste det utvärderas, hur och av vem?

Återkommande forum och fokusgrupper eller en avrundande workshop är bra metoder för att återknyta kunskap och diskutera processen, resultaten, nya initiativ och såklart även misslyckanden: vem, om någon, kom att exkluderas i förändringsprocessen, och varför?

Alla forskare når inte hela vägen i sin strävan att genomdriva konkret samhällsförändring. Men att sprida välgrundad kunskap om och skapa publicitet kring komplexa problem kan bidra till att främja berörda gruppers villkor, öka uppmärksamheten kring vissa frågor och därmed även höja deras prioritering på en global dagordning. Slutsatsen är att forskare har chans att påverka beslutsfattare och sociala rörelser på många sätt men det gäller att utnyttja chansen – och förvalta den väl.

Helhetssyn istället för stuprörstänkande

För att hantera globala utmaningar som avskogning, klimatförändring, markförstöring och utfiskning måste vi överbrygga sektorsindelningen som låser in frågor i enskilda statliga verk och departement med specifika ansvarområden – såsom miljöfrågor hos naturvårdsverk och miljödepartement, transportfrågor hos trafikverk och näringsdepartement eller hälsofrågor hos socialstyrelser och socialdepartement. Politiker som agerar kortsiktigt måste också inse att globala utmaningar kräver långsiktiga investeringar – och omedelbara handlingar.

Att förändra samhället utifrån målformuleringar som FN:s globala hållbarhetsmål är rimligt om det medför kunskapsutveckling, nätverksbyggande och resursmobilisering. Trots enighet kring hållbarhetsmålen återstår den svåra politiska debatten om medlen. Exempelvis kan allmän skolgång uppnås genom antingen ekonomisk politik eller socialpolitik, det vill säga via villkorade kontantbidrag till vissa samhällsgrupper, så att de kan betala skolavgifter, eller via garanterad fri skolgång.

Frågan om medel gäller även hur dessa ska fördelas i tid och rum. Är satsning på bred front bättre för att skapa synergier? På 1940-talet ansåg forskare och politiker att det krävdes finansiella, institutionella och teknologiska krafttag för att åstadkomma utveckling i det globala Syd. De liknade ekonomi och samhälle vid gigantiska maskiner som skulle sparkas igång genom storsatsningar som *Big Push* och *Take-off*. Men på grund av svaga institutioner, sega strukturer och utbredd korruption visade sig dessa storskaliga initiativ ofta vara praktiskt omöjliga. Hållbarhetsforskare som dragit historisk lärdom av detta efterlyser istället decentraliserade, platsspecifika och därmed bättre anpassade initiativ.

Till sist ställer vi två angelägna frågor inför framtiden: är det samhället, individen eller den ekonomiska och politiska maktkoncentrationen som ska förändras i omställningen mot hållbarhet? Och hur bör marknadsinitiativ kombineras med statlig reglering och demokratiska processer om vi inte endast vill uppnå effektivitet utan även värna om det allmänna bästa – på vägen mot ökad hållbarhet? □

Foto: Amanda Bigh

Anne Jerneck är docent i hållbarhetsvetenskap vid LUCSUS (Lund University Centre for Sustainability Studies). Hennes tvärvetenskapliga forskning handlar om institutionell och strukturell förändring i förhållande till fattigdom, ojämlikhet och miljö- och klimatförändringar. Hon är särskilt intresserad av försörjningsstrategier, utvecklingsdiskurser och hållbarhetsvetenskaplig teori och metod.

04:

Att bygga en rättvis och hållbar ”blå” fred

KARIN AGGESTAM

Det finns en stor fredspotential i samarbeten kring vatten. Det menar forskaren Karin Aggestam som har studerat vattenfrågor i Mellanöstern både som konfliktorsak men också som konfliktlösning i fredsbyggande. Genom att lägga större vikt vid lokala förankringsprocesser och anpassa västerländsk teknologi till mer traditionella former av vattenhantering ges bättre förutsättningar till hållbara resultat.

PÅ SENARE ÅR har vatten fått ökad uppmärksamhet som källa till konflikt men även som en möjlighet till fördjupat samarbete och fred. Under 1990-talet varnade flera fredsmäklare och forskare om att den ökade vattenbristen skulle kunna leda till fler konflikter och krig runt om i världen. Det betonades att flera konflikter låg i riskzonen och riskerade att förvärras i takt med att tillgången till vatten minskade.

Debatten har emellertid svängt de senaste åren kring vattnets betydelse och roll i konflikter. Istället för att ses som en källa till krig uppfattar flera nu att samarbete kring vatten – hanterade på rätt sätt – kan vara en källa till en långsiktig och hållbar fred. På så sätt har vattenhantering kommit att uppfattas som ett viktigt och prioriterat område vilket bör integreras i internationellt fredsbyggande.

Att samarbeta kring en delad men begränsad resurs som vatten kan te sig ganska självklart. Genom att låta konfliktparterna samarbeta kring vatten som är något konkret och tekniskt, förväntas fastlåsta positioner lösas upp. Förtroende kan därmed skapas vilket ger bättre förutsättningar för fredsbyggande.

I min forskning om fredsbyggande i Mellanöstern spelar vatten en central roll för alla aktörer i regionen. Kampen om vatten har även kommit att prägla staternas säkerhetspolitik. Vatten har en avgörande roll i stats- och nationsbyggandet där jordbruk, vatten och land samspelar som viktiga faktorer som hänger nära samman.

Nedan diskuterar jag hur vatten kan ses som en konfliktorsak men även som en del i internationellt fredsbyggande i en strävan att uppnå en hållbar fred. Jag lyfter även fram de möjligheter, begränsningar och utmaningar som finns för att bygga en långsiktig ”blå” fred i Jordandalen och Nildeltat.

Växande antal vattenkonflikter?

I freds- och konfliktforskning har problematiken kring resursknapphet studerats under en längre tid. En konflikt föreligger då ett antal parter strävar efter samma uppsättning knappa resurser samtidigt som parternas positioner och krav är oförenliga. Resursknapphet kan till exempel handla om territorium och naturresurser, men även värden som identitet, rättvisa och demokrati.

Under de senaste årtionden har alltfler studier i freds- och konfliktforskningen fokuserat på resursknapphet och vatten i syfte att förstå orsakssambandet till konflikter och fullskaliga krig. Som exempel anges ofta det sex dagar långa kriget 1967 mellan Israel, Syrien, Jordanien och Egypten där konflikten kring vattenfördelning av Jordandalen anses vara en starkt bidragande om än bakomliggande orsak till kriget. Den kanadensiska samhällsdebattören och författaren Naomi Klein argumenterar också i sin senaste bok ”Det här förändrar allt” om hur klimatförändring och vattenbristen i Syrien, efter flera års torka, har varit en starkt bidragande orsak till inbördeskriget.

Speciellt regioner med en kraftig befolkningsökning och påtagliga klimatförändringar, i form av global uppvärmning som leder till översvämningar och torka, anses vara extra sårbara och i riskzonen för att utvecklas till destruktiva konflikter. Vattenbrist leder även till minskad ekonomisk tillväxt, underutveckling och högre priser på basvaror och livsmedel. FN har upprepade gånger varnat för att tillgången till vatten är en av framtidens stora utmaningar för att kunna producera tillräckligt med mat till alla människor.

Andra bidragande orsaker till att vattenkonflikter uppstår är den negativa dynamik som skapas mellan stater som befinner sig uppströms eller nedströms i ett flodområde. Denna interaktion tenderar att skapa ojämlika maktrelationer och beroende-

förhållanden. Som en konsekvens har vissa stater en överlägsen maktställning som missgynnar multilateralt samarbete. Flera stater i delade flodområden saknar också förtroende för varandra och institutionaliserade samarbetsformer när det gäller fördelning av vattenresurserna, vilket förhindrar gemensamma lösningar. Istället förstärks vad som kallas ”nollsummespel”, det vill säga vad som är den ena aktörens vinst är den andra sidans förlust. Den typen av uppfattningar ökar risken för våld.

Regioner såsom Mellanöstern, Afrika och Asien har identifierats som riskzoner för konfliktupptrappning och det har föranlett att flera av FN:s generalsekreterare varnar för framtida krig och konflikter kring vatten. Det i sin tur har påverkat den globala diskussionen kring fredsbyggande där vikten av att förebygga framtida vattenkonflikter lyfts fram som en övergripande ambition inom FN och flera internationella aktörer.

Vattensäkerhet för vem och vad?

Som framgår av ovanstående resonemang är vattentillgång i grunden en fråga om säkerhet. På senare år har säkerhetsbegreppet utvidgats från en mer begränsad och statscentrerad förståelse till att inkludera frågor som också berör till exempelvis migration, miljö och ekonomi.

När det gäller frågan om vatten och den ökade risken för krig kan vi notera hur den globalt har blivit ”säkerhetiserad”, det vill säga att vattenbrist uppfattas som ett säkerhetshot. Allt fler stater och internationella organisationer använder sig av begrepp som ”vattensäkerhet” och ”matsäkerhet” för att signalera frågans prioriterade betydelse på den internationella arenan. Samtidigt finns det en baksida med sådana processer eftersom de kan ha negativa konsekvenser för politiken. Säkerhetsfrågor omgärdas ofta med sekretess och minskar därmed insyn och

transparens i beslutsfattandet. Det tenderar också att förstärka ett ”vi-mot-dem” tänkande. Därför är det viktigt att ställa frågan för vem säkerheten är till för?

För att belysa denna fråga valde UNDP *(United Nations Development Agency)* under 1990-talet att lansera begreppet ”mänsklig säkerhet” för att synliggöra alla människors säkerhetsbehov. Tyngdpunkten förflyttades därmed över till folket, baserat på deras medfödda värde som människor och med större fokus på deras rädslor och behov. I många konflikter är det just staten, som istället för att fungera som deras officiella beskyddare, utgör det huvudsakliga hotet mot sina medborgare

Hållbar vattenhantering och internationellt fredsbyggande

Flera forskare hävdar emellertid att hotbilden kring vattenkonflikter är kraftigt överdriven och saknar empiriska belägg. De lyfter istället fram vatten som en stor potential som källa till samarbete. Detta grundantagande har också avspeglats i internationella fredsbyggande operationer som vuxit dramatiskt i antal sedan slutet av kalla kriget. Ett av skälen till expansionen är det växande antalet inomstatliga konflikter att hantera; ett annat skäl är FN:s lansering under 1990-talet av en mycket ambitiös fredsagenda. Den dåvarande generalsekreteraren Boutros Boutros-Ghali stipulerade då en ny omfattande holistisk målsättning för FN att förebygga, hantera och bygga en hållbar och långsiktig fred. Med denna ambitiösa agenda kom vattenhantering och samarbete att utgöra en viktig beståndsdel i fredsarbetet.

Den stora samarbetspotentialen inom vattensektorn bygger på tesen att förtroende mellan konfliktaktörer lättare kan byggas genom att starta med funktionellt och tekniskt samarbete. På så sätt kan låsta positioner så sakteligen lösas upp och göra det möjligt att nå en konfliktlösning som gynnar alla parter, en

”win-win”-lösning. Genom att steg för steg fördjupa samarbetet ges positiva ”spill-over”-effekter inom andra områden såsom utrikes- och säkerhetspolitik *(”high politics”)*, vilket långsiktigt skapar förutsättningar för att etablera en hållbar fred. Den europeiska integrationsprocessen framhålls ofta som det goda exemplet och inspirationskällan. Inom tekniska samarbetsområden *(”low politics”)* spelar vetenskaplig expertis och funktionella lösningar en avgörande roll medan den politiska dynamiken tonas ner.

Ett exempel är hur vatten spelade en viktig del i de multilaterala förhandlingarna mellan Israel och dess grannstater vid starten av fredsprocessen i Mellanöstern på 1990-talet. Flera tekniska förslag kring hur vattenbristen i regionen skulle lösas lanserades. Världsbanken föreslog bland annat ett stort och omtalat megaprojektet som syftade till att bygga en fast förbindelse mellan Döda havet och Röda havet (mer om detta nedan). Vattenhantering och samarbete var också ett centralt inslag i de förhandlingsavtal om övergångsstyre som slöts mellan Israel och PLO 1993 och 1995, samt i fredsavtalet mellan Israel och Jordanien 1995.

Den senare överenskommelsen slår fast ett långsiktigt samarbete och omfördelning av vattenresurser mellan parterna. Avtalen mellan Israel och PLO fokuserade däremot huvudsakligen på koordination, övervakning och samarbete kring vattenhantering, men har däremot undvikit frågor kring en mer rättvis vattenfördelning mellan israeler och palestinier. En anledning är att Israels militära ockupation av Västbanken kvarstår, vilket innebär en fortsatt absolut israelisk kontroll över ett antal viktiga vattenreservoarer i området. Samtidigt har internationella biståndsgivare varit generösa med att finansiera många vattenprojekt eftersom de anses ha stor samarbetspotential.

Hydrosolidaritet – vattenrättvisa

Parallellt med att vattenhantering blivit en integrerad del i freds-

byggande har även begreppet ”hydrosolidaritet” vunnit större genomslag bland praktiker och forskare. Hydrosolidaritet myntades av den svenska vattenforskaren Malin Falkemark som betonar ett holistiskt synsätt och framhåller vikten av rättvisa baserad på att alla aktörer i ett flodområde har rättigheter och skyldigheter.

I ett större flervetenskapligt projekt vid Pufendorf-institutet här i Lund studerade vi under 2013 denna fråga med fokus på Nilen. Med tanke på den explosionsartade befolkningsökning som förväntas de kommande årtionden längs Nilen är utmaningarna stora och det kommer därför att bli nödvändigt att finna alternativa lösningar för att öka bevattningskapaciteten.

Vissa forskare framhåller betydelsen av mellanstatligt vattensamarbete och hur viktigt det är att staterna samordnar projekt för att spara vatten, till exempel en övergång till droppbevattning istället för att som idag översvämma åkrarna. Rening och återanvändande av avloppsvatten måste också tillämpas i betydligt högre utsträckning än vad vi ser idag.

Andra stora planerade infrastrukturprojekt i området runt Nilen är byggandet av ”den stora renässansdammen” på det etiopiska höglandet. Här är tanken att dammen dels ska ge Etiopien den vattenkraft som landet så väl behöver för sin ekonomiska utveckling, dels att den ska hushålla med Nilens resurser bättre och på ett solidariskt sätt för alla berörda stater. På det etiopiska höglandet är det svalare och genom att strategiskt bygga en damm där förhindras avdunstning motsvarandet tjugo procent av hela Nilens årsflöde.

När dammprojektet föreslogs blev det högljudda protester från stater nedströms. Egypten reagerade mest kraftfullt med hot om militär intervention eftersom Nilens vattenresurs ses som en central del i den egyptiska säkerhetspolitiken. Eftersom dammen ska reglera Nilens totala flöde upplever Egypten att maktbalansen rubbas. Egypten skulle på så sätt förlora sin

rådande maktposition i användandet av Nilens vattentillgångar vilket är grundad i ett äldre avtal som Egypten och Sudan slöt 1959. I det avtalet stipuleras Egypten en tilldelning på 75 procent av Nilens vatten medan Sudan får resterande 25 procent. Vid tidpunkten för avtalet bortsåg man emellertid helt från det faktum att större delen av floden generas från etiopiskt territorium. Etiopen har försäkrat att dammen ska fyllas långsamt och endast under de år då det finns ett stort överflöd av vatten, men misstroende mellan parterna förhindrar en långsiktig gemensam lösning. Byggandet av dammen har emellertid fortsatt.

Hydropolitikens betydelse och framtida utmaningar

Flera vattenprojekt som lanserats inom internationellt fredsbyggande har stött på liknande problem när de ska genomföras. Ett av flera skäl har varit att man inte har beaktat de politiska omständigheterna tillräckligt mycket, och har ignorerat betydelsen av lokalt ägandeskap och deltagande i beslutsprocesser.

I den israelisk-palestinska konflikten kan vi se flera exempel på detta. Här har politiken ansetts utgöra ett hinder i fredsbyggandet. Avpolitisering av vattensamarbeten har därmed setts som en möjlighet att kringgå problemet. Tekniskt fredsbyggande har lyfts fram medan man har undvikit att ta sig an mer politiskt laddade frågor kring vattenrättigheter.

Det stora megaprojektet kring Döda havet utgör ett sådant exempel. Ursprungligen var projektet tänkt att utgöra en symbol för fred i regionen genom konkret fredssamarbete kring vatten, men det riskerar nu att haverera. Med omfattande finansiellt stöd av Världsbanken och internationella biståndsgivare var det tänkt att en gemensam vattenledning från Röda havet till Döda havet skulle byggas. Entusiasmen och förväntningarna var stora till en början. Genom samarbete skulle man även producera mer vatten genom avsaltning samt vattenkraft

och energi. Vinsterna var tänkta att bli stora på flera plan: Döda havet skulle räddas från att torka ut och israeler, palestinier och jordanier skulle få vattenkraft och dricksvatten.

Projektet har emellertid kritiserats för bristande lokal förankring och för att bortse från de grundläggande konfliktorsakerna i den arabiskt-israelisk-palestinska konflikten. Vidare har miljörörelsen pekat på de stora risker det innebär att överföra vatten från Röda havet till Döda havet. Flera anser att insatserna istället bör prioriteras för att rehabilitera Jordanfloden, som både är nedsmutsad och torrlagd flera månader per år. En alternativ plan har också lanserats, där förslaget istället är en fast förbindelse från Medelhavet till Döda havet. Detta anses också mer kostnadseffektivt.

Denna kritik visar på att förutsättningarna för att sätta igång detta kostsamma projekt inte har infunnit sig. De stora frågorna i fredsprocessen har inte heller lösts, som till exempel att få ett slut på den israeliska ockupationen av Västbanken. Man har därmed inte heller angripit en av kärnfrågorna i vattensamarbetet, nämligen palestiniernas vattenrättigheter. Palestinierna har för närvarande ingen tillgång till Döda havet och är till stor del beroende av att köpa vatten för bevattning och dricksvatten från Israel.

Vägen kan te sig lång och utmaningarna många när det gäller att nå en hållbar och rättvis ”blå” fred. Samtidigt finns det anledning till försiktig optimism. Internationellt fredsbyggande lägger idag betydligt större vikt vid lokala förankringsprocesser och anpassar västerländsk teknologi till mer traditionella former av vattenhantering. Vidare har normer om integrerad vattenhantering *(Integrated Water Resources Management,* IWRM) fått internationellt genomslag. Slutligen genom att bejaka det politiska i vattensamarbeten och fredsbyggande, ges bättre förutsättningar för att skapa hållbara och långsiktiga resultat även om det kan ta tid. □

Foto: Maria Strömvik

Karin Aggestam är professor vid statsvetenskapliga institutionen, Lunds universitet. Hon forskar om hydropolitik, fredsbyggande, medling och konfliktanalys i Mellanöstern.

05:

Smutsiga händer och klumpiga lösningar

JOHAN HULTMAN
FILIPPA SÄWE

Hur långt sträcker sig forskarens roll? Ska forskaren vara en opartisk iakttagare eller ska forskaren ta en mer aktiv roll i samhällsutvecklingen? Forskarna Johan Hultman och Filippa Säwe beskriver de målkonflikter som kan uppstå i det konkreta arbetet att skapa en hållbar utveckling. De frågar sig hur samhällsforskare kan bli en del av förändringsprocessen för att göra ett levande kustnära fiske – som samtidigt är ekologiskt hållbart.

KAN EN HÅLLBAR förvaltning av naturresurser samtidigt vara socialt hållbar? Och hur mycket kan och bör forskare engagera sig att uppnå verklig samhällsförändring? I det här kapitlet berättar vi om en pågående förändringsprocess inom svenska fiskeförvaltning, med utgångspunkt i en svensk fiskekommun. Det svenska kustnära fisket har på senare år fått allt svårare att överleva och mycket står på spel för de inblandade aktörerna.

I förändringsprocesserna måste en rad motstridiga intressen hanteras och aktörerna har olika kunskaper och maktmedel. Det är paradoxalt nog en på samma gång demokratisk som ojämlik process. Vi kommer att argumentera för att ett önskvärt utfall för den här typen av hållbarhetsproblem ligger i ”klumpiga lösningar”. Med det menar vi att för en fråga där många viktiga – men sinsemellan olika – saker står på spel för de inblandade aktörerna varken kan eller bör alla bli helt tillfredsställda ur varje enskilt perspektiv.

Den klumpiga – men just därför hållbara lösningen – kan istället hittas genom att sträva efter att olika kunskapstyper, verkligheter och världsbilder får ge sina respektive bidrag till lösningen. Mottot blir därmed att låta så många röster som möjligt komma till tals i stället för att sträva efter ett maximum av konsensus.

Globala mål för hållbart fiske

I september 2015 presenterade FN sina 17 hållbarhetsmål som ska ersätta de tidigare åtta milleniemålen. Tanken är att de ska förverkligas under de närmaste 15 åren. Man menar att dessa mål är betydligt mer ambitiösa och omfattande än millenniemålen, att de täcker mycket mer, men samtidigt inte är lika mätbara. Detta i sin tur kräver fler aktörer på banan för att målen ska kunna uppnås: regeringar, myndigheter, civilsamhället, privata sektorn och den akademiska världen måste samarbeta mer för att det ska lyckas. Samarbetet kan förstås som för-

ändringsprocesser som skapar, förankrar och kopplar samman lokalt engagemang mot politiska målsättningar i syfte att skapa mer hållbara levnadssätt.

Ett av dessa sjutton nya mål handlar om att bevara och nyttja haven och marina resurser på hållbart vis, och ett av delmålen specificerar att man ska säkerställa att det småskaliga kustfisket får tillgång till fiskeresurser och marknader. Även FAO (FN:s livsmedels- och jordbruksorganisation) arbetar för att synliggöra och öka kustfiskets nationalekonomiska betydelse – att till fullo utnyttja dess potential för en hållbar utveckling, och att göra detta fiske delaktigt i förvaltningen av de socio-ekologiska system det är beroende av.

På EU-nivån tilldelas medlemsstaterna sina fiskemöjligheter och ur förordningen kan man läsa att miljömässiga, sociala och ekonomiska kriterier ska vara styrande för hur de fördelas. På nationell nivå ska Havs- och vattenmyndigheten (HaV) årligen redovisa hur myndigheten med sitt arbete för en hållbar förvaltning av fiskresurserna beaktat fiskerinäringens förutsättningar och framtida utveckling, särskilt det småskaliga kustnära fisket.

Det småskaliga fisket håller på att dö ut?

Trots alla enhetliga goda intentioner håller många kommuner längs Sveriges kust på att förlora sitt yrkesfiske. Som ett pilotfall har därför Simrishamn, en av Sveriges största fiskekommuner, skrivit en policy för bevarande och utveckling av fiskenäringen. Tillsammans med lokala aktörer är målsättningen att aktivt arbeta med att utveckla ett ekologiskt, ekonomiskt och socialt hållbart lokalt fiske och en levande hamn som skapar ett levande kustsamhälle.

Med utgångspunkt i Simrishamn kommuns fiskepolicy har vi ställt oss frågan hur vi som samhällsforskare kan bli en del av en förändringsprocess med så tydliga hållbarhetsmål från den

globala till den lokala nivån? Kan forskningen hjälpa till med svaret på frågan hur vi kan möjliggöra ett levande kustnära fiske – som samtidigt är ekologiskt hållbart?

Kustnära fiske – ett hållbarhetsproblem

Fiskerinäringen har genomgått stora strukturella förändringar. I takt med att allt fler människor under senare delen av 1900-talet flyttade in till städer försvann kundunderlaget och fiskehandeln i kustsamhällen. Dessa lokala mindre marknader byttes successivt ut mot större, centraliserade marknader som ofta var kopplade till olika internationella livsmedelskedjor.

Det traditionella kustfisket med ett stort antal aktörer och liten fångstkapacitet klarade då inte av att tillfredsställa den snabbt växande efterfrågan på fisk från dessa marknader som ofta ligger långt borta från landningshamnarna. Leverans av stora kvantiteter och effektiva transporter har därmed blivit en styrande princip för fiskerinäringen. Denna prioritering av det storskaliga har lett till ett allvarligt överfiske.

Överfisket har tvingat fiskeriförvaltningen till hård kontroll och en ständigt ökande grad av detaljregleringar. Alla inblandade aktörer bekymras över detta. För den enskilde fiskaren handlar det om ett straffrättsligt ansvar med höga böter om man till exempel kommer några minuter försent till hamnen för att kontrolleras av Havs- och vattenmyndigheten, eller om man gjort en missuppskattning av dagens fångst på ett fåtal kilo.

Alla inblandade vill ha ett kraftigt förenklat regel- och förvaltningssystem, men av olika orsaker. Kustfiskare i sina små båtar vill ha friheten och ansvaret att fiska efter sin egen platsbundna ekologiska kunskap för att stärka lokalsamhällets hållbarhet. Det storskaliga industrifisket vill ha så stora andelar som möjligt av de nationella fiskekvoterna för att optimera sitt fiskemönster, maximera sin försäljning och hyra in besättning från länder

med den billigaste arbetskraften. Havs- och Vattenmyndigheten argumenterar utifrån ett perspektiv där fiskets lönsamhet på aggregerad nivå är vad som gäller, samtidigt som man vill effektivisera kontrollapparaten i termer av tid, kostnad och tillförlitlighet.

För att komma till rätta med denna dåliga ordning har samhället verktyg i form av nationell lagstiftning som har sin grund i EU:s gemensamma fiskepolicy. Under 2014 ändrades därför fiskelagen. En central princip i den nya lagen är att regeringen kan, om den vill, införa det som kallas köp- och säljbara fiskerättigheter i hela det svenska yrkesfisket.

För att förstå hållbarhetskonsekvenserna av denna förändring ska vi nu titta närmare på några detaljer i processen. Vi ska särskilt fundera på hur olika aspekter av hållbarhet – ekonomiska, ekologiska, sociala – tar sig uttryck i relation till varandra. Till vårt stöd använder vi den struktur som ses i faktarutan intill om tre grader av förändring.

När marknaden tar över fisket (1:a gradens transformationsforskning)

2010 skickades ett förslag till ny fiskelag ut på remiss. Under tiden, som resultatet av en parallell process, utfärdades 2009 en lag om överlåtbara fiskerättigheter. För att förstå denna parallellprocess krävs en utvikning om hur yrkesfisket ser ut.

Yrkesfisket består i huvudsak av två olika fisken som bedrivs i olika delar av havet. Det ena kallas pelagiskt fiske. Här fiskar man på öppet hav efter frisimmande arter som sill, skarpsill och makrill. I det pelagiska fisket är stordrift en fördel, och man fiskar med stora trålare som släpar en mycket stor trålstrut efter sig eller stora snörpvadar som läggs runt och snörper ihop fiskstimmen.

Det andra fisket kallas demersalt. Här fångar man arter som lever nära botten, bland annat torsk, räka och kräfta. Detta fiske be-

Forskning om förändringsprocesser för hållbarhet

I mötet mellan naturvetenskap och social hållbarhet, växer ett nytt forskningsområde fram – transformationer för hållbarhet. Utgångspunkten är att samhället nu står inför så fundamentala risker att brådskande och radikala förändringar – transformationer – är helt nödvändiga.

Vi kan urskilja tre "grader" av transformationsforskning:

1) Forskning om transformationer. Här observerar och analyserar forskaren förändringsprocesser på ett traditionellt akademiskt sätt vilket kan uttryckas som att forskaren är distanserad från det som analyseras.
2) Forskning för transformationer, forskning som syftar till att underlätta förändringsprocesser. Här kan det handla om att arbeta tillsammans med praktiker ute på fältet eller ha som frågeställning hur olika perspektiv och intressen kan bli delaktiga i en hållbarhetsförändring.
3) Transformativ forskning, ett ännu outvecklat fält där forskningen har som direkt mål att få till stånd hållbarhetstransformationer. Här är forskarna direkt inblandade från början i en process där analysen och skapandet av kunskap är oskiljbar från praktisk handling i samverkan med andra aktörer.

