



# Rättvist miljöutrymme

– igår, idag, imorgon.

*en rapport från Miljöförbundet Jordens Vänner*



Miljöförbundet Jordens Vänner  
Friends of the Earth Sweden

# Innehåll

<b>Inledning.....</b>	<b>3</b>
<b>Sammanfattning.....</b>	<b>4</b>
<b>Sustainable Netherlands.....</b>	<b>5</b>
<b>Ställ om för rättvist miljöutrymme!.....</b>	<b>6</b>
<b>Koncept med anknytning till rättvist miljöutrymme.....</b>	<b>11</b>
Europe's Share of the Climate Challenge och The 40% Study.....	11
Measuring our Resource Use.....	15
Planetary Boundaries.....	15
Växelverkan mellan olika planetgränser – ett exempel från Borneo.....	16
Ekologiskt fotavtryck.....	18
Kyotoprotokollet och United Nations Framework Convention on Climate Change.....	18
<b>Det saknade miljömålet.....</b>	<b>19</b>
<b>Hur står sig de svenska beräkningarna?.....</b>	<b>20</b>
<b>Rättvist miljöutrymme kräver förändringsprocesser.....</b>	<b>22</b>
<b>Ordförklaringar.....</b>	<b>25</b>
<b>Källor och övrig litteratur.....</b>	<b>27</b>
<b>1. Beräkningsunderlag för tabell 7.....</b>	<b>29</b>
<b>2. Effekt och energi, exempel på storleksordningar.....</b>	<b>31</b>
<b>3. Orättvist miljöutrymme, jämförelse av konsumtion.....</b>	<b>32</b>

# Inledning

Beräkningar av Sveriges rättvisa miljöutrymme presenterades 1997 av Miljöförbundet Jordens Vänner i rapporten *Ställ om för rättvist miljöutrymme. Mål och beräkningar för ett hållbart Sverige*. Året efter kom en andra upplaga och en skrift, *Hållbare Svensson*, som berättar hur hållbara konsumtionsmönster kan se ut på det personliga planet utifrån tre olika typhushåll. Samma år publicerades *Ställ om lokalt*, en vägledning om hur rättvist miljöutrymme kan användas i det lokala miljöarbetet. Några skrifter och studiematerial med rättvist miljöutrymme som utgångspunkt togs också fram av andra aktörer. Sedan slutet av 90-talet har dock inget ytterligare utgivits i Sverige, som uttryckligen handlar om rättvist miljöutrymme, annat än i form av referat. Några nya miljömålsberäkningar eller revideringar av tidigare beräkningar har inte heller gjorts. Dock har begreppet ”rättvist klimatutrymme” använts under senare års klimatdebatt.

Under det dryga decennium som förflutit sedan *Ställ om för rättvist miljöutrymmen* har kunskapen om människans alltmer genomgripande påverkan på planeten jorden utvecklats och fördjupats. De rapporter, vetenskapliga artiklar och böcker som publicerats i ämnet världen över är knappast möjliga att räkna. Med tanke på den utvidgade och fördjupade kunskapen har Miljöförbundet Jordens Vänner sett ett behov av att följa upp de beräkningar av Sveriges rättvisa miljöutrymme som gjordes 1997.

I denna rapport beskrivs först begreppet rättvist miljöutrymme. Därefter presenteras ett antal andra koncept och angreppsvinklar, som på ett eller annat sätt knyter an till rättvist miljöutrymme. Resultaten i *Ställ om för rättvist miljöutrymme* jämförs sedan med det koncept som ligger närmast rättvist miljöutrymme, nämligen *Europe's Share of the Climate Challenge*, som tagits fram av Stockholm Environment Institute på uppdrag av och i samverkan med Friends of the Earth Europe (FoEE). Studien sammanfattas av FoEE i *The 40% Study*. Slutligen redovisar vi de omställningsprocesser som diskuterades under 1990-talets kampanjarbete om Rättvist miljöutrymme.

Miljöförbundet Jordens Vänner genom Miljömålsutskottet  
Mars 2011

*Text: Björn Möllersten och Anna Mattsson*  
*Formgivning: Karin Didring, Didring Ord & Bild*  
*Rapporten är producerad med ekonomiskt stöd av Miljömålsrådet*  
© Miljöförbundet Jordens Vänner

# Sammanfattning

Begreppet Rättvist Miljöutrymme vilar på två fundament: att alla människor har samma rätt till jordens naturresurser (rättvisan), och att dagens generationer inte har rätt att nyttja naturresurserna på ett sådant sätt att kommande generationers möjligheter att skapa sig ett välstånd försämras (miljöutrymmet). Begreppet lanserades först av den holländska grenen av Friends of the Earth i samband med FN-konferensen i Rio.