Vi ger i artikeln exempel på 1:a och 2:a gradens transformationsforskning från vårt eget pågående projekt, och avslutningsvis spekulera om vad 3:e graden skulle kunna innebära.

drivs främst med mindre bottentrålare och ett stort antal små båtar, som ofta använder stationära garn och långa linor med krokar.

När lagen om överlåtbara fiskerättigheter kom, infördes på försök ett system där rätten att bedriva yrkesfiske i det pelagiska

fisket blev en köp- och säljbar handelsvara yrkesfiskare emellan. Systemet, där startskottet var att fiskerättigheter delades ut gratis till yrkesfiskare baserat på deras historiska fiske under en referensperiod, skulle löpa under en tioårsperiod och utvärderas i halvtid, det vill säga 2014. Samtidigt som det pågick en process om att förändra ramarna för hela det svenska yrkesfisket, drog regeringen och dess myndighet igång ett experiment i det pelagiska yrkesfisket. En marknad för privatiserade fiskerättigheter skapades.

Huvudinstrumentet för förvaltning och resursfördelning i den nya fiskelagen blev slutligen – i likhet med det pågående experimentet i det pelagiska fisket – att systemet med köp- och säljbara fiskerättigheter möjliggjordes för allt svenskt yrkesfiske. Lagen kan därför sägas reflektera en glidning mot marknadsliberalism som lösning för ett hållbarhetsproblem. Ekonomi och ekologi kopplas samman. Detta blir tydligt vid en jämförelse av den gamla fiskelagen och den nya. Ordet ”yrkesfiskare” har bytts ut mot ”fiskelicensinnehavare”. I detta ordbyte ligger tre förändringar med i sin förlängning radikala hållbarhetskonsekvenser:

(1) För att få bedriva yrkesfiske var det förut ett krav att inkomsten från fisket skulle utgöra en väsentlig del av fiskarens totala inkomst. Detta är idag ersatt med ett allmänt krav på näringsmässighet för att kunna beviljas fiskelicens.
(2) Tidigare var det bara fysiska personer som kunde ges rätten att yrkesfiska. Idag inkluderas även juridiska personer.
(3) Möjligheten att beviljas fiskelicens omfattar idag inte bara svenska medborgare utan också fysiska och juridiska personer från hela EU.

Näringsmässig verksamhet betyder att tre villkor ska vara uppfyllda: den ska vara vinstdrivande, självständig och varaktig. Dagens yrkesfiske måste alltså vara motiverat av ett vinstintres-

se, annars har man inget på havet att göra. Man kan inte heller ha en fiskelicens om inkomsten från fisket är inkomst från tjänst. Samtidigt är det möjligt, inte bara för individer, utan även för bolag att beviljas fiskelicens.

Vi förtydligar konsekvenserna med ett scenario: yrkesfiskare Persson från en släkt som i generationer ägt sin egen fiskelicens har inte längre tillstånd att äga en. För nu arbetar yrkesfiskare Persson för fiskelicensägaren Sea Lions AB (Perssons inkomst räknas då som inkomst av tjänst), ett internationellt bolag som i ett gynnsamt läge för ett drygt decennium sedan köpt yrkesfiskares Perssons fars fiskerättighet. Nu arbetar sonen i ett storföretag som kan säkra fiskens värde på en världsmarknad och förhoppningsvis ge både tryggare arbetsförhållande och säkerhet på havet då fartyget är betydligt större än det som yrkesfiskare Perssons far en gång ägde. Det som förlorades var en tydlig yrkesidentitet som självständig företagare. Nu arbetar Persson som en tjänstearbetare och får betrakta sig som anställd och utbytbar. Därmed får den etablerade kopplingen mellan ekonomi och ekologi en tydlig social relevans.

Alla transformationsprocesser består av ”heta” valsituationer där värden prioriteras eller väljs bort. Det som möjliggörs alternativt låses fast i dessa situationer kan ses på kort och på lång sikt. Figur 1 visar resultaten i dessa fyra variabler när det gäller den nya fiskelagen. Här tydliggörs de socio-ekonomiska effekterna av en transformation för hållbarhet.

På kort sikt byggs det in en flexibilitet som tillåter snabba ägarbyten av resursen. Kapitalstarka aktörer får också stor frihet att positionera sig på den snabbt skapade marknaden. I det korta perspektivet skapas inlåsningseffekter som kan förstås som att lokalt bunden erfarenhetsbaserad kompetens försvinner för att ersättas med finansiell kompetens förankrad i ekonomiskt entreprenörskapstänkande.

	Flexibilitet	**Inlåsning**
Kort sikt	Snabba ägarbyten av fiskeresursen. Snabb positionering på marknaden för fiskerättigheter av aktörer med kapital i ryggen.	Yrkeserfarenhet med lokalt bunden kunskap och engagemang byts ut mot entreprenöriell och finansiell kompetens.
Lång sikt	Formering av stort och rörligt kapital. Detta blir successivt allt mindre rörligt inom fisket då det koncentreras till färre och större aktörer, men mer rörligt mellan olika finansmarknader då det kan användas som säkerhet.	Tillträdet till fiskeresursen blir allt mer begränsat då det krävs stora pengar för att köpa in sig. En marknadsliberal resursförvaltning blir irreversibel. Förnyelse av fiskarkåren baseras inte längre på platsbundenhet och tradition.

Figur 1. Socio-ekonomiska konsekvenser av en marknad för privatiserade fiskerättigheter och nya licensregler.

På längre sikt kan man tala om flexibilitet i termer av skapandet av ett stort och rörligt kapital. Systemet innebär att en allmänt ägd samhällsresurs delas ut gratis till privata företag. Med tiden kommer detta kapital att bli mindre rörligt inom fisket eftersom både resursen och det finansiella kapitalet koncentreras till allt färre men större aktörer. Däremot blir kapitalet efter hand mer rörligt mellan olika finansiella marknader då det kan användas som säkerhet och spekulationsverktyg.

De långsiktiga inlåsningseffekterna handlar om att den status äganderätten har i demokratiska samhällen gör den marknadsliberala ordningen irreversibel. Därmed blir tillträdet till naturresursen en fråga om kapital. En generationsbaserad hantverkskunskap knuten till en viss plats har då gått förlorad.

Social hållbarhet i fokus (2:a gradens transformationsforskning)

Olika aktörer i fiskevärlden tillför olika värden. I kustfisket ryms värden som levande kustsamhällen, traditioner, kulturarv, identitet, hantverk och hållbarhet. I industrifisket ryms värden som effektivitet, rationaliseringsvinster, lönsamhet och nationell konkurrenskraft på en allt mer globaliserad fiskmarknad.

Utifrån ett förvaltningsperspektiv måste man också tala om värdet av kontroll. Ett överutnyttjande som resultat av helt fritt fiske efter eget huvud måste förhindras, det är alla överens om. Det handlar både om att kontrollera fisket så att ingen utnyttjar resursen på ett destruktivt sätt, och om att kontrollera miljön för att upptäcka förändringar i förutsättningarna att förvalta resursen.

I det svenska pelagiska fisket finns det sammanlagt 37 fartyg där majoriteten är större än 24 meter. Resten av fiskeflottan utgörs av 1262 fartyg varav de flesta är mindre än 12 meter. När det gäller att kontrollera att det svenska fisket sker enligt alla regler och begränsningar, är det lättare att ha koll på 37 båtar än 1262 stycken.

Ur en kostnads- och effektivitetslogik vore det önskvärt för myndigheterna att bara hålla reda på det storskaliga fisket. Men för att få en kontinuerlig bild av den svenska vattenmiljön och fiskeresursen är det bättre att ha över tusen fiskare ute på sjön varje dag som står i fysisk närkontakt med miljön och fisken längs hela kusten. Här finns en stor hållbarhetspotential.

I och med att förvaltningssystemet med köp- och säljbara fiskerättigheter möjliggjordes i hela yrkesfisket blev många kustfiskare rejält nervösa. För dem är det en fråga om liv och död. Danmark implementerade detta system 2007 och har sedan dess tappat många kustfiskare då cirka 49 hamnar helt förlorat sitt kommersiella fiske. Resultatet har lett till en förminskad flotta med färre och betydligt mer lönsamma företagare. Svenska

kustfiskare är rädda för att gå samma öde tillmötes och förlora tillgången till fiskeresursen.

Det köp- och säljbara kvotsystemet grundar sig på en klassisk liberaliseringstanke där individen tillmäts ett stort moraliskt ansvar. Förespråkare för systemet menar att det man äger vårdar man. Systemet anses därför fylla ett tydligt miljömässigt kriterium. Det ekonomiska kriteriet likställs med lönsamma företag med tillväxtpotential. Samtidigt ställs stora aktörers intressen mot de mindre aktörernas redan väldigt utsatta position. Det sociala hållbarhetskriteriet tycks ligga öppet för tolkning.

I denna ”heta” situation där det svenska fisket stod inför ett systemskifte tog vi forskare från Lunds universitet, Länsstyrelsen och Simrishamns kommun tillsammans initiativet till en nationell konferens som genomfördes 2015. Konferensen samlade olika aktörer från nationell nivå (riksdag, myndigheter, miljöorganisationer) till lokal nivå (kommunpolitiker, fiskare, företagare, länsstyrelser) för att synliggöra farhågorna och skissa fram möjliga utvecklingsvägar. Ett tydligt mål var att kommunicera kring och ge substans till det mer svårgreppbara sociala hållbarhetskriteriet. Konferensen byggde på visionen och målsättningen att fiskeresursen ska fördelas och nyttjas på ett långsiktigt hållbart sätt som skapar *den största samlade samhällsnyttan* ur socialt, ekologiskt och ekonomiskt perspektiv. Denna till synes självklara formulering var nämligen något myndigheterna hittills inte velat acceptera då man inte upplevde att det fanns politiskt stöd för den.

Konferensen riggades därför på ett sätt som skulle kommunicera till myndigheten att detta stöd fanns. Den hade till syfte att blottlägga den spänning som fanns mellan underifrånperspektivet att gynna lokala ekonomier, och det rådande myndighetsparadigmet där vinstdrivande fiskeföretag ur ett nationalekonomiskt perspektiv prioriteras.

Att mobilisera en nationell konferens med yrkesfiskare, akademiker, näringsliv, politiker med beslutsmandat samt deltagare från alla förvaltningsnivåer var alltså ett försök att bryta upp en tämligen endimensionell hållbarhetslösning och istället få till stånd en ”klumpig lösning”. Det var ett sätt att rent fysiskt ordna ett minimum av diversitet i en avgörande situation.

De klumpiga lösningarnas förutsättning? (mot 3:e gradens transformationsforskning)

Arbetet med konferensen så som vilka som skulle bjudas in, formulering av inbjudan och programmets utformning betydde många veckors nära samarbete med fältet. I forskarvärlden skulle man kalla det för att vi ”smutsade ner våra händer” genom att släppa den rena forskarrollen och bli en medaktör.

Vårt mål var fortfarande att med den akademiska blicken som utgångspunkt försöka skapa goda förutsättningar för olika aktörer att synliggöra sina ståndpunkter. Att vi i praktiken utforskade en situation arrangerad av oss själva – och där utfallet i hög grad fick konsekvenser för kustkommuner – har få likheter med traditionell samhällsvetenskaplig forskning. I vanliga fall skulle vi som forskare varit passiva åskådare och samlat in ett material som vi sedan analyserade och redovisade i en akademisk publikation.

När vi i stället blir aktiva medskapare i forskningen tappar begreppet ”objektivitet” sin relevans. Däremot blir ”transparens” centralt när det gäller metodologi och kommunikation med yrkesfiskare, myndigheter och olika organisationer ute på fältet. Detta innebär bland annat att forskningen inte kan vara ideologiskt naiv, utan den blir i sig en politisk handling som måste redovisas öppet.

Exemplet med konferensen tydliggör varför transformativ forskning är viktig för att exempelvis uppfylla FN:s hållbar-

hetsmål. Som forskare har vi uppdraget att kritiskt granska processer och fenomen i samhället, och därmed har vi kunnat få tillträde till en mängd olika arenor. Detta ger en unik möjlighet att förstå de olika aktörernas behov av kunskap. Forskarrollen blir därmed att möjliggöra, föra samman och tolka perspektiv kring ett gemensamt hållbarhetsproblem där olika saker står på spel för olika intressenter. Här finns förutsättningen för de klumpiga lösningarna.

Utmaningen ligger kanske framför allt i att framöver argumentera för att forskaren bör ta på sig en mer aktiv roll i samhällsutvecklingen. Forskningen begränsas då inte bara till enskilda ”heta” situationer. Den kan också skalas upp till hela forskningsprojekt som har ett underifrånperspektiv och som utgår från verkliga hållbarhetsproblem och förändringsprocesser. Det gör att forskningsprojektet förankras genom samarbete med aktörer utanför den akademiska världen.

Detta angreppssätt kan förstås te sig vanskligt. Den oberoende forskaren är van att välja sina egna ”problem” och med sin forskning göra dem angelägna för en allmänhet. I transformationsforskningen menar vi att samhällsvetaren i stället tar sig an en redan formulerad hållbarhetsfråga. Forskningen får både politisk och moralisk betydelse när den bestämmer vilka aspekter som ska synliggöras och på vilket sätt. Vi tänker oss att framtida hållbarhetslösningar är ett verk där många händer har blivit smutsiga på vägen, där olika lösningar har stötts och blötts mellan olika aktörer och där det klumpiga blivit en öppen och föränderlig process! □

Johan Hultman är professor i kulturgeografi vid Institutionen för service management och tjänstevetenskap, Campus Helsingborg, Lunds universitet. Hans forskning handlar om hur hållbarhetens olika aspekter hänger ihop och påverkar varandra. Denna problemställning har han diskuterat på olika empiriska fält som turism, avfallshantering och fiskeförvaltning.

Filippa Säwe är FD i sociologi och forskar vid Institutionen för service management och tjänstevetenskap, Campus Helsingborg, Lunds universitet. Hennes forskning handlar om den sociala konstruktionen av hållbar utveckling, hållbara transformationer och resiliens. Hennes nuvarande empiriska fokus är kustfiske och fiskelagstiftning.

Foto: Kenneth Ruona

Städer – både drivkraft och problem

06:

Hur kan vi bygga våra framtida städer?

JOHANNA ALKAN OLSSON

Att tänka nytt i utvecklingen av framtidens hållbara städer handlar inte bara om ny teknik, utan ännu mer om att sätta människan och miljön i centrum på ett tydligare sätt än tidigare. Städer är historia och framtid på samma gång, och speglar både hopp och förtvivlan. Johanna Alkan Olsson, forskare i gränslandet mellan miljövetenskap och statsförvaltning, beskriver några av de stora utmaningar, men också möjligheter, som väntar världens städer framöver.

IDAG LEVER MER ÄN hälften av världens befolkning i städer, år 2060 beräknas andelen öka till två tredjedelar. Detta betyder att om mindre än fyrtio år kommer över sex miljarder personer att leva i urbana områden. Största delen av ökningen, drygt nittio procent förväntas ske i Afrika och i Asien.

Inflyttning till städer har pågått länge, speciellt i den industrialiserade delen av världen, men idag sker den i allt snabbare takt. Förändringen handlar både om att mängden megastäder, städer med mer än tio miljoner invånare, ökar men också att mindre städer i snabb hastighet blir större, samtidigt som befolkningen på landsbygden minskar.

Denna förändring av den geografiska fördelningen av befolkningen skapar många möjligheter och är en del av anledningarna till att städer skapats från början. Kapital och kunskap ansamlas på en plats och skapar mer kapital. Men den snabba förändringen skapar också enorma utmaningar, speciellt om vi har framtida klimatförändringarna i åtanke.

Detta kapitel handlar om de utmaningar vårt samhälle står inför på grund av denna snabba urbanisering och hur vi skulle kunna eller bör omskapa våra städer för att klara dessa utmaningar.

Städernas utmaningar

De utmaningarna världens städer står inför är både lika och olika. Olikheterna beror framförallt på städernas ekonomiska utveckling, fysiska struktur men också dess geografiska placering på jordklotet vilket ger specifika förutsättningar vad gäller både klimat och tillgång till nödvändiga naturresurser. Stadsutvecklingsprocessen ser också olika ut beroende på var i världen vi befinner och påverkas, förutom av ekonomi och geografisk placering även av stadens historia, äganderättsstruktur och de lagar och regler som styr stadens förändringsprocess. Idag finns det dessutom stora ekonomiska intressen i städerna

och mycket pengar att tjäna på både nybyggnation och satsningar i stadens infrastruktur, vilket på många håll i världen öppnat upp för mutor och korruption.

Städer har alltid spelat en central roll i länders ekonomiska tillväxt och därigenom också i skapandet av arbetstillfällen, innovation och kulturellt utbyte. Detta har gjort dem till ett attraktivt ställe att flytta till och leva på. Under olika tidpunkter i en stads historia kan det dock ha varit olika faktorer som påverkat stadens attraktionskraft, till exempel tillgång till arbete, bostäder, skola, sjukvård och kultur.

Idag skapas åttio procent av världens bruttonationalprodukt i urbana områden. Men i flera länder framförallt Afrika söder om Sahara, är befolkningstillväxten i städerna större än den ekonomiska tillväxten. Till dessa städer flyttar det in mer människor än det finns bostäder och arbetsplatser. De nya invånarna bosätter sig i kåkstäder utan avlopp, rent vatten och skolor. Många av invånarna är arbetslösa, vilket leder till olika typer av sociala problem så som ökad kriminalitet och olika slags missbruk. En stor mängd arbetslösa stadsbor ger konkreta konsekvenser för den faktiska kapaciteten att skapa en stad som kan producera god service, såsom skola och sjukvård men också tillgång till rent vatten och avlopp.

Även om en stad har råd att bygga ut vattenförsörjning och sanitet till en växande befolkning är en viktig fråga att ställa sig; har de nya invånarna råd att betala räkningarna för detta vatten och sanitet? Det är inte bara i städer söder om Sahara som befolkningen har olika möjligheter till ett gott liv. Liknande problem, fast i en annan skala, finns även många andra länder på alla kontinenter. Trots många olikheter kan man säga att en gemensam utmaning som världens städer står inför är segregation och ojämlikhet.

Andra utmaningar som hör städer till handlar om en allt sämre luftkvalitet. Mycket människor och mycket industri ger naturligtvis mycket luftföroreningar av olika slag. Utsläpp från hushåll, trafik och industri bildar en giftig blandning, smog, som gör människorna sjuka i astma, stroke och på längre sikt cancer. I de mindre utvecklade länderna handlar problemet dessutom om brist på fungerande avlopps- och avfallshanteringssystem. Tillgången till rent vatten är också ett urbant problem som är lång ifrån nytt men som har blivit mer aktuellt i relation till växande urbana områden ökad ekonomisk utveckling och klimatförändringar.

Flera av städernas miljöproblem handlar om att många aktiviteter samsas på samma plats, vilket leder till en koncentration av oönskade föroreningar och ökade resursproblem framförallt vad gäller vatten och marktillgång. Flera av dessa problem handlar också om den rådande synen på vad som är en stad och hur en stad ska byggas och växa. En utbyggnad av gatunät ger en minskad mängd grönområden och en ökad bilanvändning. De flesta större städer har ett gatunät som inte är planerat för nuvarande trafikmängder vilket leder till trafikstockningar och trafikolyckor. Det leder till ett ökat krav på fler och bredare vägar, något som gör att städerna breder ut sig över områden som tidigare har varit odlingsmark. Det påverkar sin tur påverkar relationen mellan stad och den omgivande landsbygden.

Vilka är möjligheterna att skapa framtidens städer?

En viktig utgångspunkt för att kunna skapa framtidens städer där människor kan leva ett gott liv är att städer inte bör ses som ett problem utan snarare som en plats för lösningar. Städer kan erbjuda en resurseffektiv infrastruktur med möjligheter och incitament att välja miljö och klimatsmart med bibehållen eller

till och med ökad livskvalitet. Att tillhandahålla kollektivtrafik, samt bostäder, el, vatten och sanitet för en tätbefolkad stadsbefolkning är oftast billigare och mindre miljöbelastande än att ge en liknande nivå av tjänster till en utspridd landsbygdsbefolkning. Det är också i städerna som kvinnor har det högsta deltagande på arbetsmarknaden, bäst tillgång till hälso- och sjukvård, högst läskunnighet och social rörlighet uppåt.

Städernas möjligheter att utvecklas i framtiden beror mycket på den specifika stadens ekonomiska utveckling. Avgörande för städers utveckling är deras förmåga att få tillgång till finansiering. Det kan vara skatter och avgifter, men också investeringar eller lån. Städer konkurrerar med varandra för att behaga investerare och gör detta genom att till exempel attrahera investerare med skattefria zoner eller andra typer av fördelar (lägre miljökrav, avsaknad av kollektivavtal eller fackföreningsaktiviteter som till exempel reglerar arbetstider). I detta faktum ligger ett inbyggt dilemma. Därför är en central utmaning för städers beslutsfattare att de måste skapa goda förutsättningar för alla genom att skapa strukturer för en mer jämlik stadsutveckling med minskad segregation. I en sådan stadsutveckling krävs det också att uppmärksamhet ägnas åt tätortsbebyggelse av alla storlekar, detta för att i så stor mån som möjligt inte hamna i ett A och B- lag av städer.

Ytterligare en viktig faktor att ta hänsyn till i en framtida stadsplanering är att staden inte tar slut vid stadsgränsen. Genom flöden av material och energi i olika former befinner sig staden i ständigt utbyte med sin omgivning. Idag handlar detta inte bara om lokala relationer, utan om ett globalt system av produktion, handel och konsumtion. Planerare och beslutsfattare i städer bör skapa modeller och strukturer för sin relation med omgivningen där all användning av mark, luft och vatten planeras över sektorsgränserna så att växande och ibland mot-

stridiga krav som ställs på stadens omgivande natur och ekosystem kan hanteras. Som ett av många vägledande dokument finns den rapport som 2015 gavs ut av World Resources Institute, *Millenium Ecosystem assessment.*

Lika väl som man planerar för vägar och byggnader bör man också planera för i landskapets gröna och blå infrastruktur, det vill säga att det finns tillgång till både grönområden och vatten i och kring staden. Det har flera effekter som är betydelsefulla i ett förändrat klimat – vatten och grönska ger svalka och med rätt utformning kan det hjälpa staden att lättare klara skyfall. Dessutom ger det en trivsammare stad och kan uppmuntra till att skapa nya attraktiva områden för både affärsliv och restauranger. I en framtida stadsplanering kommer det också vara viktigt att väga in ett mer lokalt perspektiv där lokalproducerad och säsongsbaserad kost och energi produktion står i fokus. Stadsodlingar i form av grönsaksodlingar, fruktträd, odlingsväggar, takodlingar etc. har därför börjat bli allt mer populära.

I den framtida stadsutvecklingen är det uppenbart att värdet av en ”grön” byggnad eller miljömärkt produkt är marginell om den inte stöds av hållbar stadsutveckling på en mer systematisk nivå. Högteknologiska lösningar av till exempel kollektivtrafiken kan vara en bra lösning i vissa urbana områden. Men det behöver inte alltid vara det. För att hantera olika städers framtidsutmaningar handlar det om att väga betalningsmöjlighet mot social och miljömässig vinst. I många fall kan billigare och enklare lösningar vara nog så bra och effektiva. I Curitiba i Brasilien har man utvecklat relativt enkelt system med snabbbussar (Bus Rapid Transit) som legat till grund för liknade kollektivtrafiksatsningar i flera större städer i medelinkomstländer, till exempel Istanbuls Metrobus. För att detta ska bli möjligt på större skala behövs inkluderande diskussioner som omsätts i

visioner och mål för vad ett gott liv för är och vilken stad som bäst kan stötta ett sådant liv för alla som bor i staden.

Kommer detta att gå?

För att kunna skapa framtidens städer som är kapabla att tillhandahålla ett gott liv för människor världen över krävs ett nytt tankesätt i stadsplaneringen som bygger på helhetssyn och systemtänkande och tydligt involverande av de som ska bo och leva i staden.

Medborgardialoger om hur den framtida staden bör se ut finns redan idag på olika håll i världen men dessa dialoger behöver med all sannolikhet stärkas framförallt med inriktning på de mest utsatta. Inkludering av medborgare i beslutsprocesser bör dock inte ses som en separat fråga utan en strategi som genomsyrar all planering.

När det handlar om utformandet av lokala bostadskvarter finns idag allt bättre metoder för hur medborgare kan engageras i utvecklingsprocessen. När det handlar om utveckling av stora tekniska system såsom kollektivtrafik eller storskaliga energilösningar finns det däremot mer att göra för att utveckla metoder för en bred dialog kring vilken väg utvecklingen bör ta. På detta område är det naturligtvis mycket svårare att strukturera ett medborgardeltagande då det behövs mycket teknisk kunskap, men också mer kunskap om konsekvenserna av olika val som inte gemene man alltid känner till. Här finns en stor utmaning för framtida beslutsfattare och utvecklare att på ett tydligare och mer lättförståeligt sätt redovisa konsekvenserna av olika val och utveckla processer för hur dessa val kan diskuteras.

När vi vandrar genom en stads gator, vandrar vi genom tiden. Alla städer har sina mer lyckade och mindre lyckade sidor. Idag borde vi kunna dra lärdom av historien och bygga städer

som våra efterkommande kommer att beundra och vill bevara. Detta är en ständig utmaning för alla dem som åtar sig uppgiften att planera och utveckla världens framtida städer. En liten och växande stad i södra Sverige har inte samma resurser eller förutsättningar som en lika stor och växande stad i Turkiet. Utvecklingsarbetet måste anpassas efter den specifika staden vi befinner oss i.

Det finns en stor tilltro till teknikens möjligheter att lösa flera av de urbana problemen och det finns många tekniska möjligheter. När det handlar om att hitta lösningar på de framtida städernas dilemman är det inte endast teknik eller att bygga nytt som kan lösa problemet. Vill vi ha städer där människans välbefinnande sätts i centrum då räcker det inte med trädkantade vägar, gröna fasader eller ett eller annat grönt hus. Utvecklingen av den framtida staden handlar i mångt och mycket om att tänka på ett annat sätt. I detta nya sätt att tänka måste både människa och miljö på ett tydligare sätt ges plats i staden och institutionella strukturer som stödjer ett sådant helhetstänkande måste förstärkas och där de saknas skapas. □

Johanna Alkan Olsson är lektor i miljövetenskap på Centrum för miljö- och klimatforskning vid Lunds universitet. Hon forskar om implementerings processer, samordning och praktisk tillämpning av lagar och policy inom miljöområdet. Hennes forskning handlar om mötet mellan olika kunskapsområden och vad som händer när dessa möts i praktisk miljöförvaltning, men också hur olika perspektiv kan berika varandra genom att utveckla strukturer kring deltagande förvaltning av till exempel stadsrummet.

07:

Ta vara på vardagscyklingens potential

TILL KOGLIN

Till 2030 vill Sverige att vår fordonsflotta ska vara fossilfri. För att nå dit krävs ett helt nytt tänk i hur vi transporterar oss, liksom hur vi organiserar våra städer med affärer, skolor, jobb och så vidare. Under många år har städer planerats nästan helt och hållet utifrån bilismens behov, men trafikforskaren Till Koglin diskuterar i sin text hur cykeln skulle kunna ta en större plats i trafikplaneringen, och inget som man pliktskyldigast lägger till i efterhand.

DET ÄR TRÅNGT på flertalet cykelbanor i många svenska städer. Det som skulle bli en skön start på dagen riskerar istället bli en rysning i rusningstrafik. Samtidigt vill politiker – åtminstone offentligt – uppmuntra fler att cykla. Att cykla är ju bra för både hälsan och miljön.

Det finns en enorm potential i vår vardagscykling som vi inte tar tillvara idag – för vår hälsa och miljön, men även som cykelindustri och som cykelturism. Alla tänker kanske inte på att Sverige faktiskt har otroligt många som cyklar. Först kommer Holland där trettio procent av alla cyklar nästan dagligen, sedan Danmark på tjugofem procent. Sedan kommer Sverige, Tyskland och Finland med ungefär tolv procent i genomsnitt.

Det behövs bättre cykelvägar

Ett grundläggande problem i hela den svenska cykelplaneringen är att den utgår från en förlegad, modernistisk syn på staden, där politiker och stadsplanerare i Le Corbusiers anda utgår från bilismen. Tankegångar, ibland oreflekterade, från 1960-talet har präglat svensk stads- och trafikplanering under många år.

I mitt doktorandarbete har jag bland annat intervjuat flera trafikplanerare och genomfört en enkätstudie bland cykeltrafikanter i Stockholm respektive Köpenhamn. Skillnaden mellan städerna är tydlig. För de svenska trafikplanerarna framstår cyklingen som en tillsats, något som man pliktskyldigt lägger till efteråt. Helhetsgreppet saknas. Kanske borde det exempelvis vara till pendeltågstationerna i Stockholms utkant som cykelbanorna borde gå till, inte till innerstaden? Eller att cykelvägar plötsligt bara tar slut. För bilister skulle det ju aldrig hända!

Bara det att man i Sverige talar om ”gång- och cykelvägar” speglar också detta faktum. Forskning visar att cyklister snarare har mer gemensamt med bilister än med fotgängare och bör

därför behandlas som ett trafikslag skilt från gångtrafiken. Med allt högre hastigheter bland cyklister, till exempel tack vare elcyklarnas ökade popularitet, blir detta också allt naturligare.

Staden som *är* cykling

I Köpenhamn är cykelkulturen så stark att till och med stadens namn i sig har blivit en symbol för cykelkultur. Hög skatt på bilinköp, sammanhängande cykelvägar och smart marknadsföring är några av förklaringarna till framgången.

I Köpenhamn finns en mognare och mer självklar inställning till cykling. Där integreras cyklister med bilister vilket gör cyklingen säkrare. Cyklister har egna trafikljus som slår om till grönt före biltrafikens trafikljus och det är gratis att ta med cykeln på tåget. Vissa av dessa åtgärder finns även i Sverige men har inte genomförts i samma omfattning och med samma helhetstänk. Min forskning visar att 72 procent av cyklisterna i Köpenhamn upplever sig vara prioriterade i trafiken, att jämföra med 36 procent av Stockholmscyklisterna. Nio av tio köpenhamnare cyklar varje dag. I Stockholm är förhållandet fyra av tio.

Nu kan knappast Köpenhamn beskrivas som ett cykelparadis, där finns exempelvis också trängselproblem. Men med större erfarenheter, ökad kunskap och en politisk vilja görs cyklingen i Köpenhamn till en självklarhet. Detta kan jämföras med bilismen i Sverige som verkar lika självklar som cyklingen i Köpenhamn. Ta till exempel de senaste planerna att bygga ut motorvägen i Lunds södra delar. Det är ju helt sanslöst att man tänker så. Låt bilisterna stå i kö och dela i stället ut gratis prova på-kort på buss och tåg, och bygg sammanhängande och säkra cykelvägar. Det är ju så förändringar sker – det ska vara lite knixigare att köra bil och lite enklare att åka kollektivt, cykla eller gå.

Lösningar finns

Vad kan man göra i städer som redan är trånga? Några nya cykelbanor får inte plats i stadskärnan, husen kan inte flytta på sig. Det enda rimliga som jag har sett i min forskning är att låta bilisterna maka på sig något, till gagn för en bättre trafikmiljö. Ett antal gator kan med fördel ha en maxhastighet på 30 km/h. Detta öppnar samtidigt upp för möjligheten att blanda cyklar och bilister på samma yta.

Vid ett antal flerfiliga bilvägar kan cykelbanorna breddas, ibland på bekostnad av ett körfält för bilen. Visst kan detta leda till längre bilköer, då bilisternas körutrymme minskar något, men något måste ju också göras för att förbättra cyklisternas situation. Att måla om och därmed bredda cykelfältet kan för en liten kostnad göra underverk för cyklisterna och leda till ett mer hållbart trafiksystem.

Totalt sett går förhållandevis lite pengar till cykeltrafik. Stockholms stad har till exempel sagt sig reservera 1 miljard för att rusta upp cykelnätet de närmaste åren. Men om och hur de faktiskt ska användas är oklart. Under samma period, mellan år 2012-2018 satsar Stockholmsregionen samtidigt 43 miljarder kronor på förbättrad bilinfrastruktur i Norra länken och förbifart Stockholm. Detta är inget tecken på ett hållbart trafiksystem. Och en liknande fördelning mellan satsningar på infrastruktur för cyklar respektive bilar kan man hitta i många delar av landet.

Idag glömmer kommunerna också bort att hela resan måste fungera – från hemmet, till dagiset, vidare till nästa stad där jobbet kanske är osv. Vi rör oss över så mycket större områden numera. Med bättre cykelvägar och genom att knyta samman kollektivtrafiken med cyklingen kan vi utnyttja vardagscyklingen som en viktig del i ett framtida fossilfritt Sverige! □

Till Koglin har en doktorsexamen i trafikplanering och forskar vid Lunds universitet. Hans huvudsakliga forskningskompetens är mobilitetsstudier, trafik- och stadsplanering med fokus på cykling och hållbarhet, samt stadsgeografi.

08:

Ekosystem-tjänster eller björntjänster?

ANNA PERSSON

Idag är ekosystemtjänster ett begrepp som blivit allt mer populärt bland exempelvis beslutsfattare. Tanken är att genom att sätta ett pris på naturens tjänster till oss, kommer det att bli lättare att ta hänsyn till dem i samhällsplaneringen. Men stämmer det? Går det att sätta ett pris på något så komplext som jordens ekosystem? Ekologen Anna Persson sätter fokus på ekosystemtjänster i städer, och ger både exempel på problem och möjligheter.

UNGEFÄR HÄLFTEN av världens befolkning, cirka 3,5 miljarder människor, bor idag i städer och antalet förväntas fördubblas till år 2050. Städernas yta ökar ännu fortare än vad den urbana befolkningen gör. Uppskattningsvis är sextio procent av den yta som kommer att upptas av städer år 2030 ännu inte bebyggd. Den ökade urbaniseringen leder alltså till att städer breder ut sig över omgivande landskap, med förlust av både jordbruksmark och naturmiljöer som följd.

Delvis för att hindra denna utveckling och spara värdefull mark, råder en trend i delar av västvärlden att istället bygga genom att förtäta städerna. Förtätning innebär dock ofta att kvarvarande gröna, mer eller mindre naturliga, obebyggda och övergivna miljöer inom städerna får stryka på foten till förmån för bebyggelse och infrastruktur, och därmed utgörs en allt högre andel av städerna av hårdgjord mark.

Oavsett om det är genom expansion eller förtätning går urbaniseringen på så sätt ut över den biologiska mångfalden i och kring städer. Det hotar både skyddsvärda arter och i förlängningen flera av de ekosystemtjänster som är en av förutsättningarna för människors välbefinnande, inte minst i stadsmiljöer.

Att gynna den biologiska mångfalden i städer handlar både om att identifiera, bevara och sköta befintliga värdefulla naturmiljöer och om att skapa och förvalta stadens så kallade grönblå infrastrukturer, vilket är ett samlingsnamn för allt från naturmiljöer och parker till öppna dagvattensystem och vegetation på tak.

För komplext för att bli en produkt på en marknad?

I dag är flera begrepp på tapeten i arbetet med att skapa hållbara och klimatanpassade städer. Förutom grönblå infrastruktur talar man också om naturbaserade lösningar (*nature-based solutions*), ett samlingsnamn för åtgärder där man drar nytta

av naturens funktioner för att lösa problem, till exempel med översvämningar och för att förbättra det lokala klimatet.

Det begrepp som hittills fått mest uppmärksamhet är dock ekosystemtjänster. Den statliga utredningen Synliggöra värdet av ekosystemtjänster (SOU 2013:68) har angett tonen, med målet att ekosystemtjänster senast år 2018 ska beaktas vid strategiska beslut och planering. Det är full fart framåt som gäller för att nå dit, vilket börjar märkas, både bland kommuner, konsulter och inom forskningen.

Att ta hänsyn till, skydda och stärka eller försöka skapa ekosystemtjänster börjar idag bli en del av hållbar stadsbyggnad. För att nå målet fullt ut menar jag att man, i stället för att rikta in sig mot att stärka enskilda ekosystemtjänster, bör spara, återskapa och förvalta ekosystemen i och omkring städer, alltså de miljöer och den biologiska mångfald som bygger upp urbana ekosystem. Biologisk mångfald bör dessutom ses som något föränderligt som påverkas av såväl den lokala miljöns förutsättningar, utformning och skötsel, som av mer omfattande ekologiska processer i tid och rum, liksom av klimatförändringar. Därför är det inte säkert att varken biologisk mångfald eller ekosystemtjänster passar som produkt på en marknad eller en lösning vi kan köpa. Åtminstone inte utan att vi förhåller oss till det sammanhang den ska verka inom.

Vad är en ekosystemtjänst?

Begreppet ekosystemtjänster har funnits inom ekologisk forskning (dock under olika namn) sedan 70-talet, men det var i och med rapporten *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA) från 2005 som det kom att bli allmänt känt. Det användes då som ett pedagogiskt begrepp för att förklara mänsklighetens totala beroende av jordens ekosystem och att hotet mot dessa är ett direkt hot mot vårt välmående. Det var alltså ett sätt att upp-

märksamma det man inte tidigare lyckats göra genom traditionell natur- och miljövård.

Att ekosystemtjänster nu har fått fäste även utanför den akademiska världen visar kanske att det var rätt väg att gå. Samtidigt finns det en risk att vi längs resans gång, från ekologer och forskare till beslutsfattare och tjänstemän, tappar bort den egentliga innebörden av begreppet och att var och en därför riskerar att fylla det med sin egen tolkning och skapa lösningar som inte håller i längden. När man överför begreppet till nya användningsområden, så som lokalt beslutsfattande och planering, krävs ibland underlag som inte går att ta fram och värderingar som inte låter sig göras. Hur visar man på värdet av allt som ett vattendrag ger och hur värderar man något som är ovärderligt, eller något som är en del av det system som är förutsättningen för vårt eget välmående, till och med för vår överlevnad?

Ekosystemtjänster skapas av ekosystemen och de levande organismer (den biologiska mångfalden) som de innehåller. När organismerna påverkar varandra och sin fysiska omgivning uppstår något man kallar ekosystemprocesser och funktioner, till exempel funktionen nedbrytning när småkryp bryter ner döda växter och djur så att näringen åter blir tillgänglig för växter att ta upp, eller när växter tar upp koldioxid från luften och släpper ifrån sig syre som en del i fotosyntesen. Genom funktionerna upprätthålls ekosystemens egenskaper, deras ”integritet”, så att de åtminstone på den mänskliga tidsskalan förblir en typ av ekosystem vi känner igen, så som en savann, ett korallrev, en ädellövskog eller en våtmark. Vissa av funktionerna är direkt gynnsamma för oss människor och skapar nytta för vårt samhälle och det är dessa som benämns ekosystemtjänster. Andra funktioner utgör en indirekt nytta eller kan komma att behövas i framtiden och fungerar då som en försäkring inför kommande förändringar och behov.

Exempel på ekosystemtjänster:

- Stödjande (t.ex. fotosyntes, kretslopp av näringsämnen)
- Försörjande (t.ex. produktion av livsmedel, virke, vatten, bioenergi)
- Reglerande (t.ex. vatteninfiltration, temperaturreglering, pollinering, fröspridning)
- Kulturella (t.ex. rekreation, lärande, kulturhistoriska och estetiska värden).

Källa: Millennium Ecosystem Assessment (MEA) 2005

Ekosystemtjänster i städer

Flera studier har identifierat och sammanfattat de ekosystemtjänster som är särskilt viktiga i urbana miljöer. I de flesta fall rör det sig om tjänster som skapas i grönområden och som påverkar hälsoaspekter i staden (t.ex. luftkvalitet och temperatur, buller, fysisk och mental rekreation), samt kommuntekniska frågor (t.ex. dagvattenhantering och temperaturreglering i byggnader). Andra viktiga tjänster påverkar möjligheterna till stadsodling (t.ex. markkvalitet, pollinering och naturlig skadedjursbekämpning) och till minskad global klimatpåverkan (t.ex. koldioxidupptag och biobränsleproduktion). Dessutom bidrar vegetation med arkitektoniska och estetiska komponenter (dvs. olika kulturella tjänster). Bevisen är överväldigade för att det gröna är en av grundstenarna för att staden ska bli ”livsduglig” för sina invånare, oavsett art.

Möjligheten att bygga upp stadsmiljöer med förmåga att anpassa sig till framtidens förändrade klimat framstår som särskilt viktig. Det finns överväldigande bevis för att ett brett spektrum av icke bebyggda områden med vegetation och vatten är själva

förutsättningen för sådana tjänster. Ökad biologisk mångfald kan öka anpassningsförmågan i grönområden och naturområden, både i och utanför staden, vilket i sin tur ökar den långsiktiga uthålligheten också i de tjänster och nyttor som de bidrar med. Fokus på att gynna biologisk mångfald i sig kan alltså ses som lika viktigt som att fokusera på en viss ekosystemtjänst.

När det komplexa förenklas för mycket

Ett ökat fokus utanför forskarvärlden på ekosystemtjänster är sannolikt positivt, men när allt fler inom stadsbyggnad och planering arbetar med frågan finns en fara i att ha med sig en förenklad bild av begreppet – en bild som hoppar över ekosystemen, deras innehåll, egenskaper och funktioner, och istället siktar rakt mot tjänsterna.

Pollinering är ett bra exempel på vad en förenklad bild av ekosystemtjänster kan resultera i. Vissa växter tar hjälp av vinden för att flytta pollen från en blomma till en annan. Andra växter utnyttjar insekter. Från insektens horisont erbjuder blommorna mat: proteinrikt pollen och nektar rik på socker. Att pollen flyttas från ståndare till pistill är faktiskt just en bieffekt av att insekter samlar mat. På våra breddgrader, liksom i stora delar av världen, är bin de viktigaste pollinerarna av både av vilda och odlade växter. I Sverige finns knappt 300 arter vildbin varav ungefär 250 är ensamlevande arter (solitärbin) och 39 är humlor som, liksom honungsbiet, är sociala bin som bygger upp en koloni av arbetare kring en drottning. Globalt finns det cirka 20 000 arter bin.

Honungsbiet har tidigare ansetts vara den viktigaste pollineraren av grödor. En given åtgärd för att bidra till ekosystemtjänsten pollinering har därför varit att tillföra honungsbin, vilket på senare år har slagit igenom även i städer. Ny forskning visar istället att de vilda insekterna är betydligt viktigare än man

tidigare trott. De många vilda arternas stora värde beror på att de alla har olika egenskaper, så som favoritväxter, hur de rör sig i blomman och när på dygnet eller säsongen de är aktiva. Detta påverkar hur de bidrar till pollineringen av en viss växtart.

Till exempel behöver jordgubbsblommor besök av både stora och små insekter för att ge stora välformade bär, eftersom olika stora kryp kommer åt olika delar av den gula ”kudde” i mitten av blomman där ståndare och pistiller sitter. Tomater pollineras bäst av humlor eftersom bara de kan lösgöra det hårt bundna pollenet genom sitt intensiva surrande. Fruktträd som blommar på våren besöks framför allt av humlor och några arter av solitärbin, eftersom de är ute och samlar mat även kalla vårdagar. Arterna kompletterar alltså varandra både i beteende och säsong och tillsammans pollinerar de ett stort antal odlade och vilda växter. Deras känslighet för miljöförändringar och sjukdomar skiljer sig också åt och därför bidrar en mångfald av arter även till en slags försäkring eller riskspridning. Detta är särskilt viktigt idag när ekosystemen påfrestas av både klimat- och landskapsförändringar.

Se hela ekosystemet, inte bara biet

Idag är mångfalden av pollinerare hotad på många håll i världen. Så många som trettio procent av Sveriges arter av vildbin är redan upptagna på Rödlistan över hotade arter. En huvudorsak till detta är att blommande miljöer som ängar, betesmarker och obrukade åkerkanter har minskat drastiskt under 1900-talet. Samtidigt har användningen av ogräsbekämpningsmedel ökat, vilket har minskat blomtillgången ytterligare.

Ekosystemtjänsten pollinering är alltså hotad på grund av att vi har förstört eller begränsat de ekosystem som upprätthåller den. De senaste årens massdöd av honungsbin visar dessutom hur sårbara vi är om vi litar till en enda art. Att då satsa

I Sverige finns flera hundra olika arter av vildbin, inklusive humlor, som har olika beteende, är känsliga för olika störningar och har olika favoritväxter. Tillsammans utgör dessa en mångfald av pollinerare som skapar goda förutsättningar för pollinering av vilda och odlade växter. Ängshumla dricker nektar ur en äppelblomma. Foto: Anna Persson

på just fler honungsbin för ökad pollinering, vilket har blivit något av en ”lågt hängande frukt” för miljömedvetna stadsbor och företag, är att sikta på att lindra symptomet (för få bin) istället för att försöka bota sjukdomen (för få livsmiljöer för bin).

Det vore en mer hållbar lösning att satsa på att motverka påfrestningarna på vildbin genom att skydda och skapa goda livsmiljöer med både naturliga boplatsmiljöer och mat. När vi planerar och sköter våra städer och vår landsbygd bör vi därför eftersträva ett landskapsekologiskt perspektiv, där olika miljöer kompletterar varandra innehållsmässigt och ligger inom rimligt avstånd för bin att flyga mellan, i snitt inom cirka 100–500 meter. En sådan insats skulle öka förutsättningarna för en mångfald

av insekter som kan pollinera ett brett spektrum av både odlade och vilda växter. Honungsbiet har också en plats i vårt samhälle, men genom att fokusera enbart på dem, på bekostnad av till exempel vildbin, kan vi mycket väl ha gjort oss själva en björntjänst istället för en insats för en mycket viktig ekosystemtjänst.

Konkreta lösningar i urbana miljöer

För att framgångsrikt bevara och återskapa biologisk mångfald i städer är det viktigt att tydliggöra de grundläggande målsättningarna; *vad* vill vi uppnå och *varför*? Eftersom dessa målsättningar påverkar *vilken* mångfald som ska bevaras och *var* den ska bevaras, kan vi först därefter ta oss an *hur* detta ska ske, det vill säga vilka verktyg och åtgärder som kan användas.

Bevarande av urban biologisk mångfald kan bland annat ha målsättningen att:

> bevara arter för framtida generationer
> ge invånare ökad möjlighet att uppleva och lära om biologisk mångfald
> gynna ekosystemtjänster.

Var och en av dessa målsättningar kräver olika åtgärder. Sällsynta arter kan bevaras var som helst, så länge det är möjligt att upprätthålla tillräckliga miljöer av god kvalitet och därigenom livskraftiga populationer. Mångfald för upplevelse, å andra sidan, måste vara kopplad till var människor bor och rör sig i staden och arterna måste tåla den påfrestning som detta innebär. Arter och miljöer som bidrar med ekosystemtjänster måste bevaras med en rumslig koppling till behovet av den tjänst de ska utföra.

Genom en effektiv planering kan man ofta finna lösningar som gynnar mer än en målsättning i taget. Det finns också möjligheter att genom nya typer av lösningar kombinera gyn-

nandet av ekosystemtjänster i staden och bevarandet av biologisk mångfald. Praktiskt sett handlar det om att identifiera och bevara befintliga naturliga miljöer samt att skapa nya gröna miljöer med högt värde för den biologiska mångfalden, samtidigt som man tar hänsyn till hur dessa miljöer förhåller sig till varandra geografiskt. Det handlar också om att förstå att värdet av dessa miljöer för biologisk mångfald beror på deras storlek, hur väl de är förbundna med varandra samt deras innehåll och kvalitet i förhållande till omgivande miljöer.

Ett grundrecept för att gynna urban biologisk mångfald är att skapa områden som sköts med låg intensitet (hellre slåttermark än kortklippt gräsmatta), som varierar i utseende och innehåll (fler arter och mer varierad struktur), som ligger så nära varandra att de flesta djur och frön kan sprida sig mellan områdena, och vars status kontinuerligt utvärderas mot strategiska och taktiska målsättningar. Om privatägd mark kan bli en del av ett sådant system, till exempel genom information om hur de kan skötas på ett naturvänligt sätt, ökar det möjligheten till framgång.

Alla arter är dock inte lika bra att ha överallt, och bidrar därför inte alltid till att upprätthålla biologisk mångfald eller att säkra ekosystemens funktioner. I och kring städer världen över finns det en mycket hög andel exotiska djur och växtarter, både medvetet införda och självsådda. Detta är i många fall negativt för den naturligt förekommande mångfalden, inte minst i de fall exotiska arter också är invasiva och snabbt sprider sig och täcker stora områden. De förändrar då livsmiljöerna så att många andra arter slås ut och den biologiska mångfalden minskar. Faktiskt är det så att det är ungefär samma arter, urbana kosmopoliter, som är vanliga i städer världen över. Sådana arter kan till exempel vara råttor duvor, maskrosor och tusenskönor, men också populära träd som robinia och ginko och invasiva arter som kanadensiskt gullris, som sprider sig längs infrastruk-

tur och ruderatmarker. Det sägs till och med att de arter man finner i en storstad snarare visar att man är just i en storstad, än på var i världen denna stad ligger.

Strategier för stadsplanering

Vilka områden i städerna är det då som kan erbjuda livsmiljöer för arter och bidra till ekosystemtjänster?

Traditionellt ingår kommunalt och statligt ägda grönområden tillgängliga för allmänheten i kommunens planer för grönstruktur. På senare år har flera studier visat att privata trädgårdar, koloniområden, golfbanor och andra grönområden som ägs och sköts av privatpersoner eller företag också är viktiga för stadens biologiska mångfald och ekosystemtjänster. Att ta hänsyn till placering, storlek och kvalitet av dessa skulle därför leda till en mer komplett bild och bättre förståelse av de ekologiska processer som pågår i urbana miljöer. Det skulle även öka möjligheterna att planera för en sammanhängande och mer komplett grönblå infrastruktur.

(Grön)planering av staden bör anta ett brett perspektiv på vilka miljöer man fokuserar på och förutom naturmiljöer och parker även inkludera privata trädgårdar, industritomter och gröna delar av infrastruktur så som träd i gaturummet. Detta skulle underlättas om man minskar uppdelningen mellan planering av grönstruktur och planering av resten av stadsrummet och istället ser det ena som en förutsättning för det andra.

Övergripande strategier för stadsbyggnad har betydelse för vilken biologisk mångfald som bevaras i staden, och därmed i förlängningen för urbana ekosystemfunktioner och tjänster. Därför måste generella beslut om vilken typ av stad som ska formas bygga på förståelse för hur den biologiska mångfalden påverkas. Det är till exempel skillnad på vad grönblå infrastruktur kan leverera om den består av några få men stora parker i en annars

tätt bebyggd stad, jämfört med om den är uppbyggd av många små gröna områden integrerade i en glesare väv av bebyggelse.

En utmaning, både idag och i framtiden, är att bevara biologisk mångfald i en föränderlig värld, en värld som både påverkas av klimatförändringar och av vårt sätt att bruka och förändra landskapen omkring oss med jord- och skogsbruk och infrastruktur. Det finns, inte minst i våra städer, möjligheter till lösningar där klimatanpassning kombineras med bevarande av biologisk mångfald. En dynamisk planering för biologisk mångfald kan integreras i stadsplaneringen på en rad olika sätt: genom skydd, restaurering, nya lösningar och inte minst genom att utvärdera resultaten av det arbete som görs och förändra arbetsmetoderna därefter.

Målkonflikter och win-win lösningar

Planering och beslut inom stadsbyggnad och bevarande av urban mångfald bör bygga på vetenskaplig kunskap om hur biologisk mångfald påverkas av stadens struktur och förvaltning. Därigenom kan man finna win-win lösningar, men också identifiera och hantera målkonflikter kring stadens gröna miljöer. På så sätt kan olika funktioner och nyttor vägas mot varandra på ett kostnadseffektivt sätt. Målkonflikter kan uppkomma när man vill stärka eller skapa flera olika sociala funktioner och ekosystemtjänster inom samma yta, så kallade mångfunktionella lösningar, och leda till att en eller flera funktioner blir sämre än förväntat eftersom de påverkar varandra negativt.

Ekosystemtjänster som bas för social integration

Restaurering av naturområden kan även fungera som ett verktyg för social upprustning, integration och utbildning, samtidigt som man arbetar för ökad biologisk mångfald och viktiga ekosystemtjänster som vattenreglering i urbana miljöer.

Exempel på grön stadsplanering

I flera tyska städer har man arbetat med så kallad spontan vegetation, framför allt på större före detta industritomter i städernas utkant. Några exempel är Hafeninsel i Saarbrücken, Landschaftspark i Duisburg och Südgelände i Berlin. Där har spontant etablerade gräsmarker med blommande örter tillåtits vara kvar och kompletterats med tydliga gångstråk, skulpturer och installationer för att visa att området sköts om, är prioriterat och inte eftersatt.

Ett annat exempel är London där man inom projektet *Leading to a greener London* har skyddat ett nätverk av grönområden, indelade i tre typer:

- större naturområden viktiga för biologisk mångfald nationellt sett, t.ex. våtmarksområden längs Themsen och hedmarker som bevarats inom stadens gränser
- områden viktiga för biologisk mångfald i storstadsregionen och där naturvård för bibehållen eller ökad biologisk mångfald är målet med skötsel och åtgärder
- områden viktiga lokalt för invånarnas vardagsrekreation och hälsa.

Tillsammans utgör dessa skyddade områden nästan 20 procent av Londons yta. Arbetet pågår ständigt, både med att identifiera och inkorporera nya områden i nätverket, och med att utvärdera om skötseln bör anpassas.

Ett sådant exempel är Rio Salado i Phoenix, Arizona, USA. Floden Rio Salado löpte tidigare genom staden, men i början av 1900-talet dämdes den upp för att kontrollera vattenflödet och säkra vattentillgång för staden. Detta resulterade i att flodfåran torkade upp och längs denna ”överblivna mark” anlades istället industrier, soptippar och bostadsområden med låg social status. Delar av den gamla flodfåran har nu åter vattenfyllts och på det som tidigare var en soptipp har angränsande våtmarker återskapats, tillsammans med andra typiska miljöer för området så som ökenvegetation.

Som en del i projektet finns också utbildningsprogram för barn, med fokus på stadsnära natur och området innefattar flera vandringsleder som är öppna för allmänheten.

Klimatförändringen och framtida ekosystem

Förändringar i klimatet kommer, både direkt och via associerade miljöförändringar, att påverka organismers möjlighet till överlevnad. Arters utbredningsområden kan komma att rent geografiskt följa de förändringar i miljön som orsakas av att klimatet förändras, men de kan ha svårt att svara på förändringarna tillräckligt snabbt.

Om arter inte hinner med att anpassa sig kan den biologiska mångfalden därför komma att minska. Arter reagerar dessutom på förändringarna på olika sätt, vilket leder till särskilt negativa konsekvenser för sådana arter som samverkar med varandra. Insektsätande fåglar är till exempel beroende av att insekternas säsong passar ihop med deras egen häckning, medan pollinerande insekter är beroende av växternas blomningssäsong, samtidigt som växterna är beroende av insekterna för pollinering och frösättning.

Hårt belastade ekosystem påverkas dessutom av flera, mer lokala, miljöfaktorer. Om man jämför med naturmiljöer eller

odlingslandskap så har städer en kraftigt försämrad vatteninfiltration, temperaturreglering och luftrening. Detta har bland annat lett till ökad risk för översvämningar och betydligt högre medeltemperatur i städer jämfört med omlandet.

Effekterna av den globala klimatförändringen kan verka i synergi med sådana lokala urbana effekter och leda till att förstärka dem ytterligare just i städer. Även om klimatförändringens effekter kan vara svåra att särskilja från andra problem, förstärker de hoten mot urbana ekosystem och ökar risken att vi därför förlorar viktiga ekosystemtjänster. Eftersom de flesta människor idag lever i stadsmiljöer är det särskilt viktigt för folkhälsa och säkerhet att dämpa effekterna av klimatförändringen just där.

En större variation i nederbörd och fler intensiva skyfall kan få mycket allvarliga konsekvenser i stadsmiljöer på grund av den höga andelen hårdgjord yta och en dagvattenhantering som redan är hårt belastad eller underdimensionerad vid skyfall. Därför är vattenmiljöer och områden som tål att översvämmas mycket viktiga i tättbebyggda områden, men för att vara en hållbar lösning bör både vegetation och vattenmiljöer också tåla ett förändrat klimat. Jämfört med dagens urbana grönytor bör de därför innehålla en mer varierad miljö som ger plats åt ett större antal arter av växter och marklevande organismer. En större variation ökar sannolikheten att åtminstone några arter klarar de förändringar av livsmiljön som det förändrade klimatet leder till.

Genom att säkra en väl fungerande grönblå infrastruktur kan individer av fler arter också lättare återkolonisera områden som drabbats av en så kraftig påfrestning att några eller flera populationer har slagits ut, till exempel efter långvarig torka eller översvämning. Därigenom kan nödvändiga ekosystemfunktioner och urbana ekosystemtjänster upprätthållas över tid, tack vare att miljöerna tillåts vara dynamiska till sitt innehåll och sin funktion.

Min vision för hållbara urbana miljöer är därför att både bibehålla och skapa fler naturliga miljöer, på en totalt sett större yta och med hög kvalitet för biologisk mångfald. På så sätt skapas förutsättningar för en ökad variation av både livsmiljöer och arter i städer. Det minskar i sin tur risken för att alla miljöer och organismer påverkas så negativt av klimatförändringar och stadsmiljöns övriga påfrestningar att de dör ut och lämnar oss stadsbor utan tillgång till de upplevelser och nyttor som naturen skapar.

Att bygga upp, utveckla och bevara en stark grönblå infrastruktur, eller stadsnatur om man så vill, är därför ett sätt att sprida riskerna, att förbereda städer för framtiden, och samtidigt göra dem till intressanta, upplevelserika och goda miljöer att växa upp i, besöka och leva i. □

Tack till Lina Herbertsson, Georg Andersson, Maj Rundlöf och Henrik Smith (CEC samt Biologiska institutionen, Lunds universitet) för utbyte av tankar och kunskap kring dessa frågor.

Anna Sofie Persson är doktor i zooekologi vid Lunds universitet. Hon har forskat om hur humlor och bin klarar sig i jordbrukslandskapet och har sammanställt forskningslitteratur om urban biologisk mångfald. Nu arbetar hon med att integrera hänsyn till ekosystemtjänster i kommunal fysisk planering på Malmö stad samt med hållbar stadsutveckling som konsult hos Ekologigruppen.

En framtid utan olja och kol

09:

Solenergi för en hållbar energi-försörjning

VILLY SUNDSTRÖM

Solen är en nästintill oändlig energikälla. Skulle vi kunna ta tillvara bara en bråkdel av all den solenergi som når jorden hade vår energiförsörjning varit säkrad. På senare år har också teknikutvecklingen gått enormt framåt, med sjunkande priser på exempelvis solceller som följd. Trots det behövs ytterligare steg tas framåt. Kemisten Villy Sundström berättar om den forskning som bedrivs vid Kemicentrum i Lund där flera forskargrupper samarbetar kring framtidens solceller. Forskarna lär av växternas fotosyntes och hittar nya vägar att fånga in solens energi.

ENERGI ÄR EN NÖDVÄNDIG grund för det vi idag uppfattar som bra standard och ett gott liv. Nästan alla aspekter av vår vardag kräver energi – varmt vatten till morgonduschen och kaffet, bussen eller bilen till jobbet, ett varmt och trevligt kontor med fungerande dator. Och så ska vi ta oss hem från jobbet för att tillreda middag och avnjuta kvällens TV-program. Vår fritid med resor och annan konsumtion är inte mindre energikrävande, liksom tillverkningen av alla de attribut som vi utnyttjar i vår vardag och fritid.

Varför behöver vi solenergi?

Den globala energianvändningen kommer oundvikligen att öka kraftigt, förmodligen fördubblas eller till och med trefaldigas till 2050. Detta även om vi i den högt utvecklade delen av världen lyckas minska vår energianvändning genom att utveckla energisnåla processer och ändra vårt konsumtionsmönster. Anledningen är jordens ökande befolkning och att världsmedborgare som idag har låg levnadsstandard och liten energiförbrukning i framtiden snabbt ökar sin standard och därmed energianvändning.

Idag täcker fossila bränslen – olja, kol och naturgas – cirka 80 procent av den globala energiförbrukningen. Det kan inte fortsätta så eftersom de fossila bränslena är en begränsad resurs och dessutom för med sig oönskad klimatpåverkan. Inte heller kärnkraft är en hållbar framtida lösning på energiproblemet. Energi från solen är den enda förnybara, miljövänliga och tillräckligt omfattande energiresursen i ett globalt perspektiv som kan ersätta de energislag vi använder idag.

En försvinnande liten del, mindre än 0,1 procent, av den energi vi i Sverige använder idag kommer från solen. Men den är snabbt ökande från låga nivåer. I till exempel Tyskland, som har generösa investeringsprogram för solenergi, utgjorde elproduktion från solceller 5,7 procent av den totala energiproduk-

tionen 2014. Andra länder som England och Spanien har också ambitiösa program för ökad användning av solenergi. Dålig lönsamhet har varit ett problem för solcellsproducerad el, men nästa år beräknar Deutsche Bank att södra Tyskland når lönsam solkraft utan bidrag.

Ljusenergi blir solel och solbränsle

Solenergiforskning är ett snabbt och kraftigt expanderande forskningsområde med många forskare världen över. Nya stora forskningssatsningar och centra startas världen över, i USA, Tyskland, Nederländerna, Kina, Korea, Japan osv. Solenergiforskning pågår vid de flesta svenska universitet och Lund har stark forskning inom både kemi och fysik.

Vid kemiska institutionen vid Lunds universitet utvecklar och studerar vi material för både morgondagens solceller och omvandling av solenergi till solbränsle. Det senare arbetet sker inom ramen för det svenska Konsortiet för Artificiell Fotosyntes (CAP), med forskare från Uppsala universitet, KTH och Lunds universitet.

Solljusets energi kan nyttiggöras genom omvandling till värme, elektricitet eller bränsle. Elektricitet och bränsle är de mest intressanta energibärarna eftersom de kan användas för att driva alla våra energikrävande tillämpningar och enkelt omvandlas till andra energislag vid behov.

För produktion av elektricitet från solljus använder vi redan idag solceller. Dagens kommersiellt tillgängliga solceller använder sig av olika halvledarmaterial, med kisel som det absolut dominerande. Forskarna arbetar dock på många nya typer av material för solceller för att göra dem billigare, miljövänliga och ge dem fler användningsområden.

Att omvandla och lagra solenergi i ett bränsle skulle i framtiden också kunna ske i en direkt process som liknar fotosynte-

sen. Man tänker sig att ljusets energi skulle kunna användas för att driva en reaktion där vatten sönderdelas i sina beståndsdelar, vätgas och syrgas. Vätgas är ett mycket energirikt bränsle som till exempel kan användas i bränsleceller, eller direkt i förbränningsmotorer. Ljusdriven reduktion av koldioxid till metanol, eller liknande bränsle, är ett alternativ till vätgas, som dessutom skulle ha fördelen att reducera koldioxidhalten i atmosfären.

Nya revolutionerande solcellsmaterial

Många fler material än de som idag finns i kommersiellt tillgängliga solceller är under utveckling och studeras intensivt i forskarnas laboratorier. Kraven på ett effektivt solcellsmaterial är att det måste dra nytta av så mycket som möjligt av solstrålningens alla våglängder, och att energin i ljuset ska kunna omvandlas till lättrörliga elektroner.

Plast som blir elektriskt ledande när ljus absorberas är ett exempel på ett nytt solcellsmaterial. Nobelpriset i kemi år 2000 gick till de tre forskare som först upptäckte hur plaster, organiska polymerer, kan göras elektriskt ledande och därmed få nya användningsområden. En plastsolcell består av en tunn (cirka 100 nm) plastfilm av en polymer och mikroskopiska kolbollar. Polymeren absorberar solljuset och ultrasnabb elektronöverföring till kolbollarna ger upphov till en elektrisk ström. I våra laboratorier kan vi följa hela detta reaktionsförlopp med olika typer av ultrasnabb laserspektroskopi. Det lär oss hur vi kan bygga upp solceller för att de ska bli så effektiva som möjligt.

Forskning i Lund banar ny väg för miljövänligare solceller

Den så kallade Grätzelsolcellen, efter sin upptäckare Michael Grätzel, är ytterligare en typ av ny solcell. Ett annat namn är färgämnessolcell eftersom den består av ett färgämne fäst på en

tunn film av nanopartiklar av titandioxid. När ljuset absorberas av färgämnet överförs elektroner till titandioxidpartiklarna, vilket leder till en elektrisk ström. Titandioxid är pigmentet i vanlig vit målarfärg, men eftersom den är vit absorberar den inte solstrålningens färger. För att kunna fånga in energin i solljusets strålar används därför olika färgämnen som fästs på nanopartiklarnas yta.

Färgämnena innehåller ofta sällsynta och dyrbara metaller, till exempel rutenium. Många forskare världen över har försökt ersätta dessa metaller med mera vanligt förekommande och billigare metaller, till exempel järn, dock utan att lyckas. Alla solceller tillverkade med hjälp av järnbaserade färgämnen har tidigare haft en mycket låg verkningsgrad, eftersom de järnbaserade färgämnena inte har förmått omvandla ljusets energi till elektroner.

I ett brett samarbete mellan olika forskare vid Kemiska institutionen vid Lunds universitet har vi nyligen lyckats att för första gången framställa järnbaserade färgämnen som omvandlar ljus till elektroner med nära hundraprocentig verkningsgrad. Samarbete med våra kollegor vid Uppsala universitet och Ångströmlaboratoriet var viktigt för att nå denna framgång. En hel del arbete återstår dock innan vi kan tillverka effektiva solceller baserade på de nya färgämnena. Det fina samarbetet vi har vid kemiska institutionen mellan syntetiska kemister, teoretiker och spektroskopister är en förutsättning för framgång i det fortsatta arbetet.

Solbränsle som efterliknar fotosyntesen

Att omvandla solljus till bränsle i en direkt process liknande fotosyntesen vore ett effektivt sätt att framställa bränsle utan mellansteg. För att förstå hur detta kan låta sig göras behöver vi titta lite närmare på fotosyntesen.

Fotosyntesen i gröna växter kan liknas vid en fabrik där råvarorna vatten och koldioxid förädlas till kolhydrater (bio-

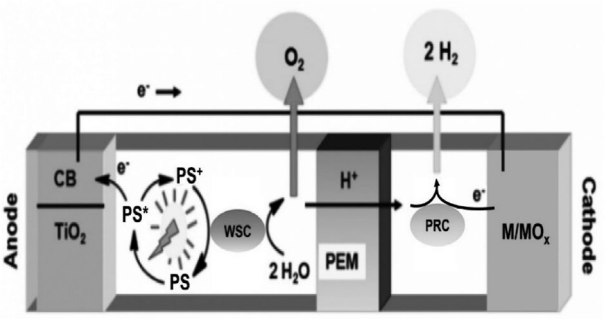
massa) i ett maskineri som drivs av ljusenergi. Maskineriet är komplicerat och består av många delar och delprocesser.

Energin i ljuset överförs till elektroner som tas från vattnet genom att sönderdela det i sina beståndsdelar väte och syre. De energirika elektronerna används sedan för att driva de kemiska reaktioner som bildar kolhydratmolekylerna. På detta sätt har ljusenergi omvandlats och lagrats i ett bränsle (biomassa).

Maskineriet i fotosyntesen för att bilda de energirika elektronerna är ett protein kallat *fotosystem 2*. Det innehåller ett stort antal klorofyllmolekyler och ett unikt metall-kluster bestående av fyra manganatomer och en kalciumatom där sönderdelningen av vattnet sker. Omvandlingen av ljusenergi till elektroner i *fotosystem 2* sker med nära hundraprocentig verkningsgrad. Detta skiljer sig drastiskt från den låga, cirka en-procentiga, verkningsgraden för den totala fotosyntesprocessen i växterna, det vill säga omvandlingen av ljus till kolhydrat.

Att använda biomassa som bränsle, eller att låta fotosyntetiska organismer framställa biobränsle är därför inte nödvändigtvis det effektivaste sättet att utnyttja solenergi. Om vi kunde utnyttja de energirika elektronerna genererade i en process liknande den i *fotosystem 2* för direkt framställning av ett enkelt bränsle i några få reaktionssteg skulle en mycket högre verkningsgrad kunna erhållas. Att utvinna vätgas från vatten, eller att omvandla koldioxid till metanol skulle kunna vara sådana reaktioner.

Figur 1 illustrerar en solbränslecell för framställning av vätgas inspirerad av fotosyntesen. I den ena halvan av bränslecellen driver en ”sensitizer” (motsvarigheten till reaktionscentrum i *fotosystem 2*) extraktionen av elektroner från vatten. Elektronerna utnyttjas i den andra cellhalvan och vätgas avges.



Figur 1. Solbränslecell. Ljus absorberas i en så kallad fotosensitizer (PS) som avger elektroner till en titandioxidelektrod (anod). Dessa ersätts genom vattenspjälkning (WSC = water splitting catalyst) då syrgas och protoner bildas. Elektronerna leds till katoden (en metalloxid) där ännu en ljusdriven katalysator (PRC = proton reduction catalyst) reducerar protonerna bildade vid vattenspjälkningen, och bildar vätgas.

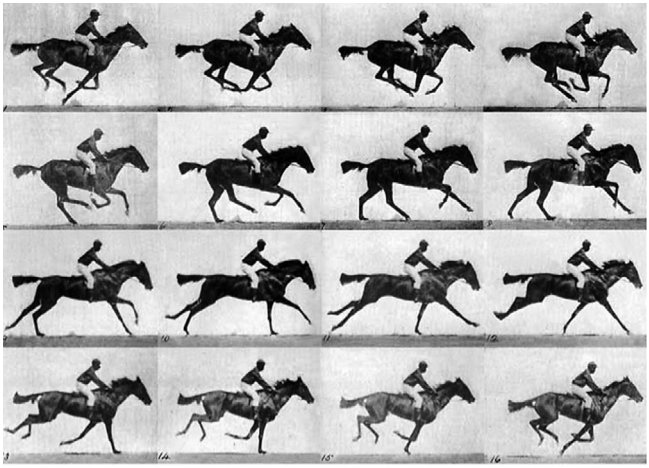
Många forskare världen över arbetar hårt för att tillverka solbränsleceller som fungerar i större skala. Det svenska konsortiet för artificiell fotosyntes (CAP) är en av pionjärerna inom området sedan starten 1994. Idag arbetar cirka 50 studenter och forskare inom projektet.

Det finns fungerande forskningsprototyper av solbränsleceller, men mycket forskningsarbete återstår för att utveckla effektiva, hållbara och billiga ”sensitizers” och andra beståndsdelar i solbränslecellerna som inte innehåller sällsynta eller ädla grundämnen. Detta är en stor utmaning som kräver samarbete mellan expertis från många delar av kemin: syntes (tillverkning) av nya molekyler och material, studier av struktur och funktion, kvantkemiska beräkningar och så vidare.

Konsten att avbilda snabb rörelse

I vår egen forskning i Lund använder vi olika former av ultrasnabb spektroskopi för att studera de ljusdrivna processerna som börjar på femtosekund-tidskalan (1 fs = 10^{-15} s), och slutar först efter millisekunder eller ännu längre.

Vetenskapen att studera snabba processer kan härledas till 1800-talets utveckling av fotografin. Bilderna av den galopperande hästen (se figur 2) togs av E. J. Muybridge 1877 som del av ett vad om huruvida hästens alla fyra hovar vid något tillfälle lämnar marken samtidigt. Slutartiden för dessa bilder var ungefär 1/1000 sekund, tillräckligt för att ”frysa” hästens rörelse och få en skarp bild.

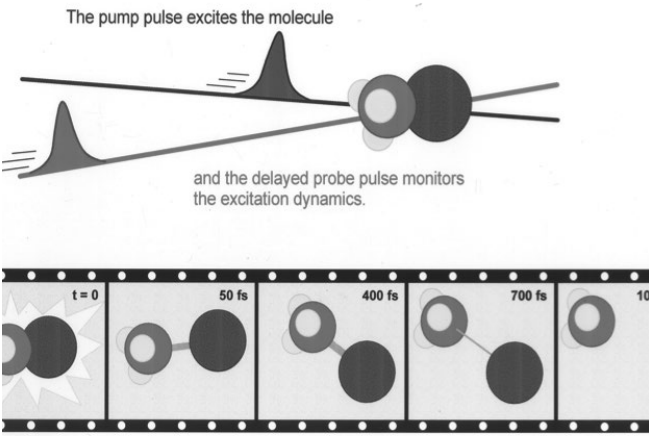


Figur 2. Galopperande häst fotograferad av E .J. Muybridge 1877. Ett lyckat försök att fånga snabb rörelse på bild.

Molekyler är mycket mindre och rör sig mycket snabbare, varför slutartiden på en kamera för att fånga molekylär rörelse måste vara mycket kortare, så snabbt som femtosekunder.

När vi i vardagen vill uttrycka känslan av något kortvarigt, säger vi ”ett ögonblick” och menar förmodligen en ögonblinkning. Det motsvarar cirka 0,3 sekunder. Jämfört med en femtosekund är ett ögonblick en mycket lång tid. Ljuset färdas som vi vet med en mycket hög hastighet, 300 000 km/s, och på ett ögonblick hinner det färdas drygt två varv runt jorden. På en femtosekund färdas ljuset 0,3 miljondels meter, eller motsvarande en liten bråkdel av ett hårstrås tjocklek.

En konventionell kamera kan naturligtvis inte åstadkomma så korta tider, men med hjälp av superkorta laserblixtar kan vi,



Figur 3. Principen för ett femtosekundexperiment. Den första laserpulsen (pump pulse) startar reaktionen och en fördröjd puls tar en "bild" av förloppet. En sekvens av många bilder blir en "film" som visar hela reaktionsförloppet.

likt en kamera med blixt, ta bilder av molekylrörelser på den ultrasnabba tidsskalan.

Figur 3 illustrerar principen för ett sådant experiment – en femtosekundpuls startar ett kemiskt förlopp när den absorberas av det studerade materialet, och en fördröjd puls tar sedan en ”bild”. Genom att ta en sekvens av bilder med olika tidsfördröjning mellan ljuspulserna, kan vi avbilda hela reaktionsförloppet. Eftersom vi använder olika våglängder på ljuset kan också olika egenskaper hos det studerade materialet avbildas. Om den ”avbildande” laserpulsen utgörs av röntgenstrålning kan reaktionen återges som en film med tredimensionella bilder.

Experiment med korta röntgenpulser utförs vid stora internationella synkrotronanläggningar och så kallade frielektron-laseranläggningar. Frielektronlasrar för generering av femtosekund-röntgenpulser är nya redskap i solenergiforskningens tjänst. Idag finns två sådana anläggningar i drift i världen, i Stanford, USA och utanför Osaka i Japan, och fler är under konstruktion.

Med dessa nya metoder kan vi utforska alla de reaktionssteg man kan förvänta sig i en fullständig ljusdriven process på den ultrasnabba molekylära tidskalan. Vi har därmed ett synnerligen kraftfullt instrument för att in i minsta detalj studera och karakterisera många slags kemiska reaktioner. Detta är en förutsättning för utveckling av nya bättre solenergisystem i framtiden. □

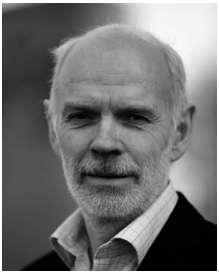


Foto: Mikael Risedal

Villy Sundström är professor i kemisk fysik vid Kemiska institutionen, Lunds universitet. Forskningsintressen är solenergiomvandling, fotokemi och naturens pigmentsystem för skydd mot UV-ljusets skadliga effekter på biologisk vävnad. Studier av fotosyntesens ljusdrivna processer ledde till nuvarande forskning för utveckling av nya material till solceller och omvandling av solenergi till bränsle.

10:

Biobränslen i den biobaserade ekonomin

OLA WALLBERG
GUNNAR LIDÉN

Sverige har goda möjligheter att utveckla teknik för att använda restprodukter från skogs- och jordbruket för att tillverka biobränslen som biodiesel och etanol. Gunnar Lidén och Ola Wallberg är forskare i kemiteknik, och beskriver här hur de tar naturens knep till hjälp när de utvecklar teknik för en biobaserad framtid. Allt från kemiska saxar till vanlig bagerijäst.

ATT FÖRSE EN växande befolkning med energi på ett hållbart sätt är en av de största utmaningarna vi som samhälle står inför. Mycket av det vi tar för givet i vårt dagliga liv bygger på tillgång till billig energi.

Du kanske inte tycker att drivmedlet till bilen är billigt när du tankar den, men bränslekostnaden för att köra en hel mil med bilen är idag ungefär tio kronor. Det är faktiskt väldigt billigt! Det har i sin tur lett till att vi idag ofta har långa pendlingsavstånd mellan arbete och bostad, och därigenom har vi byggt in oss i ett beroende av billig energi, ungefär på samma sätt som låga räntor och frånvaro av amorteringskrav lett fram till dagens stora skuldsättning för bostäder.

Den industriella revolutionen, och vårt ökade materiella välstånd har varit möjlig genom att vi har använt fossila råvaror – kol, olja och naturgas. Detta har naturligtvis i grunden varit positivt, men har haft flera negativa bieffekter. Ett mycket allvarligt problem är tyvärr att vår planet riskerar att överhettas om vi inte minskar användandet av fossila resurser – eller mer specifikt – om vi inte minskar nettoutsläppen av koldioxid i atmosfären från det kol som tidigare legat bundet i jordskorpan. Anledningen är att koldioxid, liksom flera andra växthusgaser som finns i atmosfären, till exempel metan, minskar värmeutstrålningen från jorden.

Olika lösningar i olika länder

Det finns inte *en* given lösning på den här stora utmaningen, och problemen ser också olika ut i olika länder. I Sverige har transporter varit i fokus under lång tid och det beror på att mycket av just Sveriges totala nettoutsläpp av koldioxid kommer från transportsektorn (se faktaruta i slutet av artikeln).

Detta gäller inte för alla – eller ens de flesta – länder. Den svenska elproduktionen baseras på vattenkraft, kärnkraft,

vindkraft och biobränslen, men i många andra länder sker elproduktion med koleldade kraftverk. Olika åtgärder krävs därför i olika länder, och en åtgärd som fungerar bra för Sverige är inte nödvändigtvis rätt i ett annat land.

När det gäller transporter överlag behöver de bli mer energieffektiva, och de totala transporterna behöver också minskas. El- och hybrid-bilar framförs ofta som bra lösningar eftersom den typen av fordon är mycket energieffektiva, det vill säga elenergin kan överföras till rörelseenergi med små förluster. Men för att detta ska minska koldioxidutsläppen måste elen produceras på ett hållbart och koldioxidneutralt sätt. Om elen kommer från koleldade kraftverk har vi bara flyttat koldioxidutsläppen från bilens avgasrör till kraftverkets skorsten! Vissa transporter, till exempel flyg, kan inte heller drivas med el.

Av flera olika skäl kan vi därför räkna med att förbränningsmotorn kommer att behövas och finnas med oss under en rätt lång tid för att lösa delar av vårt transportbehov. Vi behöver däremot fylla bränsletanken med ett bränsle som inte är av fossilt ursprung – ett biobränsle.

Låga oljepriser hämmar utvecklingen

Ett biobränsle är definitionsmässigt ett bränsle som är framställt från biomassa. Ur ett hållbarhetsperspektiv ska denna biomassa dessutom vara förnybar inom en rimlig tid. Torv är till exempel också biomassa, men tiden för bildning av torven är lång – tusentals år. Det är visserligen betydligt kortare än tiden för bildning av fossila bränslen, som är miljontals år, men ur ett hållbarhetsperspektiv är torven ändå tveksam.

Vi måste också tänka på att produktion av biomassa, och omvandlingsprocessen från biomassa till bränslen och andra produkter, inte är fri från utsläpp av koldioxid. Framförallt ger ett intensivt jordbruk upphov till utsläpp av koldioxid (och andra

växthusgaser) som ett resultat av nödvändiga transporter, jordbearbetning och gödseltillsatser som ingår i produktionscykeln.

Att använda biobränslen blir därför inte helt koldioxidneutralt, utan ger ett visst nettoutsläpp av koldioxid, om än betydligt mindre än de fossila bränslena. Hur mycket nettoutsläppet blir analyseras idag noggrant genom livscykelanalyser (LCA). Inom EU kommer kravet på nettoreduktion av koldioxidutsläpp att gradvis höjas.

Paradoxalt nog finns en betydande risk att vår strävan att verkligen göra det bästa möjliga leder till att vi inte gör något alls! ”Det bästa är det godas fiende”, som det heter. Alltför högt ställda krav på biobränslen kan leda till att ingen törs göra investeringar – vare sig privatpersoner i nya fordon, eller företag i nya biobränsleanläggningar. Om då dessutom oljepriserna är så låga som idag (november 2015) finns väldigt dåliga förutsättningar för att minska användningen av fossila bränslen.

Man måste också hålla i minnet att tekniken för att producera bränslen och kemikalier från olja och gas är mycket högt utvecklad efter många decenniers intensivt forskningsarbete. Biobränslen, däremot, befinner sig generellt sett i en tidigare fas av teknikutveckling, och mycket utvecklingsarbete återstår för att sänka produktionskostnader. Längst har tekniken utvecklats för etanolframställningen från sockerrör (i Brasilien) och majsstärkelse (i USA), samt framställning av biodiesel från oljeväxter (i Europa och Asien). Dessa biobränslen kallas ofta ”första generationens” biobränslen.

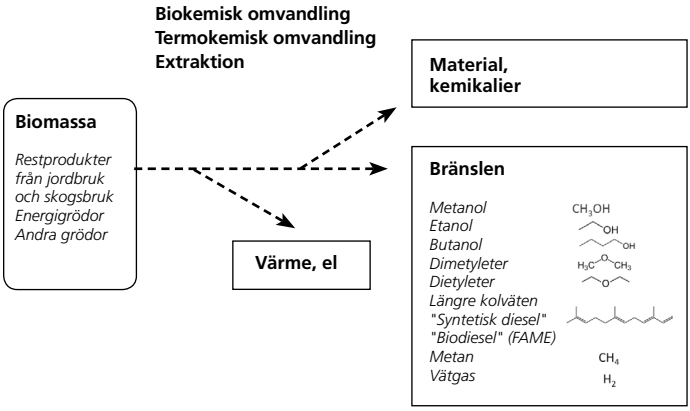
Av flera skäl är det önskvärt att kunna använda andra råvaror, och helst en betydligt större del av biomassan och inte bara stärkelse eller upplagrade fetter i växten. Detta kallas ofta ”andra generationens” biobränslen. De första större anläggningarna för att kommersiellt testa produktion av andra generationens biobränsle, till exempel etanol från halm eller bagasse

(restprodukt från sockerrörsodlingar), har nyligen tagits i drift i Italien, USA och Brasilien.

Att framställa bränsle ur biomassa

Hur gör man då för att omvandla biomassa, som restprodukter från skogsindustrin och jordbruket eller energigrödor, till biobränslen? Omvandlingen kan ske på många olika sätt, både termokemiskt och biokemiskt, och många olika typer av biobränslen kan också produceras (se figur 1).

Den *termokemiska vägen* innebär i allmänhet att biomassan förgasas till kolmonoxid, vätgas och vatten, som i sin tur kan omvandlas vidare till metan, metanol eller mer bensin- eller diesel-liknande ämnen. Den *biokemiska vägen* går i allmänhet via omvandling av kolhydraterna i biomassan (cellulosa och hemicellulosa) till enkla sockerarter, som därefter kan jäsas till alkoholer eller biogas. I de flesta fall kommer många olika produkter att



Figur 1. Schematisk bild av biobränslen i relation till andra produkter i ett bioraffinaderi.

bildas i dessa bioraffinaderier – precis som i dagens oljeraffinaderier – och sannolikt kommer inte alla produkter att vara bränslen.

Dagens massa- och pappersbruk är ett slags bioraffinaderier, som förutom massa och papper producerar en stor mängd värme och el. Ur ved kan man också utvinna tallolja, som kan raffineras till ett dieselbränsle. Detta görs redan idag, bland annat i Sverige, och produkten blandas in i vanlig diesel. Intressant att notera i figur 1 är att biobränslen inte behöver vara andra föreningar rent kemiskt än dagens fossil-baserade bränslen, även om flera är det.

Det är alltså ursprunget till bränslet som är viktigt ur växthusgassynpunkt. ”Biogas” används till exempel som beteckning för den blandning mellan metan och koldioxid som fås genom rötning av organiskt material – till exempel i biologiska reningsverk eller i anläggningar som byggts specifikt för biogasproduktion. Efter avskiljning av koldioxid får man metan, som är kemiskt identisk med den metan som ingår i naturgas. ”Naturgas” är för övrigt i högsta grad en fossil råvara, även om namnet ger felaktiga associationer till förnybarhet.

Undvika att konkurrera med matproduktion

Som nämnts tidigare finns det flera anledningar till att en övergång till andra generationens råvaror är önskvärd. En anledning är att stärkelse, lipider och socker utgör en stor del av födan, både för människor och för djur.

Rent funktionsmässigt är föda (eller mat) huvudsakligen ett bränsle. Det är bara en mycket liten del av det vi äter som används till att bygga upp ny cellmassa. Den största delen förbränns i våra celler till koldioxid och vatten, vilket ger värmeutveckling, precis som i en förbränningsmotor, men med den skillnaden att cellerna gör det mycket långsamt. En expansion av biobränsleproduktion från stärkelse eller vegetabiliska oljor kan påverka möjligheten för jordbruket att producera

föda åt en globalt växande befolkning. Av USA:s hela majsproduktion används idag nästan 30 procent för bioetanolproduktion. Denna spannmål hade i princip kunnat användas till föda. Detta förutsatt att jordbrukarna fick tillräckligt mycket betalt för majsen för att inte istället välja att odla något annat, eller inte odla alls.

För att undvika en konkurrenssituation mellan biobränsle och matproduktion kan råvaror som inte går att äta, till exempel jordbruksrester (olika typer av halm) eller skogsråvara, användas för biodrivmedelsproduktion. Även mark som hade varit lågproduktiv, och därför oekonomisk, vid konventionell spannmålsodling skulle kunna användas för att odla till exempel energiskog eller andra energigrödor. För länder som Sverige, som har mycket biomassa uppbunden i skogen, och som dessutom har en tillväxt som är snabbare än avverkningen, är den här typen av råvaror den stora potentiella källan till en ökad biobränsleproduktion.

Att snabba upp naturens processer

Biomassa innehåller i allmänhet en stor andel kolhydrater, till exempel cellulosa och hemicellulosa som finns i fibrer. Kolhydraterna är långa kedjor av sockermolekyler, och detta gör att biotekniska processer blir intressanta.

Cellulosa och hemicellulosa är dock en annan typ av kolhydrater än stärkelse. Stärkelsen har utformats av naturen för att vara ett lättnedbrytbart energiförråd för fröet, i till exempel vetekorn eller majskorn. Cellulosa och hemicellulosa är tillsammans med en annan viktig komponent, lignin, det som bildar strukturen i växten och den har designats av naturen för att inte vara lätt att bryta ner. Det är därför betydligt svårare att bryta ner cellulosa och hemicellulosa till jäsbart socker än till exempel stärkelse, eftersom vi har naturen emot oss.

Tänk på vad som händer när man sågar ner ett träd i skogen och låter det ligga kvar. Man kan komma tillbaka till samma plats efter många år och det enda som hänt med trädet är att det blivit lite gråare. För att skapa en produktionsprocess som är möjlig att konstruera, bygga och driva med någon slags ekonomisk avkastning behöver hela processen från att råvaran matas in i produktionen till att bränslet är klart för leverans gå betydligt snabbare – maximalt får det ta ett fåtal dagar. På den tiden ska man hinna med det som i naturen kanske tar upp mot 100 år! Hela produktionsprocessen måste också vara utformad så att resurserna i råvaran utnyttjas på ett så bra sätt som möjligt, både energimässigt och ekonomiskt. Precis som i dagens petrokemiska raffinaderier, innebär detta att råvaran kommer att omvandlas till en mängd olika produkter där fördelningen styrs av efterfrågan.

I Sverige, liksom på många andra ställen världen över, pågår forskning för att förbättra utnyttjandet av biomassa i biotekniska såväl som termokemiska processer. Vid Lunds universitet forskar vi för att lösa flera av de tekniska utmaningarna för framställning av etanol, biogas och vätgas från biomassa via biokemiska processer. Forskningen sker vid flera olika institutioner och avdelningar på Kemicentrum: Institution för Kemiteknik, avdelningarna för Bioteknik, Teknisk mikrobiologi, och Biokemi och strukturbiologi vid Kemiska institutionen.

Effektivare processer målet

Forskningen vid Lunds universitet är mycket bred. Anledningen till detta är att frågeställningen är oerhörd stor och komplex, och det finns inte *ett* svar på vad vi behöver göra för att ersätta fossila bränslen. Vi måste arbeta brett och hitta dellösningar. Olika slags biomassa ger olika produktspektra i bioraffinade-

rier, och lokala förutsättningar påverkar också kraftigt. Finns det till exempel ett fjärrvärmenät som har nytta av spillvärme eller inte? Hur ser elproduktionsmixen ut lokalt? Vid Lunds universitet har vi bildat ett gränsöverskridande nätverk – LU Biofuels – för att samla våra forskare och också bjuda in företag och samhällsaktörer till seminarier och diskussioner kring biobränslen.

Vi har kommit långt redan, men fortfarande måste processens alla steg förbättras för att nå en bättre total energieffektivitet och ekonomi. En frågeställning vi arbetar med i vår forskning rör till exempel förbehandling och fraktionering av biomassan. Vid Institutionen för Kemiteknik har det genom många års forskning byggts upp en processutvecklingsenhet där optimering av detta första steg studeras. Den inledande förbehandlingen görs för att enzymer ska komma åt att klyva de bindningar som sätter samman sockermolekylerna i långa polymerkedjor. Typiskt kan detta första steg vara att biomassa hettas upp under tryck med ånga upp till 160–210 °C under några minuter – ibland tillsammans med lite syra.

Andra forskargrupper vid Lunds universitet studerar den enzymatiska nedbrytningen av det förbehandlade materialet till socker. Enzymer, som finns i alla levande celler fungerar ungefär som ”kemiska saxar”, och klipper isär de långa kolhydratkedjor till enkla sockermolekyler. I forskningen letar dessa grupper efter nya och bättre enzymer från naturen och optimerar den tekniska processen för olika råvaror. Det gäller både att hitta den rätta sammansättningen av olika enzymer, men också att hitta processbetingelser för att bryta ner biomassan så effektivt som möjligt.

Nästa steg i processen är jäsningen, där sockerblandningen efter den enzymatiska nedbrytningen omvandlas till de önskade produkterna. För framställning av etanol används främst

jästen *Saccharomyces cerevisiae* – vår vanliga bagerijäst som vi umgåtts med i tusentals år. Denna jäst kan dock förbättras för att göra jobbet snabbare och effektivare i den speciella ”gröt” som fås efter förbehandlingen, vilket ytterligare andra forskargrupper vid Lunds universitet jobbar med.

Andra mikroorganismer, ofta termofila organismer (som trivs i varma miljöer), kan omvandla socker till vätgas och små organiska syror till exempel ättiksyra. Ättiksyran kan i sin tur omvandlas till metan och koldioxid – biogas. Genom att ta bort koldioxiden från biogas kan man producera ren metan som kan ersätta naturgas.

Som vi har försökt beskriva ovan finns i Sverige stor kunskap om hur skogs- och jordbruks-biprodukter kan omvandlas till biodrivmedel och vi har också tillgång till råvaran. Vi har därför goda förutsättningar att utveckla en bioraffinaderiindustri, som kan gynna omställningen till ett fossilfriare samhälle. Det kan dessutom ge en ny avsättning för svenskt skogs- och jordbruk och underlätta strukturomvandlingen av pappersindustrin. □

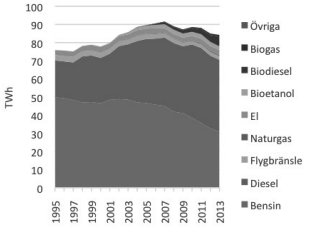
Faktaruta

- I Sverige används cirka 80 TWh för transporter och av dessa var cirka 8 TWh ett biobränsle under 2013
- Cirka 1 TWh av biobränslet har sitt ursprung från skogen via tallolja
- De cirka 2 TWh el som används är främst för järnvägstransporter.
- Om allt bränsle ersattes med elektricitet skulle cirka 20–30 TWh extra el behöva produceras (eller sparas) på ett hållbart vis. Idag producerar vindkraften cirka 15 TWh som en jämförelse.

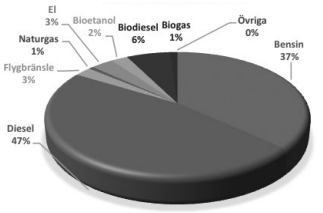
Källa: Energiläget 2015, Energimyndigheten

Lästips om bioekonomi:
The Bioeconomy: An Introduction to the World of Bioenergy av Kes McCormick och Karin Willquist (2015)
Mer om forskningen vid Lunds universitet om biobränslen: *www.lubiofuels.org*

Bränsle för transporter



Bränslefördelning 2013



Gunnar Lidén är professor i kemiteknik vid Lund universitet. Hans forskning rör bioprocessteknik för omvandling av biomassa, till exempel restprodukter från skogsbruk och jordbruk, till biobränslen och andra kemikalier.

Ola Wallberg är docent i kemiteknik vid Lunds universitet. Han forskning rör förbehandling av biomassa för att förbättra utnyttjandet i bioraffinaderiprocesser och processteknik för hela processystem för att utnyttja biomassan med högt utbyte av energi, drivmedel och kemikalier.

Foto: Mats Nygren

11:

Den tekniska mikrobens roll i en cirkulär ekonomi

MAGNUS CARLQUIST

För att göra oss fria från vårt beroende av fossil olja behöver vi inte bara hitta nya energikällor. Minst lika viktigt är att hitta nya och hållbarare sätt att tillverka allt från plaster till olika kemikalier. Dyk in i mikrokosmos med hjälp av Magnus Carlquist, som är teknisk mikrobiolog. Han berättar om tekniska mikrober – naturens ”kemiska fabriker” som är en viktig pusselbit i arbetet med att nå ett fossilfritt samhälle.

EFTER ATT HA läst titeln ovan kanske man ställer sig följande frågor: Vad är en teknisk mikrob egentligen? Och vad ska de vara bra för? Eller så kanske man frågar sig: Kan vi verkligen dra nytta av mikroorganismer för att nå en cirkulär ekonomi?

Tämjningen av tekniska mikrober har spelat en förvånansvärt stor roll i byggandet av vårt moderna samhälle, och kommer att vara ännu viktigare i framtiden. Detta inte minst med tanke på den kolossala omställningen till en cirkulär ekonomi utan olja som vi står inför.

Först en kort beskrivning av mikrokosmos

Inte helt olikt hur universums stjärnor, planeter och andra himlakroppar kan studeras genom teleskopets linser, kan en minst lika fascinerande värld upptäckas om man istället vänder blicken till det lilla. Mikrokosmos som det ibland kallas, uppenbarar sig enkelt genom mikroskopets linser, och består av en stor variation av encelliga och flercelliga organismer som har en imponerande variation av naturlig funktion och formdesign, samt äger en stor ljus- och färgrikedom. Upptäckten av mikrokosmos är dock förhållandevis ung om man jämför med att människor har studerat stjärnorna sedan hedenhös dagar. Det var först på sextonhundratalet som människan blev varse om förekomsten av mikrobiella varelser, och det gjorde man genom användandet av den då nya uppfinningen *ljusmikroskopet*.

I mikrokosmos bor mikroorganismerna, som är så mikroskopiskt små att dom inte är synliga för blotta ögat. Deras påverkan på jorden och deras samverkan med andra livsformer är dock väsentligt större än vad man kan tro. Mikroorganismer kan leva under alla möjliga livsförhållanden och de finns överallt i jordens alla hörn, från högt uppe i stratosfären till havets botten. Den enda begränsningen för att de ska kunna leva är att det måste finnas tillgång på vatten, energi och byggmaterial,

men dessa kan förekomma i många olika former och därför är listan på möjliga beboeliga platser betydligt längre än för livsformer högre upp i näringskedjan.

Det finns mikroorganismer som trivs i mer än hundragradigt vatten, såväl som i minusgradigt vatten där den höga saltkoncentrationen gör att inte vattnet fryser. De finns i närvaro av syre eller i helt syrefria miljöer, i höga tryck eller låga, och med eller utan solljus. Vissa är känsliga för gifter, medan andra kan använda det som byggmaterial. Med allt detta följer att mikroorganismer genom evolutionens gång har utvecklat de mest raffinerade kemiska processer för att omvandla specifika näringsämnen i sin omgivning till energi och kemiska byggstenar.

Tekniska mikrober med högsta betyg i kemi

Den generella kemiska formen för en mikrobiell cell är $CH_{1.78}O_{0.60}N_{0.19,}$ med viss variation av siffrorna i formeln beroende på vilken typ det handlar om. Bakom denna relativt enkla beskrivning av en cell döljer sig dock en stor komplexitet av struktur, funktion och förmåga att koordinera kemiska reaktioner. Bakterier och jästsvampar innehåller ett stort antal så kallade enzymer som hjälper till att sätta igång (katalysera) enskilda kemiska reaktioner med hög hastighet och oftast nästintill perfekt selektivitet.

Enzymerna slussar molekyler genom cellens metabola vägar med syfte att ge cellen energi och byggmaterial på ett sätt som leder till högsta möjliga tillväxt och överlevnad av den mikrobiella populationen. Cellerna är genetiskt programmerade att uppnå rätt metabolism under olika omständigheter och beroende på sin omgivning. Mikroberna måste snabbt kunna öka i antal när temperaturen är lagom och när det finns näring och vatten i närheten. De måste också kunna utstå perioder med brist på näring och i övrigt tuffa förhållanden.

För att klara omställningar i sin närmiljö så är cellerna genetiskt kodade att följa olika styrningsprogram för de nödvändiga specifika mekanismer som optimerar cellpopulationens aktivitet och robusthet. Enligt klassisk darwinistisk lära har cellerna därför utvecklat optimerade kaskader av enzymer och andra cellfunktioner som är väl anpassade till just den miljö de lever i och som gör att cellerna klarar förändringar i miljöförhållandena.

Naturens kemiska fabriker

Det som mikrobiologiingenjörer arbetar med är att hitta lämpliga mikroorganismer för ett visst syfte och sedan utveckla dom vidare för att fungera i storskaliga produktionsprocesser (se tabell 1 för exempel).

Tabell 1. Exempel på tekniska mikrober som används för kemikalieproduktion

Produkter	**Mikroorganismer**
Etanol	*Saccharomyces cerevisiae*
Enzymer	*Aspergillus, Bacillus, Mucor, Trichoderma*
Aceton och butanol	*Clostridium acetobutylicum*
Aminosyror (t.ex. lysin)	*Aspergillus niger*
Antibiotika	*Penicillium, Streptomyces, Bacillus*

Under denna utvecklingsprocess går mikroorganismerna från att vara naturliga mikroorganismer till att istället bli *tekniska mikrober.* Tekniska mikrober kan liknas vid att vara kemiska fabriker som kan tillverka allt från billiga produkter som bränslen, biogas, råvaror för plasttillverkning, lösningsmedel, organiska syror, till dyrare saker som specialkemikalier, läkemedel och terapeutiska proteiner (till exempel insulin).

Ett känt exempel på en mikrobiell process är tillverkning av antibiotika. Utvecklingen av tekniska mikrober för produktion

av penicillinet gjordes redan på 40-talet. Senare har produktion av andra antibiotika också utvecklats. Ett flertal antibiotika har sitt ursprung från jordlevande bakterier eller fungi som man har isolerat, muterat och byggt processer kring.

Bioprocesser för mikrobiell antibiotikaproduktion är nog en av de enskilt viktigaste bedrifterna som mikrobiologiingenjörer gjort. Det har lett till en förbättring av levnadsförhållanden och ökad livslängd för miljontals människor.

Framtidens tekniska mikrober

Sedan lång tid tillbaka har mikrobiella processer påverkat människors liv och leverne. Förr i tiden låg fokus på mer enkla tillämpningar som jäsning av drycker och mat. Nu ser det annorlunda ut. I dag och ännu mer i framtiden tillverkar de tekniska mikroberna, effektivt och billigt, kemikalier genom omvandling av förnybara och billiga substrat från till exempel skogs- och jordbruksavfall. I vissa fall finns det redan långt utvecklade lösningar för förnybar produktion av biogas och bioetanol. I andra fall krävs fortsatt forskning och utveckling för att göra bioproduktionen möjlig i industriell skala.

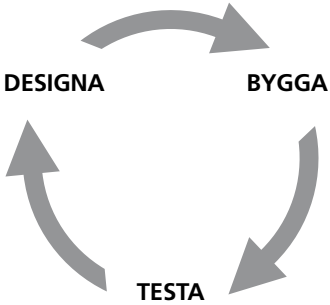
Det som idag gör användandet av mikroorganismer för kemikalie- och läkemedelsproduktion konkurrenskraftig jämfört med klassisk processkemi är just att den tekniska mikroben kan koordinera ett stort antal reaktioner i ett enda steg, samt gör detta på ett snabbt och effektivt sätt. Ofta vid relativt låga temperaturer och tryck samt i vatten istället för organiska lösningsmedel. Detta gör bioprocesser mycket miljö- och användarvänliga och ger möjlighet att tillföra grön märkning av de producerade kemikalierna vilket är bra utifrån ett konsumentperspektiv.

Likväl, det som i slutändan gör att bioprocesslösningar blir mer och mer vanligt förekommande i kemiföretagen är att det sparar pengar genom att strömlinjeforma produktionen med

färre antal processteg och med minskad åtgång av material, arbetsinsats och tid. Användandet av tekniska mikrober medför förstås andra utmaningar, till exempel måste processmiljön anpassas så att cellerna klarar av den rent överlevnadsmässigt samt producerar mycket av målprodukten, snabbt och utan andra metabola biprodukter. För dessa utmaningar finns det en rad processtekniska lösningar.

Tar hjälp av DNA-tekniken

I modernt utvecklingsarbete av tekniska mikrober kombineras de naturvetenskapliga ämnena biologi, genetik och kemi, med klassisk ingenjörskonst som problemlösning, systemtänk och modellering. Arbetet går mycket ut på att designa nya cellfunktioner och enzymaktiviteter för mikroorganismer som visat potential för att kunna användas för ett visst industriellt syfte och som skulle kunna uppnå de uppsatta processmålen. Arbetet följer cykeln *designa-bygga-testa* (figur 1).



Figur 1. Utveckling av tekniska mikrober sker i upprepande cykler som fortsätter tills processmålet har uppnåtts.

Det som har möjliggjort dagens framgångsrika utveckling av tekniska mikrober är vetenskapliga och tekniska framsteg i flera olika discipliner. Ett av de viktigaste framstegen är tillgången till snabba och billiga metoder att studera cellernas DNA, och nya verktyg som det nyligen upptäckta *CRISPR-Cas9*, en sorts molekylära saxar med vilka mikrobiologiingenjören kan tillföra nya egenskaper till mikroberna genom att programmera om deras genetiska kod på ett mycket effektivare sätt än tidigare. Numera finns det också effektiva sätt att med hjälp av nya biotekniska verktyg och matematiska modeller för att i stor skala analysera vad som händer inne i mikroorganismerna. Det har gett en mycket större förståelse för hur de fungerar. Andra viktiga verktyg när vi utvecklar tekniska mikrober är DNA-, och proteindatabaser, samt program för modellering av enzymers struktur och funktion.

När vi testar nya mikroorganismers förmåga att uppnå ställda processkrav så krävs det snabba och effektiva screeningmetoder, och här har det skett stora framsteg på senare år. Vi kan mäta många egenskaper samtidigt hos enskilda celler i stora mikrobiella populationer utan att störa cellernas överlevnad. Med så kallad singelcellteknik kan vi till och med välja ut förbättrade varianter av mikroorganismer och sedan multiplicera dem i stora odlingskärl genom traditionell mikrobiologisk metodik.

Allt detta betyder att det nu finns helt nya möjligheter att bygga tekniska mikrober som kan användas i industriellt syfte. Exempel på projekt där avancerad DNA-teknik använts för att utöka användningsområdet för vanlig bagerijäst är för produktion av avancerade biobränslen till exempelvis flyget (farnesene), för att ta fram läkemedel mot malaria (artemisinin som ursprungligen är en traditionell kinesisk läkeört) eller vaniljkrydda (vanillin).

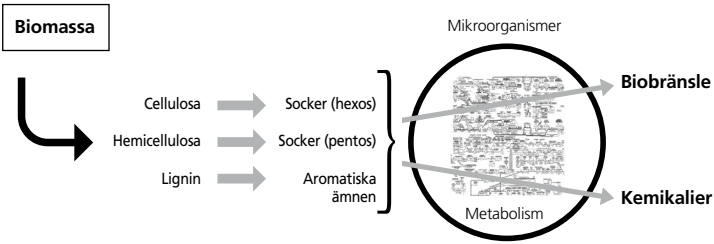
Restprodukter från skogen och jordbruket blir bränsle och kemikalier

Generellt sett finns det idag möjlighet att utveckla tekniska mikrober för att tillverka en rad material som idag har sitt ursprung i petroleumindustrin – för plastproduktion, organiska syror, lösningsmedel, flamskyddsmedel, och olika fin- och specialkemikalier med 100 procent förnybara råvaror (se figur 2).

I Sverige har vi en effektiv och väl utvecklad skogs-, och processindustri för storskalig förädling av växtbiomassa till pappersmassa. Jordbruksindustrin genererar förutom livsmedel också stora mängder restprodukter som skulle kunna användas i ett bioraffinaderi för att producera smarta och gröna kemikalier.

I ett bioraffinaderi omvandlas olika sorters biomaterial till en rad olika produkter med hjälp av tekniska mikrober. Växtbiomassa består av cellulosa, hemicellulosa och lignin, och alla dessa tre beståndsdelar kan omvandlas till olika sorters kemikalier (figur 2).

Cellulosa och hemicellulosa används redan idag. De kan exempelvis brytas ner till olika sockerarter som får jäsas med hjälp



Figur 2. Omvandling av biomassa till biobränsle och kemikalier med hjälp av tekniska mikrober

av genmodifierad bakjäst till fordonsbränslen som bioetanol (se föregående artikel ”Biobränslen i den biobaserade ekonomin”).

Lignin utvinns idag som biprodukt i pappersmassefabriker men används mest för att generera värme och elektricitet genom förbränning. Det är alltså ett 100-procentigt förnybart material som redan produceras i multitonskala och som sedan eldas upp. I stället skulle det kunna användas som råmaterial för produktion av förnybara kemikalier eller andra material och bränslen, i stället för fossil olja som används som råvara idag.

Mer än 30 år av forskning vid Avdelningen för Teknisk mikrobiologi och andra avdelningar vid Kemiska institutionen samt vid Instiutionen för Kemiteknik, Lunds universitet, har resulterat i kunskap som idag används i jästbaserade etanolprocesser över hela världen. Sverige fortsätter att leda utvecklingen av mikrobiella system för omvandling av cellulosa och hemicellulosa till etanol.

En av utmaningarna för att bygga ekonomiskt hållbara bioetanolprocesser är att utveckla tekniska mikrober som klarar av att snabbt och samtidigt omvandla de många olika sockerarter som finns i nedbrutet cellulosa och hemicellulosa. En annan utmaning som vi arbetar med i vår forskning är att få jästsvamparna att tåla flera olika giftiga organiska föreningar som återfinns i sockerblandningen, och att få jästen att kunna jäsa vid låga pH.

Ligninets molekylstruktur är också mycket spännande att utforska och det finns en stor potential att använda ligninet för mikrobiell produktion av värdefulla kemikalier, inte minst till biokemikalier och läkemedel. En av svårigheterna med att använda lignin är att molekylen är mycket robust och svår att bryta ner, vilket är precis vad som är syftet i trädet där det används för att ge styrka. Ur processynpunkt är det istället ett problem som måste övervinnas.

I naturen finns det mikroorganismer som specialiserat sig på att bryta ner ligninet och omvandla det vidare till olika slags byggmaterial och energi för sin egen tillväxt. En stor utmaning som vi arbetar med är att utveckla tekniska mikrober som kan omvandla ligninföreningar till olika sorters kemikalier genom ekonomiskt hållbara bioprocesser.

En uppgift för vår generations ingenjörer

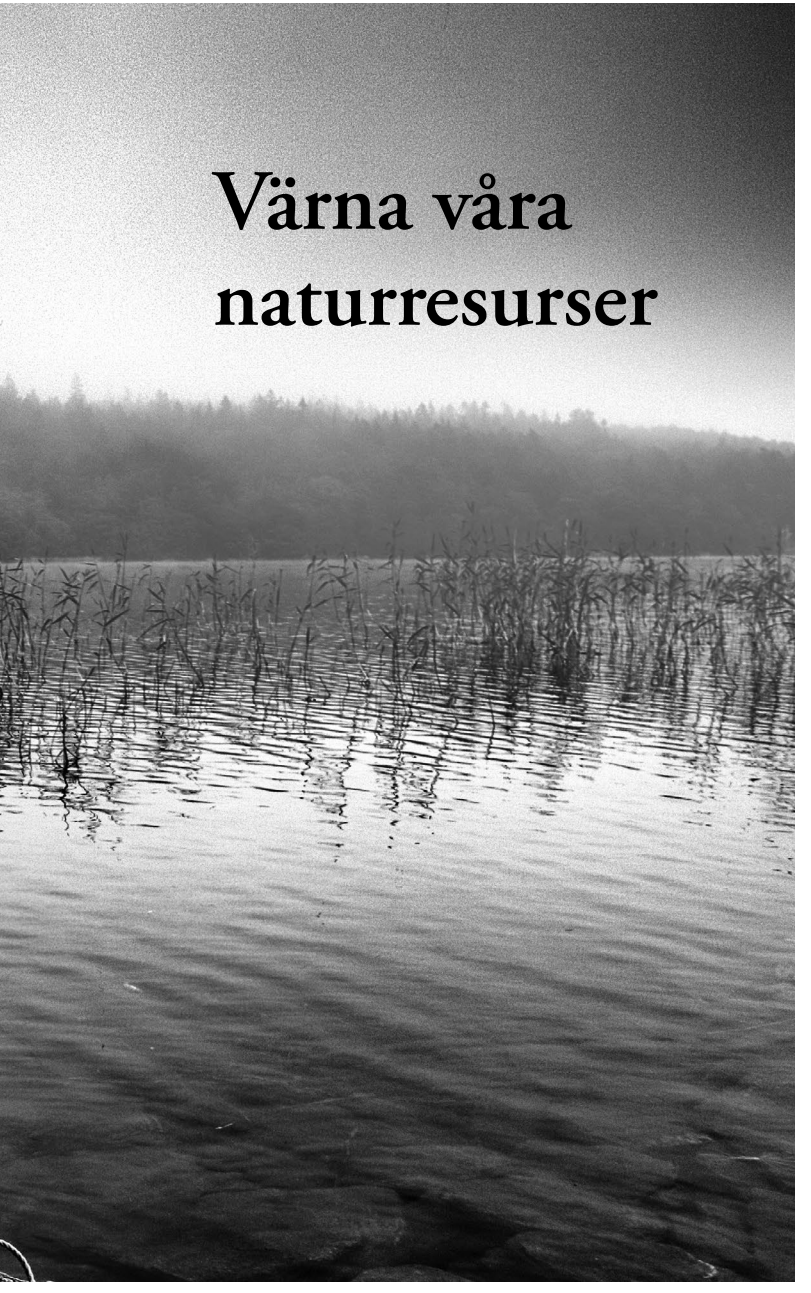
Det är en svindlande tanke att man fullt ut ska kunna ersätta användandet av fossilt material, som har varit motorn i samhällets utveckling allt sedan den industriella revolutionen först såg ljuset på slutet av sjuttonhundratalet. Det är dock givet att detta är vägen framåt för minska mänsklig klimatpåverkan, och för att uppnå ekonomisk tillväxt också i en framtid utan olja. Frågan är bara hur det ska göras?

Jag menar att en del av svaret är att utbilda mikrobiologiingenjörer och mikrobiologientreprenörer som kan leda utvecklingen av vår nu största tekniska utmaning – hur vi når ett hållbart samhälle baserat på miljövänlig tillverkning av kemikalier med 100 procent förnybara råvaror. □

Foto: Nina Carlquist

Magnus Carlquist är docent och universitetslektor vid avdelningen för Teknisk Mikrobiologi vid Lunds Tekniska Högskola (LTH). Hans forskning handlar om effektiv design och applikation av mikrobiella katalysatorer för biosyntes av kemikalier och läkemedel.

Värna våra naturresurser



12:

Vatten, vatten, bara vanligt vatten?

CHARLOTTE J. SPARRENBOM

Vatten är en naturresurs som vi kanske tar lite för mycket för givet i vårt land. Grundvattenforskaren Charlotte Sparrenbom menar att skyddet av den kanske viktigaste naturresursen för vår överlevnad är kraftigt eftersatt. Hon vill väcka till eftertanke om hur vårt fotavtryck ser ut för kommande generationer, och föreslå sätt att komma igång med bättre skydd av vårt vatten.

FRÅN BARNSBEN HAR JAG fått höra att vi har fantastiskt bra vatten i Sverige och dessutom mycket gott om det. Men efter att ha jobbat med vattenfrågor i snart 20 år är jag inte alls lika säker längre att allt vårt vatten är fantastiskt. Att vi har gott om vatten volymmässigt råder det dock inga tvivel om, men vad hjälper det om kvaliteten haltar?

Vi har sett rubriker i tidningarna om PFOS, ett ämne från övningsområden för brandbekämpning vid flygplatser, som läckt ner i Kallinges grundvatten med tusentals oroliga drabbade människor. Vi har hört om bekämpningsmedel i våra kommunala dricksvattenbrunnar och akrylamid som läcker ut från Hallandsåstunneln, med förgiftade kor och arbetare som följd. I varje litet samhälle finns en gammal kemtvätt eller verkstad, där tidigare hantering och spill har orsakat förorening med lösningsmedel som idag ligger och läcker till omgivningen.

Gamla grustag har vi länge använt till soptipp för kvittblivning och igenfyllning av hål i landskapet. Vad som sprider sig från dessa, beror helt på vad vi kastat och detta varierar stort mellan olika tippar. Dokumentation om vad som kastats på de äldre soptipparna saknas oftast. Många har kanske också hört om den stora arsenikskandalen i Sydostasien med miljontals människor som blivit förgiftade av förhöjda halter arsenik i sitt dricksvatten.

Eftersatt kemisk kontroll av dricksvattnet

Vad vet vi om kvaliteten på vårt dricksvatten? I vilken omfattning har vi förorenat våra vattenresurser, och vilka utmaningar står vi inför i framtiden? Hur illa ställt är det egentligen, eller oroar jag mig i onödan?

Sanningen är att vi har väldigt dålig kunskap om hur situationen för våra vattenresurser ser ut i Sverige idag! Cirka hälften av vårt dricksvatten kommer från ytvattentäkter och den andra hälften från grundvatten som vi pumpar upp ur hål-

rum och sprickor i marken. Ytvattenkvaliteten styrs mest av tillrinningsområdets egenskaper samt de aktiviteter som fortgår uppströms. Grundvattenkvaliteten styrs framför allt av vilka jordlager och berggrund som finns i området och de kemiska och biologiska processer som sker under tiden vattnet rör sig ner i hålrummen. Omloppstiden för ytvatten är oftast snabbare än för grundvatten, som rör sig långsammare inuti markens sprickor och porsystem.

Hälften av grundvattnet är naturligt bildat, medan den andra hälften är konstgjord, det vill säga det är ytvatten som vi låtit rinna ner genom marken och bilda grundvatten. Detta gör vi för att utnyttja markens naturligt goda filtreringsmöjlighet, för att få ett bättre dricksvatten.

Övervakningen av den kemiska kvaliteten i vårt grundvatten är starkt eftersatt idag. Med övervakning menar jag nivåmätning av grundvatten och provtagning för kemisk och bakteriologisk analys. Därpå bör resultaten analyseras och tolkas så att vi får kontroll på om situationen förvärras eller förbättras, en så kallad trendanalys. Vi har idag inte tillräckligt med data för att kunna dra säkra slutsatser om grundvattnets tillstånd och åt vilket håll utvecklingen går.

Sverige var det enda landet som år 2004 rapporterade till EU att vi inte såg någon risk att finna bekämpningsmedel i vårt grundvatten. Detta trots att man inte hade undersökt läget i någon större omfattning. De få undersökningar som gjorts tyder på att cirka vart tredje grundvattenprov som tas i Sverige är förorenat av bekämpningsmedel. Idag har något fler undersökningar av bekämpningsmedel i grundvatten gjorts. Det är fortfarande mycket som återstår för att få en heltäckande bild och för att kunna följa trender av dessa ämnen i vår miljö. Vi vet idag inte om problemet ökar eller minskar.

”Letar vi så finner vi!”

I min forskning här på Geologiska institutionen vid Lunds universitet undersöker vi vårt grundvatten. Vi vill ta reda på hur vattnet påverkas av ämnen som vi använder och sprider i naturen – avsiktligt eller oavsiktligt.

När vi i ett forskningsprojekt år 2012 analyserade prover från cirka 25 grundvattenvattentäkter i 12 kommuner i södra Sverige, fann vi bekämpningsmedelsrester i 78 % och i 10 av de 12 kommunerna. Då hade vi visserligen siktet inställt på att försöka finna så många brunnar som möjligt med fynd av just bekämpningsmedel, eftersom vi ville undersöka hur lång uppehållstid dessa ämnen har i grundvattenmiljön. Vi valde delvis ut brunnar i de kommuner där det tidigare påvisats bekämpningsmedel. I sju av de tolv kommunerna fanns bekämpningsmedelshalter som översteg gränsvärdena för dricksvatten. Bekämpningsmedel är en stor grupp ämnen i vilken det finns många olika ämnesgrupper och är därför både dyrt och svårt att övervaka för att få en heltäckande bild. Efter att ha tagit del av våra resultat kommenterade en kollega lite uppgivet att; ”Letar vi så finner vi!”

Vän av ordning frågar då naturligtvis om det finns höga halter föroreningar i våra vattenresurser, och vilken form av hälsopåverkan det kan ha? Om det nu finns föroreningar i grundvattnet, kan vi då inte fixa detta i våra vattenverk?

Svaret på den första frågan är att vissa föroreningar kan förekomma i skadliga halter i vissa områden, andra inte. Och svaret på den andra frågan är att vi kan rena vattnet från många typer av föroreningar, men det blir dyrt. Ibland så dyrt att det är bättre att finna en annan dricksvattenresurs.

Många vattenverk har, eller planerar för, att införa kolfilter för att ta bort möjligt förekommande föroreningar såsom exempelvis bekämpningsmedel. Poängen är dock att om vi inte

kontrollerar, undersöker och skyddar våra vattenresurser, vet vi inte vilken kvalitet vi har i dag, i morgon eller någon gång i framtiden. Vi vet inte heller vad vi behöver för typ av rening om vi inte har kontroll på vilka ämnen och i vilka halter de förekommer i våra dricksvattenresurser.

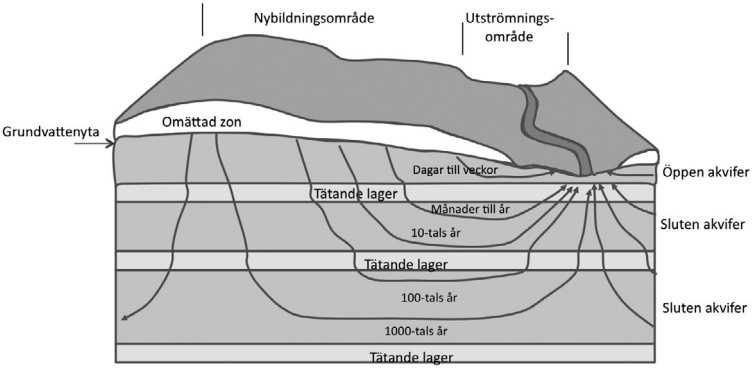
Skyddar vi inte våra vattenresurser kommer vi att behöva allt fler och mer avancerade reningssteg och barriärer. Detta kommer då att bli en kostsam historia i längden.

Långsam nedbrytning av föroreningar

Nybildning av grundvatten och transport av vattnet och föroreningar däri kan vara mycket långsamma processer, med uppehållstider i marken på veckor, månader, år, decennier till hundratals och tusentals år (se figur 1). Detta innebär att om vi väl får ner föroreningar i marken kan de bli långlivade i grundvattensystemet. Har föroreningen väl nått ner till den mättade zonen (där alla sprickor och hålrum är fyllda med vatten), sker eventuell nedbrytning av föroreningarna ännu långsammare.

Vissa föroreningar är dessutom mycket långlivade och svårnedbrytbara såsom, exempelvis ämnesgruppen PFAS (en stor grupp med över 800 högfluorerade industriellt framställda ämnen). Saneringen av föroreningar i marken kan vara mycket kostsamt och svårt att genomföra. I många fall avlägsnas den eventuella källan först efter lång tid, och då har föroreningarna i många fall redan hunnit sprida sig och lösas i stora volymer vatten.

När det gäller ytvatten är föroreningen ofta mer akut i nära anslutning till föroreningstillfället, men transporteras relativt snabbt iväg nedströms och vidare ut i vattensystemet. I ytvatten späds föroreningarna i högre grad än i grundvattensystem. Detta innebär att föroreningar som når ner i grundvattensystemet kan finnas i högre koncentrationer och förbli i systemet under mycket längre tidsperioder.



Figur 1. En schematisk bild över vattnets väg genom marken. Grundvattenrörelser och kemiska processer i marken kan ta mycket lång tid. Beroende på vattnets väg, kan det uppehålla sig i marken alltifrån dagar och veckor ända upp till hundratals och tusentals år. Detta leder till att de föroreningar som kommer ner i grundvattnet kan följa med i systemet en lång tid framöver. En akvifer är en vattenmättad geologisk formation som innehar sådana mängder vatten att det är ekonomiskt att pumpa upp grundvatten därifrån.

Kritik från EU om eftersatt övervakning av grundvatten

Övervakningen av föroreningar inom våra vattenresurser och speciellt i våra grundvattenresurser, är mycket eftersatt i jämförelse med behovet, men också i jämförelse med många andra EU-länder, exempelvis Danmark och Storbritannien. Vi får också kritik från EU för detta.

I Sverige rapporterade vi till EU 2012, ett övervakningsprogram med endast 85 stycken brunnar som hade undersökts när det gäller grundvattenkvaliteten och 450 stycken när det gäller grundvattennivåer. I Storbritannien tas cirka 35 procent av det kommunala dricksvattnet från grundvattentäkter, vari 3500 brunnar övervakas med avseende på grundvattenkvalitet

och i cirka 6200 brunnar mäts grundvattennivån. I vårt grannland Danmark, kommer 99 procent av dricksvattnet från grundvatten. Varje år stängs många vattentäkter på grund av förhöjda halter förorenande ämnen från till exempel jordbruk, industri, tankstationer och tvätterier. Danskarna bedriver en nationellt omfattande övervakning och kartläggning som finansieras av 20-40 öre/m^3 vattenskatt. Det finns också nationella varningssystem för bekämpningsmedel och system för att utvärdera om och i vilken utsträckning det aktuella grundvattnet kan användas.

Bristande övervakning av grundvattnet

Kommunala vattentäkter i Sverige provtas för kvalitetskontroll av det renade dricksvattnet, men det finns inga krav på provtagning och analys av råvatten innan rening, det vill säga grundvattnet eller ytvattnet.

Enligt EU:s ramdirektiv för vatten som också är införlivad i svensk lag, ska övervakningsprogram upprättas inom varje vattendistrikt. Detta för att bedöma status på våra vatten samt för att besluta om miljökvalitetsnormer och åtgärdsbehov. 2013 hade endast 14 procent av de svenska grundvattenförekomsterna någon form av övervakning!

Som forskare får du ofta samla in data från många olika instanser, myndigheter och personer. Haken är den splittrade övervakningen av det svenska grundvattnet, som nationellt bedrivs av Sveriges geologiska undersökning (SGU), regionalt av länsstyrelser och lokalt av bland annat kommuner och vattenförbund. Kommuner och länsstyrelser provtar ofta grundvattenkvalitet sporadiskt med flera år emellan när utrymme finns i budgeten. Mycket av kommunernas övervakning sköts dessutom via inhyrda konsulter, och kommunerna har sällan all data tillgänglig digitalt. Olika instanser och övervakningsprogram undersöker också olika parametrar och ämnen.

Detta innebär att om vi ska göra någon form av vidare nationell analys så saknas många parametrar för en heltäckande bild, och vi får jämföra äpplen med päron. Detta gör att data sällan kan användas fullt ut för en vidare analys av tillståndet. Samordningen saknas och omfattningen på övervakningen är alldeles för liten.

Brist på både pengar och kunskap

Varför ser det nu ut så här? Varför kontrolleras det svenska grundvattnet så dåligt trots att EU:s vattendirektiv egentligen kräver det?

Svaret är att det saknas direkt finansiering. Jag menar att det behövs både mer statliga pengar, men att vi också behöver bli mycket bättre på att bruka det som kallas för Polluter Pays Principle, förorenaren betalar-principen. Detta görs i Sverige i mycket liten utsträckning och vad gäller de diffusa källorna, såsom exempelvis spridning av bekämpningsmedel på åkrar eller utsläpp via luften, inte alls.

En annan förklaring är att Sverige är ett stort land till ytan, med många små vattenresurser att övervaka, men det finns också en osäkerhet i ansvarsfördelningen mellan myndigheter. Vatten är ju ingen fix miljö utan flyter mellan gränserna från regnvatten, till ytvatten, till grundvatten och tillbaka som ytvatten och ut i havet. Därför är flera olika myndigheter inblandade: grundvatten (Sveriges geologiska undersökning, SGU), ytvatten (Havs- och vattenmyndigheten), dricksvattenkvalitet (Livsmedelsverket) och vattenmiljö (Naturvårdsverket), lokala frågeställningar (kommunerna) och regionala frågeställningar (länsstyrelserna).

Livsmedelsverket ansvarar endast för kvaliteten på det utgående dricksvattnet, inte för råvattnet som ska bli dricksvatten. SGU ansvarar för miljömålet ”Grundvatten av god kvalitet” och Hav och Vattenmyndigheten ansvarar för att rapportera om miljötillståndet i Sverige till EU. Det saknas ett heltäckan-

de ansvar och det finns ett stort behov av en bättre samordning. Det är dags att vi börjar se helheten i vattensystemet och behandla det som ett sammanhängande system, istället för mindre slutna delar som är praxis idag.

Slutligen finns det en okunskap hos beslutsfattare och en oförmåga hos forskare att kommunicera kunskapsgapet samt att forskningen inom området i Sverige är starkt eftersatt. Det har lett till brist på initiativ för att hantera frågan.

Vårt framtida grundvatten

Vad kan vi då göra åt situationen, och är den verkligen så allvarlig som jag har målat upp här? Hur hanterar vi vårt vatten på ett hållbart sätt för att försäkra oss om en god vattenmiljö och en trygg framtida vattenförsörjning?

Hur situationen verkligen är vet vi inte förrän vi faktiskt börja undersöka och följa upp kvalitet och kvantitet för våra vattenresurser. Med dagens otillräckliga datainsamling är det svårt att med säkerhet följa trender och status för våra vattenförekomster. Vad vi först och främst behöver göra, är att öka medvetenheten om situationen och börja diskutera hur betalningen av övervakningen kan lösas. Vi behöver också ordna finansieringen för att säkra våra dricksvattenresurser för kommande generationer genom att kontrollera vattnets status och upprätta skydd och restriktioner för verksamheter där så behövs.

Yrkesverksamma inom vattensektorn behöver gå samman för att informera och utbilda politiker i en mer öppen debatt om vikten av att förstå vattensystem som en helhet, och det är också viktigt att utse en enda ansvarig myndighet för att undvika luckor i ansvaret mellan myndigheter.

En ordentlig utredning som tar hänsyn till de kunskapsluckor som finns rörande vad som styr vår grundvattenkvalitet är av största vikt. Vi behöver även utbilda allmänheten mer

ingående om bland annat vattnets kretslopp, omloppstider för grundvatten, översvämningsprocesser, och föroreningstransporter inom de olika delarna av ett vattensystem.

Eftersom vatten ständigt är i rörelse och korsar både naturliga och mänskligt skapade barriärer och gränser, påverkar alla våra olika aktiviteter vattenkvaliteten – oavsett om det är i atmosfären, på markytan, i marken eller i exempelvis ett avlopp. Vi behöver ett holistiskt synsätt för att förstå vårt vattensystem för en långsiktig hållbar vattenresursförvaltning. Det är avgörande för vår framtida vattenförsörjning och miljö.

Kemikaliesamhället en risk

Vi tillverkar över 60 000 kemiska produkter i Europa idag, och deras användning och långsiktiga effekter på människa och miljö, både enskilt och tillsammans, är mer eller mindre kända. Vet du vilka och hur många ämnen du själva varit i kontakt med idag och vilken effekt de har på din hälsa eller välbefinnande? När jag själva börjar rada upp alla de ämnen jag på något sätt kommit i kontakt med eller har hanterat under dagen blir jag missmodig. Deodorant, maskindiskmedel, diesel, blomstergödning … ja, listan kan göras hur lång som helst, om jag börjar kika på alla beståndsdelar som var och en av alla kemiska produkter innehåller.

Den kemikalielagstiftning inom EU som kom för ungefär tio år sedan, den så kallade Reach, innebär att alla nya kemikalier måste testas för att negativa hälso- samt miljöaspekter ska kunna upptäckas innan ämnena sprids. Det är en första början på en mer restriktiv reglering, men det behövs mycket mer.

Historiskt sätt har vi godkänt produkter utan speciellt god kännedom om dess miljö- och hälsoeffekter, för att 20 till 30 år senare inse att det nog inte är så bra att fortsätta använda dem. Detta hanteringssätt fortsätter till viss del trots Reach. Vi be-

höver ha mer kunskap innan vi godkänner användning av nya produkter och ämnen.

Infrastruktur och grundvattenflöden

Som forskare inom grundvattenområdet ser jag ett behov av bättre kunskap om hur olika föroreningar förflyttar sig i vår miljö och i samhället, och hur de försämrar eller förändrar tillståndet i miljön och påverkar våra dricksvattenresurser. Inom vattensektorn behöver vi mer innovativa sätt att utreda och följa upp tillståndet för vattenmiljön.

Det är brådskande att komma igång, inte minst med tanke på all infrastrukturell utveckling såsom exempelvis tunneldrivning och därtill kopplad sättningsproblematik och förflyttning av föroreningar i samband med pumpning. Sällan kopplar vi samman grundvattenkemi och grundvattennivå. Genom våra pumpningar eller förändringar i vattenflöden och därmed kopplade grundvattennivåförändringar, påverkas också den kemiska miljön genom att exempelvis syre tillförs en annars nästan syrefri miljö. Detta får till följd att en del ämnen blir mer lättrörliga i vattnet, medan andra fäller ut och blir mer bundna. Vi påverkar inte bara grundvattennivåerna när vi tar ut stora mängder grundvatten, utan också vattenkvaliteten.

Klimatförändringarna och vårt dricksvatten

För närvarande pågår en utredning på statlig nivå, den så kallade ”Klimatförändringar och dricksvattenförsörjning” och ett delbetänkande kom ut sensommaren 2015. Det var med stor besvikelse, men kanske inte med förvåning, som jag kunde konstatera att området gällande långsiktiga förändringar i grundvattenkvaliteten lyser med sin frånvaro. Mycket återstår att undersöka och utreda inom detta område.

Vad kan då du och jag göra för att förbättra situationen för en hållbar vattenförsörjning för människor, djur och ekosystem och försäkra oss om ett bra vatten för våra barn, barnbarn och kommande generationer?

Om vi alla gör lite grann blir summan ganska stor. Om vi alla till exempel använder lite mindre diskmedel, slutar måla naglarna, slutar spruta bekämpningsmedel på ogräset mellan plattorna på uppfarten, minskar vår användning av batterier och återvinner vad vi kan, så gör vi alla något för miljön och minskar vi också belastningen på vår miljö och våra vattenresurser.

Sätt dig in mer i hur vattensystemet fungerar, börja diskutera det med vänner, bekanta och kollegor för att stimulera en samhällsdiskussion i ämnet. Vi som jobbar med vatten som yrke har också ett stort ansvar och måste ta upp problematiken i samhällsdebatten. Våra aktiviteter idag sätter fotavtryck på framtidens dricksvatten! Du är en del i att påverka hur vårt fotavtryck ser ut för kommande generationer. □

Charlotte J. Sparrenbom är lektor och forskare vid Geologiska institutionen, Lunds universitet. Hon arbetar med grundvatten och fokuserar på förekomst och spridning av organiska och oorganiska föroreningar i grundvattnet och sediment inom grundvattensystemet. Av speciellt intresse är studier av förändringar i grundvattenkvalitet över tid, men även att kombinera olika övervakningsmetoder för att följa förändringar i grundvattenförhållandena.

13:

Är en hållbar tillväxt möjlig?

ALEXANDER PAULSSON

Hur ekonomin kan anpassas för att hantera världens stora utmaningar i form av till exempel klimatförändringar och ekonomisk ojämlikhet resonerar företagsekonomen Alexander Paulsson. Han berättar om forskningsområdet ”otillväxt”, ett synsätt som syftar till att också ta hänsyn till framtidens behov av jordens resurser. Han menar att i stället för en växande ekonomi som utarmar miljön skulle en stadig ekonomi med rättvist fördelade resurser behövas.

VAD KRÄVS FÖR att vi ska ha en välmående planet och samtidigt kunna leva ett gott liv? Hur kan den biologiska mångfalden bevaras, hur kan utsläppsnivåerna av växthusgaser hållas nere, och hur kan avskogning avstyras? Samtidigt som dessa problem blir alltmer påtagliga och kräver realistiska och genomförbara lösningar, är det också viktigt att slå fast att välståndet för de mest utsatta i världen borde öka.

Syftet med det här kapitlet är att diskutera på vilka sätt otillväxt kan fungera som en gemensam lösning på många av de problem som följer i spåren av klimatförändringarna och den ekonomiska ojämlikheten. Inom den del av miljöforskningen som inriktar sig på hur samhället kan styras mer hållbart, talas det om två sätt att hantera klimatförändringarna. Antingen förhindras förändringarna innan de blir verklighet, till exempel genom att ställa om samhället så att förbrukningen av icke-förnybara resurser och utsläppen av växthusgaser minimeras. Eller så anpassas samhället efter förändringarna, exempelvis genom att bygga skyddsvallar mot stigande vattennivåer. Synen idag är att båda alternativen är ofrånkomliga och behövs.

Drabbar de svagaste hårdast

Från politiskt håll har en blandning av regleringar och marknadslösningar använts för att begränsa utsläppen av växthusgaser, och för att minska förbrukningen av icke-förnybara resurser. Effekterna av dessa policyinstrument är inte entydiga. Man får räkna på hypotetiska alternativ. Skulle regleringarna och marknadslösningarna inte finnas på plats, så skulle troligen utsläppsnivåerna vara ännu högre. Men vi vet inte fullt ut, eftersom bilden kompliceras av att mycket av nedsmutsningen samtidigt outsourcats till Kina och andra tillväxtekonomier, där inte tillräckligt görs för att minska de redan höga utsläppsnivåerna.

Det är ofta olika länders utsläppsnivåer som jämförs. Stater är trots allt viktiga aktörer eftersom de formellt sett kan bestämma utvecklingen inom det egna landets gränser, men de är även viktiga eftersom de kan ingå internationella överenskommelser med andra stater, exempelvis gällande just utsläppsnivåer. Men frågan är hur relevant det är att titta på länder. För det är ju inte länder som står för utsläppen, utan industrierna och individerna i ett land.

Tittar man på fördelningen av olika grupper av individer och deras utsläpp av växthusgaser på global nivå framträder betydande ojämlikheter. De franska forskarna Lucas Chancel och Thomas Piketty konstaterar till exempel i sin rapport från november 2015, *Carbon and inequality: from Kyoto to Paris,* att tio procent av jordens befolkning stod för fyrtiofem procent av alla utsläpp mellan 1998 och 2013. Dessa tio procent fördelade sig på alla kontinenter, med en tredjedel hemmahörande i så kallade tillväxtekonomier. Samtidigt stod halva jordens befolkning för endast tretton procent av alla utsläpp under denna period. Förutom att utsläppsnivåerna är ojämnt fördelade, så drabbas de som står för den minsta miljöpåverkan som allra mest.

Om nu den smutsiga produktionen fördelar sig ojämnt över världens olika länder på grund av deras olika industriella system, och olika grupper av individer påverkar miljön i olika utsträckning på grund av deras olika konsumtionsvanor, kan ekonomin på något sätt anpassas för att hantera den här dubbla ojämlikheten? Detta är verkligen ingen lätt fråga.

Kan marknaden lösa miljöproblemen?

Ett sätt att närma sig frågan är att använda sig av ekonomiska modeller. Med hjälp av dessa antas fördelningen och förbrukningen av icke-förnybara resurser kunna effektiviseras. Dessut-

om antas de ”rätta” styrmedlen kunna leda till att beroendet av dem minskar på sikt.

Ett annat sätt att närma sig frågan är att titta tillbaka på den enastående teknologiska utvecklingen. Teknikoptimister lyfter också gärna fram att innovationer och nya teknologier löser problemen på det mest kostnadseffektiva sättet. Ekologisk hållbarhet är därför möjligt att kombinera med målet om ekonomisk tillväxt, enligt teknikoptimisterna.

Ytterligare ett sätt att närma sig frågan är att titta på tillväxten och de effekter den fört med sig. Varken effektiviseringar eller tekniska lösningar leder i sig till en bättre miljö, enligt tillväxtkritikerna. Vill det sig riktigt illa kan dessa effektiviseringar och tekniska lösningar tvärtemot leda till en ökad konsumtion av icke-förnybara resurser inom helt andra områden än tidigare, då kostnaden för att konsumera dessa resurser sjunker i och med effektiviseringarna.

Även om det funnits kritik mot tillväxt sedan länge, så har en ny form av kritik vuxit fram i Kontinentaleuropa under de senaste tio åren under paraplybeteckningen *degrowth.* På svenska har den här kritiken kommit att kallas nerväxt eller oväxt, men ibland även otillväxt. Störst bidrag i den vetenskapliga diskussionen om otillväxt har hittills kommit från fransmännen Serge Latouch och Andre Gorz, som båda lyft fram den ekonomiska tillväxtens negativa konsekvenser för miljön. Sedan millennieskiftet har otillväxt dessutom vuxit som en social rörelse, först i Frankrike och sedan i Spanien. Den kontinentaleuropeiska forskningen om otillväxt nådde nya höjder 2014, då en konferens i Leipzig lockade nära 3000 deltagare. Forskningen på området är dock relativt spretig, vilket bredden på konferensen också visade.

Att tänka annorlunda

Tillväxt kan avse en mängd fenomen. Allt som växer och blir större än var det tidigare var, kan i någon mån sägas vara präglat av tillväxt. Inom otillväxt-forskningen avser tillväxt inte bara ekonomisk tillväxt, utan en högre energiförbrukningstakt och stigande nivåer på utsläppen av växthusgaser inkluderas också i tillväxtbegreppet.

Det finns också finns en skarp kritik mot det traditionella sättet att mäta ekonomisk tillväxt genom bruttonationalprodukten (BNP), det vill säga värdet av alla varor och tjänster som producerats i landet under ett år. Kritiken bottnar bland annat i att BNP inte inkluderar obetalt arbete i hemmet eller ledig tid som uppfattas värdefull. Dessutom värderas inte den miljöskada som produkterna eller tjänsterna orsakar ekonomiskt. Uttryckt på ett annat sätt, om ett lands tillväxt enbart mäts genom BNP leder till exempel alla tillverkningsprocesser som kräver förbränning av kol och olja leda till lika mycket tillväxt som tillverkningsprocesser som inte kräver detta.

Ett väletablerat komplement till BNP är FN:s mått för att mäta mänskligt välstånd, *Human Development Index (HDI)*. Detta mått inkluderar barnadödlighet, livslängd, jämlikhet, jämställdhet, utbildning med mera. Jämförs HDI med BNP över en längre tidsperiod framkommer starka samband mellan dem: ekonomisk tillväxt leder i nästan alla fall till ökat mänskligt välstånd. Men jämförs sedan HDI med alla länders så kallade ekologiska fotavtryck (EF) framkommer att bara ett fåtal länder har lyckats kombinera mänskligt välstånd med ett ekologiskt fotavtryck som håller sig inom ramen för landets förbrukning av och påverkan på jordens samlade biokapacitet. Med biokapacitet menas jordens kapacitet vad gäller vatten, syre, näringsämnen och andra nödvändiga resurser för levande varelsers överlevnad.

Återigen är det dock tveksamt om det är länder som borde jämföras, eller om fokus snarare bör ligga på att jämföra industriella system och olika grupper av individer på en global nivå. Det är nämligen lätt att stirra sig blind på mått för olika länder och fastna i diskussioner kring hur dessa mått mäts.

Givetvis är det viktigt att diskutera dessa mått och de mätmetoder som de bygger på, och det finns som sagt en hel del kritik mot BNP-måttet, men även mot *Human Development Index* och det ekologiska fotavtrycket. Trots detta visar de två sistnämnda måtten att den negativa inverkan på miljön borde begränsas samtidigt som det mänskliga välståndet borde öka för stora delar av jordens befolkning. Här ligger den stora utmaningen. I stället för att tro att en generell ekonomisk tillväxt kommer att lösa detta – alltså att öka det mänskliga välståndet och samtidigt minska ekonomins negativa inverkan på miljön – krävs en annorlunda tankefigur. Otillväxt är en sådan.

Minska konsumtionen?

Otillväxt utgår från att jordens resurser är begränsade och dessutom ojämlikt fördelade. Ekonomin borde därför anpassas så att de resurser som trots allt behövs nu och i framtiden – för såväl en säker livsmedelsproduktion som en tryggad energiförsörjning – kommer de människor till del som idag saknar detta. I takt med att icke-förnybara resurser utarmas blir dessa allt dyrare. Ju djupare oljan eller kolen ligger, desto dyrare är den att utvinna. Sällsynta metaller som behövs för mobiltillverkning ökar i pris, liksom exempelvis livsmedelsråvaror som kan öka i pris på grund av torka och översvämningar i klimatförändringarnas spår. Tillväxten kommer därför till ett allt högre pris. Otillväxt erbjuder ett alternativ, ett alternativ som gynnar såväl människan som miljön och allt levande däri.

Till detta ska fogas att otillväxt inte förordas överallt, inom alla områden. Exempelvis leder mer ledig tid över för egna projekt eller ett större engagemang i samhällslivet inte till ekonomisk tillväxt, men till en annan typ av tillväxt, mänskligt blomstrande. På liknande sätt kan också en mer omfattande användning av miljövänlig teknologi vara önskvärd även om det i sig inte leder till ekonomisk tillväxt.

För grupper utan stabil inkomst eller utan tillförlitlig energiförsörjning är förstås ökade ekonomiska resurser önskvärda. Inom andra områden vore det tvärtom eftersträvansvärt med en långsammare tillväxttakt, eller ingen tillväxt alls, till exempel när det kommer till förbrukningen av icke-förnybara resurser. På detta vis kan de resurser som förbrukas bättre anpassas efter jordens samlade biokapacitet och samtidigt fördelas mer rättvist.

För många lönearbetare i USA och Europa framstår otillväxt inte som en särskilt attraktiv lösning. Ett skäl till detta är säkerligen den dåliga utvecklingen av real-lönerna. Under de senaste trettio åren har de faktiska lönenivåerna inte stigit i samma takt som värdeutvecklingen i samhället. I praktiken har detta inneburit att en vanlig lön räcker till mindre konsumtion än för trettio år sedan. Men konsumtionen hålls ändå uppe, mycket tack vare en omfattande belåning och hög skuldsättningsgrad. Vad den här kritiken av otillväxt missar är dock att otillväxt vänder sig mot tanken att generell ekonomisk tillväxt skulle vara lösningen på dessa problem. För visst krävs tillväxt, men inom vissa områden och för vissa grupper. Som politiskt mål är generell ekonomisk tillväxt dock fel väg framåt menar jag.

Kritikens ursprung och utveckling

För en del framstår otillväxt som ett modeord. Kritik mot tillväxt har ju funnits länge, om än i olika former. Redan under sent 1700-tal och tidigt 1800-tal blev britten Thomas Robert

Malthus känd som en av de främsta kritikerna av en okontrollerad, stigande befolkningstillväxt. Det fanns en oro att livsmedelsproduktionen inte skulle räcka till för att ge näring åt alla. För att undvika en framtida katastrof borde befolkningstillväxten kontrolleras, menade han, annars skulle tillgången på odlingsbar landareal inte räcka till för att trygga livsmedelsproduktionen på sikt. De här tankegångarna har levt kvar länge, om än i en delvis annan form, särskilt inom miljörörelsen.

Den samtida kritiken mot tillväxt tog form under sent 1960-tal, samtidigt som den moderna miljörörelsen växte fram. År 1972 publicerades den vitt omskrivna boken *Tillväxtens gränser*. Bakom boken stod en grupp forskare från MIT i USA, som på uppdrag av Romklubben, en sammanslutning av höga politiker, företagsledare, forskare och tjänstemän, skulle utreda mänsklighetens framtid. Detta under en tid då alternativa livsstilar och högljudda protester präglade samhällsklimatet. I USA hade Vietnamkriget dessutom slagit av tillväxttakten i ekonomin tillfälligt. Mottagandet blev enormt. Boken översattes till 37 språk och blev en bästsäljare.

En anledning var antagligen dess relativt enkla budskap: att jordens resurser är begränsade, men att mänskligheten förbrukar dessa som om de vore obegränsade, dessutom i en allt högre takt. Ett annat skäl till försäljningssuccén var troligen den oljekris som bröt ut året efter publiceringen, och som tycktes besanna en del av de förutsägelser som gjordes i boken. Enligt de scenarier som utmålades i det avslutande kapitlet skulle jordens resurser börja tryta runt år 2030, men redan innan dess skulle flera negativa efterverkningar märkas av om inga åtgärder vidtogs: oljebrist, matbrist, ekonomiska recessioner med mera. Likt andra framtidsscenarier kritiserades boken hårt. Den utsattes till och med för regelrätta smutskastningskampanjer.

Medan tillväxtkritiken i *Tillväxtens gränser* inriktade sig på

produktionsdelen i ekonomin och dess konsekvenser för miljön, framfördes strax därefter en annan tillväxtkritik, vars udd riktades mot konsumtionsdelen i ekonomin. I kölvattnet av *Tillväxtens gränser* publicerade nämligen forskaren Fred Hirsh den mindre uppmärksammade boken *Tillväxtens sociala gränser*. Den ekonomiska tillväxten, menade han, drivs på av att vi ständigt jämför oss med varandra. Om ens granne köper en ny finare bil, då vill man inte vara sämre själv. Så sakta börjar man kanske se sig om efter en ny bil i motsvarande standard. Givetvis är detta en förenkling, men enligt Hirsh är detta – vår rädsla att framstå som otillräckliga eller mindre dugliga inför andra i vår direkta närhet – den främsta drivkraften bakom den ekonomiska tillväxten.

Här finns också en motsägelse. För medan statuskonsumtionen avser att göra oss lyckligare, så är dess effekter de rakt motsatta. Istället för uppfylla våra önskningar och behov, triggar statuskonsumtionen igång nya konsumtionsmönster. I det långa loppet innebär den ständiga strävan efter att hänga med i medelsvenssons konsumtionsmönster till statusstress och statusångest.

En skillnad framträder också mellan å ena sidan tillväxtkritik som går ut på att den ökade produktionen leder till en negativ inverkan på miljön – där lösningen innebär att den ekonomiska tillväxten måste anpassas efter jordens begränsade och icke-förnybara resurser. Och å andra sidan tillväxtkritik som handlar om att detta inte är möjligt om inte samtidigt konsumtionsvanorna, åtminstone i västvärlden, också förändras.

En stadig ekonomi

I boken *Välfärd utan tillväxt* från 2009 lanserar forskaren Tim Jackson sin kritik mot tillväxtparadigmet och argumenterar samtidigt för att det är fullt möjligt att leva ett fullgott liv utan en ständigt växande ekonomi. Han kopplar inte bara samman

den kvantitativa och den kvalitativa tillväxtkritiken, han slår även tillbaka mot de teknologioptimister som menar att tekniska landvinningar kommer göra det möjligt att ställa om samhället och ekonomin på en mer hållbar bana.

I likhet med *Tillväxtens gränser* bygger Jacksons kritik i grunden på en matematisk modell, men till detta fogar han även resonemang om de sociala och psykologiska faktorer som driver på tillväxten. I *Tillväxtens gränser* inkluderar modellen hela världen och tillväxtens utveckling räknas fram på fem områden: befolkning, kapital, mat, icke-förnybara resurser samt föroreningar. Jacksons modell bygger på betydligt mer begränsad data, men samtidigt mer tillförlitlig sådan. Han utgår nämligen från nationalekonomen Peter Victors modeller av Kanadas ekonomi.

Modellen presenteras mer utförligt i den rapport som utgör grunden för boken, och som Jackson skrev på uppdrag av brittiska regeringens kommission om hållbar utveckling. Modellen beaktar fattigdomsnivån, arbetslösheten, BNP per capita, statsskulden som andel av BNP, samt nivån på utsläpp av växthusgaser. Två olika framtidsscenarier presenteras. Ett kallas *collapse* och bygger på ett ”business-as-usual”-scenario. Även om tillväxten där stabiliseras på en nivå strax under dagens, innebär den samtidigt att arbetslösheten och fattigdomen växer snabbt, och att statsskulden som andel av BNP växer. För att uppnå en stadig ekonomi på trettio års sikt, och samtidigt minska arbetslösheten, fattigdomen och utsläppsnivåerna, menar Jackson att nettoinvesteringarna i ekonomin måste minska och strukturen på arbetsmarknaden förändras. Detta framtidsscenario kallar Jackson *resilience*. Genom förändringar i beskattning och statens utgifter kan en förskjutning ske i nettoinvesteringar från privat till offentlig sektor. Arbetslösheten kan stabiliseras på en låg nivå genom att befolkningen åldras och antalet arbetsföra

personer minskar, men också genom att aktivt dra ner på antalet arbetade timmar i ekonomin.

I boken utvecklar han dessa resonemang. Där säger han bland annat att en arbetstidsförkortning och en minskning av arbetslösheten enkelt kan åstadkommas om jobben delas bland dem som ingår i den arbetsföra befolkningen. Dessutom menar han att offentlig sektor borde anställa fler, eftersom det är mänsklig omsorg och vård som betyder något när allt kommer omkring. Likaså argumenterar han för att offentlig sektor borde använda skattemedel till ekologiska investeringar, och att avkastningskraven på dessa inte ska mätas i monetära termer, utan i miljöförbättrande sådana.

Vad den tidigare kritiken mot tillväxt har gemensamt med den samtida är att båda har fått luft under vingarna under ekonomiska kriser, och under perioder då det ekonomiska systemet har fått utstå kritik från sociala rörelser. Under slutet av 60-talet och under början av 70-talet fanns en oböjlig kritik av kapitalismen, och i samband med finanskrisen 2008 har kritiken mot det ekonomiska systemet tilltagit och blivit allt mer högljudd.

Men det finns också betydande skillnader. Medan 70-talets tillväxtkritik lämnade mycket osagt vad gället lösningarna på miljöproblemen, då fakta antogs tala för sig själva och därmed uppmana till handling, handlar dagens lösningar om en blandning av forskares och experters marknadslösningar.

Politikerna ses inte som viljestarka aktörer med ambitioner att förändra samhället och ekonomin. Istället underordnas även de av det övergripande samhällsmålet om ekonomisk tillväxt. Få politiker ifrågasätter detta mål. De globala klimatförhandlingarna har haft svårt att nå konkreta resultat tillräckligt snabbt. De oinfriade löftena om att ställa om samhället på en mer hållbar bana har dessutom gett cynikerna luft under vingarna – poli-

tiker tycks sakna förmåga att åstadkomma någon substantiell förändring. Bland otillväxt-forskarna finns också en misstro mot de etablerade politiska kanalerna. Hoppet står istället till de sociala rörelser som vuxit fram under beteckningen otillväxt.

Poängen

Otillväxt är inte bara ett begynnande forskningsfält och en mångfacetterad social rörelse, det är även en lösning på två av de största problemen som vi står inför idag: klimatförändringarna och den ekonomiska ojämlikheten. För många av dem som studerar och identifierar sig med otillväxt är utgångspunkten att ekonomisk tillväxt förvisso höjt levnadsstandarden för stora delar av jordens befolkning avsevärt, men att priset för detta har varit väldigt högt. Inte bara har den ekonomiska tillväxten inneburit en högre tillväxttakt i förbrukningen av jordens icke-förnybara resurser, även koncentrationen i ägandet av jordens tillgångar har ökat. Dessutom står endast tio procent av hela jordens befolkning för nära hälften av alla koldioxidutsläpp.

Kritik mot tillväxt har funnits länge. Men karaktären på det har förändrats i takt med att synen på samhället, och uppfattningen om politikernas roll däri, har förändrats. Tillväxtparadigmet har blivit så pass ingrott att ekonomi inte längre betraktas som ett medel för att uppnå andra samhällsmål, utan som ett mål i sig själv.

Istället för tillväxtparadigmet och en växande ekonomi som både utarmar miljön och leder till en koncentration i ägandet av jordens resurser, skulle en stadig ekonomi, med rättvist fördelade resurser och energitillgångar, behövas. □

Foto: Mats Brangstrup

Alexander Paulsson är företagsekonom och har tillsammans med en kollega initierat och drivit forskningsgruppen Sustainability, Ecology and Economy (SEE) vid Ekonomihögskolan i Lund. För närvarande är han koordinator för ett tema om otillväxt vid Pufendorfinstitutet, Lunds universitet. Dessutom bedriver han postdok-studier om kollektivtrafik och hållbarhet vid K2, Nationellt kunskapscentrum för kollektivtrafik. Hans forskning inriktar sig bland annat på gränsytan mellan miljö och ekonomi, särskilt på hur förståelsen av miljön formas av ekonomiska processer.

14:

Inlåsta med avfall – den svåra vägen mot förebyggande

HERVÉ CORVELLEC
ANETTE SVINGSTEDT

EU har beslutat om en avfallstrappa – som handlar om att vi i första hand ska förebygga avfall. Går inte det är det återbruk som gäller, därefter återvinning av materialet. I sista hand bör avfallet eldas upp för energiåtervinning eller läggas på deponier. Men frågan är hur vi når till det högsta steget i avfallstrappan? Om detta resonerar forskarna Hervé Corvellec och Anette Svingstedt i sitt avsnitt, som framför allt sätter fokus på hinder som avfallsorganisationer möter när de ska förebygga industriellt och kommersiellt avfall.

AVFALL UTGÖR EN global miljöutmaning av rang. Varje år produceras ca 2 miljarder ton hushållsavfall (avfall som uppstår efter den privata konsumtion), och mellan 5 och 8 miljarder ton verksamhetsavfall (avfall som produceras i samband med produktion och distribution av produkter och tjänster). I Sverige blir det ca 1,2 kg hushållsavfall och 6,3 kg verksamhetsavfall per dag och person, vilket ligger nära det europeiska snittet.

Avfallsproduktionen utgör ett systematiskt slöseri med material och en brist på framsynthet i resursförsörjning. Men den utgör också ett hot mot den fysiska miljön genom att förorena grundvattnet eller förfula stadsmiljön). Avfall hotar folkhälsan, t.ex. genom att framkalla allergier, sänka immunförsvaret, eller sprida sjukdomar som denguefeber och kolera. Det hotar också det biologiska livet, t.ex. genom plast i havet. Avfall lämnar även ett betydande bidrag till vår klimatpåverkan, till exempel genom utsläpp av koldioxid i samband med förbränning av avfall och utsläpp av metan från deponier.

Avfallets negativa miljöpåverkan är särskilt påtaglig i de fattigare länderna, men gäller också i högsta grad de rika där det produceras så mycket mer avfall.

Avfallet måste tas om hand och många länder däribland Sverige har genom åren tagit en rad initiativ för att kontrollera och begränsa avfallets negativa miljöpåverkan som att säkra deponier, rensa röken från förbränningsanläggningar, eller införa producentansvar och andra återvinningssystem.

Klättra uppåt i ”avfallstrappan”

På senare år har alternativen för avfallshantering inordnats i den europeiska avfallshierarkin (också kallad avfallstrappan i Sverige) som fastställer en prioritetsordning där det bästa sättet att ta hand om avfall är att förebygga dess förekomst, följt av återbruk,

återvinning, energiutvinning och till sist deponi. Avfallshierarkin utgör en laglig kraft inom EU och därmed i dess medlemsländer.

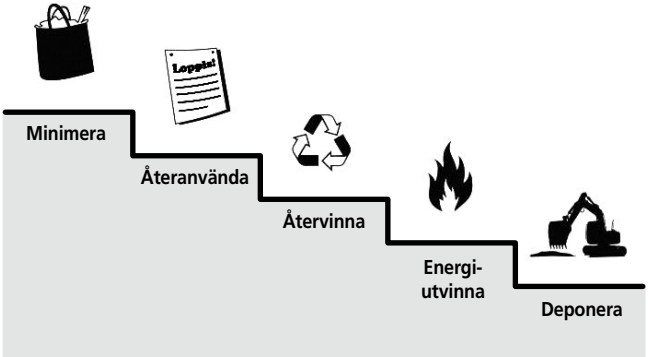
Ledorden är att EU:s medlemsländer ska klättra uppåt i avfallshierarkin och en av de stora utmaningarna idag som den svenska avfallspolitiken står inför är att arbeta avfallsförebyggande, dvs. minska avfallsmängderna och dess farlighet. Det är dock lättare sagt *att* man ska förebygga avfall än att visa på *hur* man ska göra det.

Nedan beskrivs vissa av de inlåsningar som hindrar ett effektivt förebyggande av det avfall som vi producerar mest, nämligen verksamhetsavfall. Dessa inlåsningar blir ett exempel som visar svårigheterna som finns i att driva det rådande ekonomiska systemet mot hållbarhet. Det utesluter inte arbete för att stötta konsumenterna i att minska och sortera sitt avfall, men vi menar att det är dags nu att lägga mer fokus på också verksamhetsavfallet.

Från goda exempel till inlåsningar

Vi startade studien, som ligger till grund för detta kapitel, med en undran om hur kommunala och privata avfallsorganisationer som tar hand om avfall arbetar med att hjälpa sina företagskunder, avfallsproducenterna, att förebygga och/eller minska sitt avfall. Frågan förändrades dock snabbt när vi startade fältarbetet. Redan vid de inledande intervjuerna visade det sig att informanterna hellre pratade om svårigheterna att hjälpa avfallsproducerande företag och offentliga organisationer att förebygga avfall än hur de lyckats utvecklas förebyggande strategier.

Genom att tala med företrädare för kommunala och privata avfallsorganisationer, branschorganisationer, kommuner, och konsultbolag inom avfall (totalt nitton intervjuer och deltagande vid två semiminarier) förstärktes bilden av att det avfallsförebyggande arbetet riktat mot avfallsproducenterna försvåras eller hindras på olika sätt. Merparten av de intervjuade är eniga om



att utvecklingen av det avfallsförebyggande arbetet riktat till företag går för långsamt. De svarade till exempel så här:

> *Mitt övergripande intryck är att man famlar väldigt mycket. Man har förstått att det är viktigt men man har inte en aning om egentligen hur man ska jobba med det och man har väl egentligen inte någon aning heller om vem som ska jobba med det.*
>
> *Det är svårt att få avfallsverksamheter att lämna återvinningsdiskussionen och diskutera avfallsförebyggande.*

I samtalen kom det även fram att det förekommer avfallsförebyggande pionjärförsök, men det som kännetecknar ett förebyggande av verksamhetsavfall är en rad inlåsningar som vi beskriver nedan.

Varför ändra på något som fungerar bra idag?

Begreppet inlåsning hämtade vi från forskningen om övergången till en fossilfri energiförsörjning. En inlåsning syftar till att

de lösningar som man eftersträvar på dagens problem många gånger begränsas av de beslut och val som gjorts i historien. Inlåsningar syftar också till systemlösningar som möter dagens behov på ett tillfredställande sätt, men som hindrar att nya lösningar tas fram som svar till nya och framtida behov Ett exempel är dagens insamlingssystem för avfall som tillgodoser behovet att värna om folkhälsan och att ta om hand energin i avfallet – men som däremot inte är fokuserade på det allt viktigare behovet av att förebygga avfall.

Inlåsningar är ofta väl fungerande system och en typisk fråga till någon som pekar på att ett tekniskt system lider av inlåsning är: Varför ändra på något som fungerar och är framgångsrikt? En inlåsning omgärdas av stödjande koalitioner, från enskilda organisationer till etablerade teknologier, som har mycket att vinna på att motsätta sig förändringar och hålla tillbaka nya idéer till utveckling och förändring.

Men även om det oftast är svårt att bryta en inlåsning är det inte omöjligt, till exempel när det uppstår en krissituation eller när omvärldens press för förändring blir tillräckligt omfattande, vilket kan bli fallet med avfall.

Fyra inlåsningar som inte gynnar avfallsförebyggande

Vi har sett fyra olika typer av inlåsningar som låser in avfallsaktörer i syn- och arbetssätt som inte gynnar ökat avfallsförebyggande.

Den första pekar mot branschens affärslogik, traditioner, affärsmodeller, affärsavtal och synsätt på kunder. Den andra handlar om människors vanor och föreställningar, i synnerhet hur människor som arbetar i branschen ser på sin roll, kompetens och marknad. Den tredje är av institutionell natur och handlar om det rådande regelverket samt avsaknad av ekonomiska incitament. Den fjärde inlåsningen är av materiell karaktär och avser främst den infrastruktur som finns uppbyggd kring avfall idag.

1. Inlåsning i en konventionell affärslogik

Den första inlåsningen har sin grund i att det lönar sig med avfall.

Flera av avfallsorganisationerna med ansvar för insamling av avfall har ett förflutet som åkeriverksamheter. I dessa har det funnits en tradition, som till viss del fortfarande finns kvar, som innebär att man fokuserar på att ta fram effektiva lösningar för att lämna och hämta avfallscontainrar hos kunderna:

> *[Avfallsorganisationerna] är mycket duktiga på att köra lastbilar. De är mycket duktiga på att sätta ut containrar så att säga och hitta logistikfördelarna.*

Kärntjänsten har varit att hämta och lämna containrar med avfall och det är den tjänst man tjänar pengar på

> *Diskussionerna både internt och med kunderna handlar mer om hur mycket det kostar att tömma en container än hur vi kan förädla det som finns i containern.*

Avfallsbranschen har ingen lång tradition av att använda kundbegreppet. Fram till ganska nyligen pratade man om "abonnenter på/till avfallscontainrar". Och på motsvarande sätt handlar många företagsavtal om att hämta eller leverera en viss mängd avfall, vilket inte gynnar tanken på ett avfallsförebyggande:

> *[Ett privat avfallsbolag som samlar in avfallet] avtalar [med ett kommunalt avfallsbolag] om en viss mängd avfall till ett visst fastställt pris. Levereras [av det insamlande avfallsbolaget] en mindre mängd avfall än avtalat betalas ett högre pris för att bli av med avfallet. Detta upplägg hindrar eller i alla fall gynnar inte de respektive parterna att arbeta med avfallsförebyggande åtgärder.*

Intervjupersonerna pratar om raka och tydliga köp och säljförhållanden mellan kund och avfallsorganisation:

> *Avfallsorganisationen, är inriktade på att göra affärer, det är sista raden som räknas. Tjänster som har för låg marginal eller som inte direkt ger lönsamhet avstår man gärna ifrån till förmån för affärer med stora marginaler.*

Det är den enskilda transaktionens lönsamhet som står i centrum. Något förenklat utryckt handlar det om att köpa avfall billigt och sälja det dyrt. Olika typer av avfallsorganisationer har så klart olika affärsmodeller, inte minst beroende på om aktören ansvarar för insamling av avfall och/eller ansvarar för avfallsbehandling. Men de vi intervjuade menar att rådande affärsmodeller för de flesta avfallsorganisationer är problematiska utifrån ett avfallsförebyggande perspektiv därför att dessa inte stimulerar till minskad avfallsproduktion utan snarare till ökad hantering av allt större mängder avfall:

> *Samtligas affärsmodeller bygger ju på att desto mer avfall du tar emot desto mer pengar tjänar du. Så är det och det har ju tjänat kommunerna väldigt väl men när man då ska upp i de två översta trapporna som att man faktiskt ska minimera och förebygga så sitter man ju alltså lite i klistret därför att ekonomin ska ju samtidigt hänga ihop.*

> *Det är fortfarande lönsamt att ta hand om avfall. Detta är ett problem. Det finns en tradition i branschen, ett beteende som handlar om att det finns pengar i avfall. Gamla affärsmodeller som gynnar avfallshantering.*

Konstruktionen av affärsmodellen hindrar en snabbare och mer omfattande utveckling av avfallsförebyggandet. Dessutom är det låga marginaler i de förebyggande tjänster som idag erbjuds som utbildning och rådgivning jämfört med själva kärntjänsten som insamling, sortering, transporter, återvinning eller annan behandling av avfallet.

Några av de vi intervjuat menar att i stället borde man försöka hitta nya affärsmodeller som främjar utveckling av nya idéer till ökat avfallsförebyggande. I de berättelser som informanterna ger växer det fram en bild av en bransch präglad av ett konventionellt transaktionsperspektiv organiserad kring avfallsvolymen. Det görs få ansträngningar för att föra samman de som producerar avfall med de som samlar in och som behandlar avfallet för att minska avfallsmängderna.

2. Inlåsning i vanor och föreställningar

Den andra inlåsningen är relaterad till hur människor i avfallsorganisationer ser på sin kompetens, sitt arbetssätt och avfallsmarknaden.

De vi intervjuat betonar att de som arbetar med avfallsfrågor är kunniga och har stor avfallskompetens. Däremot saknas det ofta tilltro att den egna kompetensen kan användas för att hjälpa avfallsproducenterna att minska sitt avfall:

> *Menar du att vi skulle gå till våra kunder att säga åt dem vad de ska göra? Skulle vi säga så ska ni inte göra? Vi kan ju inget om deras produktion.*

Samtidigt reflekterar en del av de intervjuade över de avfallstjänster som redan finns som sorteringshjälp, utbildningar och rådgivning, och vad som skulle behövas utöver detta:

Vi behöver komma in redan i inköpsfasen. Men där är vi inte. Vi är inte alls med i denna fas och det är där vi skulle kunna påverka för att minska avfallsmängderna.

Behovet av utveckling och förändring möter dessutom en managementkultur som anser att det saknas förutsättningar i organisationen för att arbeta med avfallsminimering eller förebyggande av avfall. I intervjuerna pekas det på att de flesta chefer idag i den här branschen har en teknisk utbildning som leder att man gärna tar sig an tekniska problem snarare än frågor som avfallsförebyggande, mjuka frågor som flera kallar det. Avfallsbranschen har inte heller en tradition av att sätta nära samverkan med kunderna i fokus, menar de vi intervjuat, och därför har inte heller ledningen varit inriktade på att utveckla mer samverkande nära relationer med kunderna. Det är något som kan behövas för att tillsammans med kunderna arbeta för ökat avfallsförebyggande. En av dem vi intervjuade betonade att framtida chefer i avfallsorganisationer behöver en profil som prioriterar utveckling av relationer och kommunikation för att kunna göra nya typer av affärer.

Även när företrädare för avfallsorganisationer tror att de skulle kunna göra mer, upplever de att efterfrågan på deras avfallskompetens är svag. Deras kunder söker i dagsläget inte efter, i alla fall inte uttryckligen, hjälp hos avfallsorganisationen för att minska sitt avfall.

Det vi gör beror väldigt mycket på våra kunders ambitionsnivå. Vad de vill styr vad vi kan göra för att öka avfallsförebyggandet. Det verkar som att avfallsförebyggande är mindre naturligt att arbeta med.

Ambitionsnivån vad gäller miljö och hållbarhet (avfallsförebyggande) är för låg hos våra kunder. Denna ambitionsnivå måste höjas och vi måste arbeta med att försöka höja deras ambitionsnivå.

Medan vissa ger uttryck för att den egna avfallsorganisationen visar ett svalt intresse för att personalens avfallskompetens används i förebyggande syfte, menar andra att kundernas bristande intresse för avfallsförebyggande står i kontrast till de avfallsförebyggande ambitioner som många avfallsorganisationer ger uttryck för.

I grunden är det svårt att visa att alla har något att vinna på att förebygga uppkomsten av avfall, vilket förklarar att avfallsförebyggande inte har fått något tydligt fäste i praktiken. Ett samspel mellan osäkerhet över den egna kompetensen att utveckla avfallsförebyggande tjänster och en svag efterfrågan av sådana tjänster gör att de politiska ambitionerna som finns hittills har varit svåra att genomföra.

3. Inlåsning i institutionella strukturer

De som intervjuats betonar att det saknas regelverk som ger incitament till, och ställer krav på både avfallsproducenter och avfallsorganisationer att kliva uppåt i avfallshierarkin. Det efterfrågas bland annat större möjligheter att kunna kontrollera och följa upp hur organisationer som producerar avfall arbetar också med att förebygga avfall:

Kommunens miljöinspektörer skulle kunna ställa kontrollerande frågor till en avfallsproducerande verksamhet som: Hur har ni arbetat avfallsförebyggande, hur mycket har ni minskat era avfallsmängder under året etc.?

Man borde också kunna sätta krav på avfallsförebyggande vid upphandlingar:

> *Istället för och ha de här vanliga upphandlingsrundorna som oftast går till de som betalar lägst pris eller kan ge lägst pris på tjänsten så vill man istället sträva efter att hitta ett alternativ som går ut på att upphandlarna säger: det här vill vi uppnå". Vi bryr oss inte om hur ni gör det, bara ni visar på att vi kan nå de här avfallsmålen. Det innebär att det blir en funktionsupphandling istället för att som nu låta den med bäst pris få upphandlingen.*

Det behövs också ett regelverk som bättre tar hänsyn till det avfall som uppstår när man producerar produkter och tjänster.

> *För att få sälja en produkt på den svenska marknaden ska det vara reglerat hur produkten ska tas om hand när den blir till avfall. Det innebär att producenter måste redovisa sin produktionsprocess för att det ska gå att fastställa hur avfallet ska tas om hand. Eller om man vet hur den producerats underlättar det för att kunna finna nya kreativa lösningar för att återvinna produkten när den blir till avfall, eller så kan man redan i produktionsprocessen förändra något som gör att återvinningen ökar. Det behövs styrmedel som tvingar företag att arbeta att ta sig högre upp i avfallstrappan.*

Utvecklingen av avfallsförebyggande hålls tillbaka av att det saknas tydliga ekonomiska incitament för att förebygga att avfall uppkommer. De vi träffade i vår studie efterfrågar drivkrafter som skapar utrymme för både avfallsorganisationer och deras kunder att få lönsamhet i innovativa avfallsförebyggande åtgärder. En ut-

veckling mot avfallsförebyggande behöver ta sin utgångspunkt i avfallsaktörernas mål och verksamhetslogik, till exempel att förverkliga politiska ambitioner för offentliga aktörer eller uppnå lönsamhet för de privata. Särskilt den senare anses problematiskt.

Några av de intervjuade påtalar att det är problematiskt att utveckla ett ökat samarbete med kunderna i syfte att minska avfallsmängderna eftersom det inte finns några direkta och tydliga ekonomiska incitament för avfallsförebyggande varken för avfallsproducenterna eller avfallsorganisationerna. Några undrar:

> *Hur kan man få någon [avfallsorganisation] som tjänar pengar på avfall att ägna sig åt att avfallsförebygga?*

Den undran grundar sig i att kundens kostnad för avfallshantering i dagsläget är låg i förhållande till andra kostnader:

> *Avfallskostnaden för ett [bygg]projekt är 0,3 procent av den totala kostnaden. Ofta får vi höra från våra kunder "du det där är jättebra det där med avfall men jag ska faktiskt bygga ett hus här så jag har inte tid med avfallet nu." Det är något som ska bara ska väck och fungera så att säga.*

Då är det svårt att väcka intresse hos avfallsproducenterna för ett mer systematiskt arbete med att förebygga uppkomsten av avfallet. Det är för billigt med avfallshantering för att bereda plats för användningen av den avfallsförebyggande kompetens som avfallsorganisationer har.

4. Inlåsning i infrastruktur

Slutligen pekar de som vi intervjuat på att befintlig infrastruktur kring hantering av avfall, till exempel förbränningsanlägg-

ningar men även återvinningssystem och deponier, kan försvåra satsningar på avfallsförebyggande arbete. Infrastrukturer för insamling och hantering av avfall som anses fungera på ett teknisk, miljömässigt och ekonomiskt tillfredsställande sätt skapar inlåsningar genom att de gör det svårare att motivera satsningar på alternativa sätt att förhålla sig till avfall.

En av de intervjuade menar att avfallsförbränning prioriteras på bekostnad av innovativa avfallsminimerande lösningar. Förbränningsanläggningarna, som binder mycket kapital, bygger på att dessa måste täcka en del av sina kostnader för avfallshanteringen genom att sälja den energi som produceras så att avfallstaxan kan hållas nere. Energileveranserna ofta bundna i kontrakt som löper under mycket lång tidsperiod. Och det råder en överkapacitet hos förbränningsanläggningarna som gör att minskande avfallsmängder i Sverige måste kompenseras med ökad import av avfall.

> *Förbrännings]anläggningarna behöver bränsle. Detta ökar inte incitamenten för avfallsförebyggandet.*

> *Våra förbränningsanläggningar står och ropar efter avfall. Vad ska vi göra? Det är så det är.*

Ovanstående resonemang gäller inte enbart för förbränningsanläggningar. Även materialåtervinning vilar på infrastrukturer som är uppbyggda för att ta hand om stora mängder avfall, som nu kan vara hotade av en utveckling mot mindre mängder avfall. En av de intervjuade resonerar:

> *Ja, vad jag menar med det är ju att som det ser ut nu så är det ju vår näring att ta emot och behandla avfall på bästa sätt.*

Kommer det ingenting så har vi mindre och göra kan man ju säga. Om vi inte ställer om skutan på något sätt.

Frågan om infrastrukturell inlåsning gäller alltså lika mycket för insamlingsmodellerna, återvinningscentralerna och förbränningsanläggningarna. I detta avseende hänger problematiken med den infrastrukturella inlåsningen intimt ihop med de tidigare diskuterade ekonomiska incitamenten.

Befintliga avfallsinfrastrukturer stödjer i dagsläget främst åtgärder och aktiviteter som bidrar till att välsorterat avfall strömmar in till förbränningsanläggningen snarare än att de ger stöd åt minskad inströmning av avfall. Den befintliga avfallsinfrastrukturen låser de ekonomiska flöden till avfallsflöden och frågan om att generera ekonomiska flöden av mindre snarare än mer avfallsmaterial återkommer som en central utmaning för avfallsförebyggande.

Vägen mot upplåsningar

De fyra inlåsningarna vi har beskrivit är inte oberoende av varandra utan förstärker varandra. De skapar ett gap mellan å ena sidan den politiska viljan att arbeta avfallsförebyggande och en medvetenhet hos avfallsorganisationerna om behovet av avfallsförebyggande – och å andra sidan hur avfallsorganisationer ser på möjligheten att utveckla avfallsförebyggande.

Ett traditionsbundet sätt att göra affärer hindrar att avfall förebyggs. Det handlar om insamling och behandling av avfall, branschens egen syn på den egna kompetensen, en outvecklad marknad för avfallsförebyggande tjänster, en brist på lagmässiga och ekonomiska incitament samt befintliga avfallsinfrastrukturer.

Denna sammanvävning av historiska, kulturella, materiella, lagliga, ekonomiska, företagsekonomiska och mänskliga fakto-

rer är illustrativ för att beskriva de svårigheter som finns med att nysta upp vad som binder ihop den rådande ekonomiska ordningen och initiera en övergång mot en mer hållbar försörjning. Det är därför angeläget att ställa sig frågan om de inlåsningar som kännetecknar avfallsförebyggande idag kan brytas.

Som forskare tror vi att det som behövs är ett tätare samverkan mellan de som producerar och hanterar avfall så att de förutsättningar, kompetens och behov som respektive part har möts. Erfarenheter från andra tjänstesektorer pekar entydigt på att det är i samarbetet mellan kund och leverantör som värde skapas, vilket bekräftas av de få exempel av fungerande avfallsförebyggande aktiviteter som finns

Ser man på vad som händer kring förebyggande av hushållsavfall märker man att det är ofta andra aktörer än de konventionella avfallsorganisationerna som driver utvecklingen. Avfallsbranschen är aktiv, men många initiativ kommer från exempelvis konsumentföreningar, kommunala miljöavdelningar eller miljötekniska företag, men även producerande företag och aktivister. Detta är kanske inte så konstigt då ett *förebyggande* av avfall sker innan avfall uppstår och är därför egentligen inte en tydlig avfallsfråga. En framväxt av nya aktörer utgör en möjlighet att utveckla avfallsförebyggande tjänster. Dessutom pekar de vi talat med på ett behov av ekonomiska och juridiska styrmedel som skulle förstärka de avfallsförebyggande initiativen.

Samtidigt kan förutsättningar för ett avfallsförebyggande finnas i en enklare och radikalare vägran att acceptera avfall. På samma sätt som hushållen engagerat sig i sitt avfall, behöver företag komma närmare det avfall som de producerar – i stället för att nöja sig med att någon annan kommer och avlägsnar det. Avfallsförebyggande är inte något som bara kan mätas i reda pengar. Stora miljövärden står på spel. Vägra avfall borde vara mottot. □

Studien som ligger till grund för detta kapitel är finansierat av Helsingborgs stad som via Plattformen fördelar medel för utvecklings- och forskningsprojekt vid Lunds universitet.

Hervé Corvellec är professor i företagsekonomi vid Institutionen för service management och tjänstevetenskap, Campus Helsingborg, Lunds universitet. Han ansvarar för flera projekt om organisering av avfallstjänster och avfallsförebyggande.

Anette Svingstedt är lektor i tjänstevetenskap vid Institutionen för service management och tjänstevetenskap, Campus Helsingborg, Lunds universitet. Hon deltar i olika forskningsprojekt om avfallstjänster och avfallsförebyggande, samt andra projekt med fokus på olika aspekter inom handel.

Foto: Kennet Ruona

Foto: Patrik Hekkala

15:

Vägar mot ett hållbart internet

ANDERS J JOHANSSON

Genom att resonera om hur vi kan nå hållbarare lösningar för våra digitala nätverk, sätter IT-forskaren Anders J Johansson fingret på en viktig fråga. Hur kan vi designa våra prylar så att de går att reparera eller få nya användningsområden? Idag har vi en slit-och-släng mentalitet som behöver ändras drastiskt för att vi ska värna mer om våra naturresurser – både den energi och de material som behövs för produkterna vi konsumerar i en allt snabbare takt.

DEN FÖRSTA HOBBYDATORN jag köpte i mitten av 80-talet, en Sinclair ZX81, kostade runt en tusenlapp och drog en tredjedels watt. Den hade ingen skärm, utan man kopplade den till en tv för att kunna använda den. Den senaste hobbydatorn jag köpte, en Raspberry Pi 2, kostade lika mycket med nödvändig kringutrustning, kopplas också den till teven och drar lika mycket ström. De har samma mål, att fungera som billiga plattformar för att lära sig om datorer och programmering.

Även om teknikutvecklingen gör att min Raspberry Pi har en miljon gånger så mycket minne och utför sina beräkningar tusen gånger snabbare än min första dator, så drar den fortfarande lika mycket energi som den dator jag köpte för trettio år sedan. Det jag gör presenteras mycket snyggare nu än förr, men jag gör i princip samma saker på den nu som då. Så samtidigt som utvecklingen har gått framåt har den också stått helt stilla. Utvecklingen har mest handlat om att förbättra prestandan och upplevelsen, och mycket mindre om att få den mer hållbar och energisnål.

Den ständigt uppkopplade människan

En sak som inte fanns på mitten av 80-talet var internet som vi känner det idag. Och att kunna komma åt det trådlöst är väldigt praktiskt. Vi kan i princip när som helst nå all information vi behöver, beställa de prylar vi saknar och hålla kontakt med våra vänner. Detta sker med olika tekniska lösningar, som WiFi eller mobilnätet. Det finns till och med lösningar som gör att vi även långt ute i vildmarken kan koppla upp oss genom att använda satelliter som kretsar runt jorden.

Samtidigt har denna konstanta möjlighet till uppkoppling lett till att våra applikationer, de appar och program vi använder, konstant kommunicerar med nätet. Det är till och med så att många av dem inte ens fungerar om vi inte har tillgång till

något nät. Alla som någon gång rest utanför Sverige och stängt av roaming för att inte drabbas av otäcka överraskningar i räkningshögen när man kommer hem har märkt att plötsligt så slutar väldigt många av de appar man brukar använda att fungera. Detta eftersom de är skrivna så att de måste ha kontakt med centrala servrar hela tiden, även om det inte är helt nödvändigt för att de ska kunna fungera.

Ett konkret exempel är de kartprogram som finns i mobilen. Standardprogrammen laddar ner kartor efter hand som jag reser, och de kommer att behöva ladda ner kartor även när jag är och kör på småvägar långt ute i en skog som längst från basstationerna. Det är då som det går åt som mest energi för att kommunicera.

Det finns ett energisnålare alternativ. Programmen skulle använda den information de har om vart jag är på väg, vilket ofta är känt även för programmet eftersom jag använder kartprogrammet som navigator och har bett det beräkna en resrutt. Programmet skulle kunna ladda ner alla kartor jag behöver längs hela resan så fort jag är nära en basstation, där det är energimässigt effektivare att överföra data. När jag sedan är ute i skogen långt från basstationerna, behöver programmet bara ladda ner ytterligare information om jag missar instruktionerna från navigatorn och kör fel. Detta skulle spara energi i min mobil, och leda till att batteriet räcker längre.

Hållbara system motverkas av gratis tjänster

Vi kan sätta in detta i ett hållbarhetsperspektiv. Ett mer hållbart alternativ är att välja att kommunicera så lite som möjligt, och helst inte alls när man bara har tillgång till nät som kräver mycket energi per bit eller bokstav. Vi skulle i stället kunna välja att kommunicera mycket de gånger det kräver lite energi, som när man är nära en basstation för mobilnätet eller WiFi.

En sak som idag motverkar en sådan lösning är att det också byggts upp ett antal affärsmodeller runt antagandet om den ständigt uppkopplade människan. Affärsmodeller som ofta bygger på att man erbjuder tjänsten gratis mot att man har full tillgång till hur den används och i sin tur kan sälja denna data, enskilt eller som sammanslagen statistik. En övergång till att bara ladda ner data när det behövs kräver en omställning av dessa företag, och antagligen ett nytt beteende hos användarna då företagen skulle behöva ta betalt på nya sätt, till exempel direkt för programvaran i stället. Det finns idag kartprogram som fungerar på detta sätt. Alla kostar inte pengar, utan en del bygger på öppna standarder där användarna själva är med och förbättrar programmet och kartorna. Här betalar användarna genom att själva bidra med sin tid.

Att programmerare idag antar att vi alltid har tillgång till ett nätverk har också lett till att vi inte utnyttjar hela den utveckling vi sett hos datortekniken. Minne har blivit ännu billigare än processorkraft relativt sett, men det finns en trend i att inte spara data lokalt i den egna datorn utan istället centralt i stora serverhallar. Detta har definitivt fördelar ur bekvämlighetssynpunkt, men gör också att vi måste använda energi till att kommunicera även då vi egentligen skulle kunna låta bli, eftersom vi annars inte har tillgång till vår data, som våra foton och filer.

Prylar som snabbt blir ”gamla”

Men ett hållbart internet innebär inte bara att vi ska använda det på ett hållbart sätt, utan också att de prylar vi använder för att kommunicera med internet ska vara hållbara. Idag är det tveksamt om vi kan kalla dem det, speciellt som vi byter ut dem i snabb takt. Och inte bara för att de går sönder, utan ofta också för att de känns omoderna eller helt enkelt slutar fungera eftersom deras mjukvara inte längre uppdateras.

En skillnad finns under ”skalet” och har konsekvenser ur ett hållbarhetsperspektiv. Här är det en stor skillnad på dagens teknik och gårdagens. Vår teknik består allt mer av specialtillverkade delar som är svåra att använda till något annat. Men delarna är också allt mer skyddade och hemliga för oss konsumenter som har köpt och äger en pryl. Vi har bara tillgång till att använda dem för det de är designade till att göra, och mycket begränsade möjligheter till att ändra prylarnas funktion eller använda dem till delar i något annat. Det är också idag ofta mycket svårt att ta isär och reparera något, som en sprucken skärm eller en krånglande knapp, jämfört med förr.

Min egen karriär inom radioteknik började bland annat med att jag reparerade gamla radioapparater åt släkten. Dessa var hopskruvade med vanliga skruvar och deras kopplingsschema fanns klistrade på insidan för att göra felsökning och reparation enkelt. Idag är apparater ofta ihopklistrade, eller ihopskruvade med skruvar som är specialtillverkade för att vara svåra att hitta en passande skruvmejsel till. Kretscheman och servicemanualer är ofta klassade som företagshemligheter. Visst har vi vunnit något på utvecklingen, en radio eller mobiltelefon är idag mycket mindre och mer lätt att flytta med sig än de var förr. Men samtidigt har vi också förlorat möjligheten att laga, ändra på och återanvända våra tekniska prylar.

Snabbt föråldrade program

Ytterligare en konsekvens av utvecklingen är att väldigt mycket av den teknik vi har runt oss innehåller små datorer, som i sin tur innehåller program som är nödvändiga för att prylarna ska fungera. Och prylarna är i allt större grad ihopkopplade med varandra.

Ett exempel är den stegräknare jag använder för att hålla reda på att jag rör mig tillräckligt varje dag. Den fungerar inte helt utan en app i telefonen, vilken i sin tur inte fungerar utan

att vara uppkopplad till nätet. Så en stegräknare kan vara helt beroende av att företaget bakom den fortfarande finns kvar, och även att det håller liv i sina webbservrar och uppdaterar sin app så att den fortfarande fungerar med en mobiltelefon. Det senare är ett problem, eftersom versionerna av operativsystem i telefonerna avlöser varandra i snabbt tempo. Det är inte alltid ett alternativ att behålla de gamla versionerna, då den nya versionen är nödvändig att uppdatera till eftersom man har hittat säkerhetsbrister i den förra.

Samma sak gäller för tillbehör till datorer, där det krävs att det finns uppdaterade drivrutiner för att de ska kunna fungera. Jag har själv en låda hemma med fullt fungerande datortillbehör, tillbehör som inte längre är användbara eftersom det inte finns några drivrutiner till dem som är anpassade till datorernas moderna operativsystem.

En lösning på detta skulle vara att det utvecklades nya drivrutiner till dessa datortillbehör, men företagen som en gång producerade dem har ingen motivation att göra det, eftersom de inte tjänar några pengar på det. För dem skulle det endast bli en utgift. Alternativet är att någon annan skulle göra detta, antingen som hobby eller bygga ett företag runt det. Problemet är kulturen att mycket, för att inte säga allt, är att klassa som en företagshemlighet. Det gör att vi idag vet väldigt lite om hur våra prylar egentligen fungerar och är uppbyggda, och då blir det väldigt svårt att utveckla nya drivrutiner för någon utomstående. Förutom detta har vi även satt upp legala hinder i form av upphovsrättslagstiftning och närliggande regler som gör det direkt olagligt att i vissa fall ens försöka göra det.

Säljer hellre nya prylar

Ytterligare ett alternativ till att slänga gamla prylar, eller samla dem i en låda, skulle vara att programmera om dem så att de

fyllde ett helt nytt syfte. Den gamla läsplattan kunde bli en fotoram, eller en fjärrkontroll till teven. Eller sättas på kylskåpet och visa dagens väder. Tyvärr är tekniken även här så inlåst och hemlig att det är mycket svårt, om ens möjligt, att ta reda på hur saker är uppbyggda så att de skulle gå att programmera om. Företagen har mycket litet intresse av detta och säljer hellre en ny pryl till oss.

Det finns alternativ till hur detta fungerar idag. Ett är att företagen skulle göra sina servicemanualer offentliga och även publicera detaljer om hur prylarna är konstruerade så att de skulle kunna repareras, programmeras om och återanvändas i mycket större utsträckning. Det skulle inte vara nödvändigt att publicera allt direkt, utan det skulle kunna ske efter ett antal år för att inte förlora konkurrensfördelar. På så sätt skulle livstiden för äldre elektronik förlängas.

Ett annat alternativ är att använda helt öppna program, med öppen källkod (så kallad *open source*) och hårdvara (o*pen hardware*), där själva idén är att all kunskap om produkten ska vara offentlig. Det är dock inte helt självklart hur man kombinerar det med att hålla liv i ett modernt företag, där patent och upphovsrätt ingår som en väsentlig del av företagets värdering.

Det finns ett par exempel på företag som har lyckats göra affärer med helt öppen hårdvara, men också exempel på att när företaget har växt sig lite större har de blivit uppköpta av en större koncern som slutat att publicera detaljer om produkterna och istället börja hålla dem hemliga. Öppen hårdvara kan ses som ett hållbarare alternativ där det finns större möjligheter att återanvända hårdvaran, än med en skyddad och hemlig lösning som är det vanliga idag.

Framtidens hållbara IT-lösningar?

En intressant teknikutveckling som sker idag är programmerbara radioapparater *(software define radio*), det vill säga en

radioenhet som kan vara allt från en mobiltelefon till en basstation för WiFi eller en P3-mottagare, helt och hållet beroende på vilket program vi laddar upp till den.

Fördelen är att samma slags elektronik, det vill säga hårdvara, går att använda till flera olika saker, och till nya saker då utvecklingen har gått framåt. Denna fördel kommer bara att kunna utnyttjas fullt ut om vi verkligen kan göra detta – den försvinner nästan helt om möjligheterna till att programmera om radion endast är tillgänglig för de som har konstruerat den. Idag är det heller inte helt självklart att dessa radioapparater är bättre ur ett hållbarhetsperspektiv, eftersom de inte är fullt så flexibla som man skulle kunna hoppas. Det går med andra ord inte att få dem att ta emot vilka signaler som helst utan att byta ut vissa delar. En annan nackdel är också att de drar mer energi än en enhet som är byggd för ett enda syfte, och att det finns problem med licenser och tillstånd att lösa innan dessa kan bli rena konsumentprodukter.

Ett hållbart internet har många dimensioner, fler än vad jag fått plats med här. Något som inte minst spelar roll är den energi som går åt för att driva alla de servrar som ger oss våra webbsidor, film och musik, och de material som använts för att bygga våra prylar, och hur de framställts.

Avslutningsvis kan vi även titta på internet ur ett helt annat perspektiv – ett synsätt som skulle kunna spara samhället både tid och resurser i form av fossil energi. För när vi strävar efter att bygga ett hållbart samhälle finns det stora möjligheter i att använda internet för att minska resande och transporter. Detta är inte en självklar konsekvens av internet i sig, utan kräver att vi väljer att använda det på ett sådant sätt. Drivkraften i att komma dit, och även att få de lösningar jag nämnt här ovan, ligger inte bara hos industrin som kan erbjuda dem till oss, utan också hos konsumenterna som måste efterfråga och välja dem. □

Foto: Nina Nordh

Anders J Johansson är universitetslektor vid institutionen för elektro- och infomationsteknik, Lunds universitet. Hans forskning rör radiosystem för kommunikation och partikelacceleratorer. Som lärare och handledare har han också engarerat sig i tvärvetenskapliga och etiska frågeställningar när det gäller IT-teknik.

15 HÅLLBARA LÖSNINGAR FÖR FRAMTIDEN

HÅLLBARHETSFORUM | LUNDS UNIVERSITET

Vad innebär egentligen en hållbar utveckling? Hur går man från ord till handling? Och hur ser vägen mot en fossilfri framtid ut? Det är några av de frågor som utforskas i den andra boken i Lunds universitets antologiserie om forskning och vår tids stora utmaningar.

Fossila bränslen möjliggjorde den industriella revolutionen, vilket har lämnat sina avtryck på gott och ont. Nu står vi inför en omfattande omställning till ett fossilfritt samhälle. Samtidigt är en hållbar framtid så mycket mer än bara grön teknik. Det handlar om ett helhetstänkande i arbetet med hälsa, miljö och mänskliga rättigheter. 2015 beslutade världens länder om sjutton globala hållbarhetsmål som sätter riktningen och inspirerar.

Antologin *15 hållbara lösningar för framtiden* presenterar femton ögonblicksbilder, presenterade av olika forskare vid Lunds universitet som vill inspirera, informera och utmana. Förhoppningen är att väcka intresse och uppmuntra till samtal om hur vi går från ord till handling i arbetet mot en hållbar framtid.

Lunds universitets Hållbarhetsforum är en universitetsgemensam paraplyorganisation som binder samman och stödjer universitets klimat-, energi- och hållbarhetsforskning. Hållbarhetsforum ska utgöra en bro mellan samhället och akademin inom dessa områden.

www.hallbarhet.lu.se

Detta är en klimatneutral produkt verifierad av Respect (www.respect.se).

LUNDS UNIVERSITET

LUNDS UNIVERSITET

Box 117
221 00 Lund
Tel 046-222 00 00
www.lu.se