I ett 40-tal länder tog sedan medlemsföreningar i Friends of the Earth fram nationella beräkningar av miljöutrymmet. Miljöförbundet Jordens Vänners nationella rapport om miljöutrymmet gavs titeln *Ställ om för rättvist miljöutrymme. Mål och beräkningar för ett hållbart Sverige* (Ställ om-rapporten). Rapporten kom ut i januari 1997, med en andra upplaga ett år senare. Fem resursområden valdes ut och analyserades ur rättvist miljöutrymmesperspektiv: energi, icke-förnybara råmaterial, mark, skog och färskvatten.

Den här rapporten lyfter fram huvuddragen i begreppet Rättvist miljöutrymme, både vad gäller de beräkningar som gjordes på 90-talet och de åtgärder/omställningsprocesser som diskuterades i de svenska material som togs fram. Dessutom presenteras ett antal senare studier och koncept som på ett eller annat sätt knyter an till rättvist miljöutrymme och jämförelser görs där det är möjligt. Resultatet av dessa jämförelser kan sammanfattas i tre punkter:

1. Det är i stort sett samma miljöfrågor som återkommer i Rättvist miljöutrymme och i senare studier och koncept.
2. Beräkningarna inom ramen för Rättvist Miljöutrymme stämmer på de flesta väsentliga punkter överens med jämförbara efterföljande koncept.
3. För att beräkningarna i Rättvist miljöutrymme och/eller senare studier ska komma till praktisk nytta måste principerna kopplas till miljöpolitiken både lokalt, nationellt och globalt.

Det koncept som ligger närmast rättvist miljöutrymme är *Europe's Share of the Climate Challenge*, framtaget av Stockholm Environment Institute i samverkan med Friends of the Earth Europe

I Ställ om-rapporten är utsläppen av växthusgaser bara en av flera faktorer som ingår i förutsättningarna för att minska den totala miljöbelastningen till en hållbar nivå. Europe's Share of the Climate Challenge är däremot helt och hållet uppbyggd kring målsättningen att skärpa utsläppen av växthusgaser. Dessutom gäller att Ställ om-rapporten handlar om Sverige medan Europe's Share omfattar alla 27 EU-länder.

Trots delvis olika utgångspunkter är rapporterna ändå ganska lika. Det kan förklaras med att miljöeffekter av verksamhet inom många olika samhällssektorer kan uttryckas i termer av utsläpp av koldioxid eller andra växthusgaser. Det gäller CO<sub>2</sub>-utsläpp kopplade till boende, transporter och delvis även industriell verksamhet.

I Ställ om-rapporten räknar man med att köttkonsumtionen minskar med nära två tredjedelar mellan 1990 och 2050. I Europe's Share beräknas en 60-procentig minskning till 2020. Båda rapporterna anser att de frigjorda arealerna åkermark skulle kunna användas bland annat för odling av energigrödor eller upptag av kol ur atmosfären.

Både Ställ om-rapporten och Europe's Share räknar med minskning av biltrafiken och ökade investeringar i järnvägstrafik. Skillnader i rapporterna finns när det gäller energianvändning där t ex Europe's Share räknar med en betydligt större utbyggnad av vindkraften än Ställ om.

Hela det uppmärksammade konceptet *Planetary Boundaries*, lanserat av Stockholm Resilience Centre 2009, ligger på en mycket mer övergripande, generell nivå än Rättvist miljöutrymme. Två av de föreslagna nio planetgränserna, de som gäller klimat och markanvändning, kan ändå utgöra grund för en diskussion om ett par aspekter av rättvist miljöutrymme.

Beträffande klimat är utgångspunkten i Planetary Boundaries att höjningen av jordens medeltemperatur inte får bli mer än två grader, samt att halten CO<sub>2</sub> i atmosfären inte får överstiga 350 miljondelar. Ställ om-rapporten har samma målsättning vad gäller temperaturhöjningen, samt att denna inte får vara mer än 0.1 grader per årtionde. Numera finns en omfattande opinion för en lägre maximal höjning av medeltemperaturen, men med tanke på att Ställ om-rapporten togs fram redan 1997 kan man med fog säga att målsättningen om radikalt minskade utsläpp av koldioxid var väl avvägd.

Ställningstaganden i Ställ om-rapporten ligger även väl i linje med planetgränsen för markanvändning som föreslås är att inte mer än 15 procent av jordens isfria

landyta får odlas upp till åkermark. Idag är andelen cirka 12 procent. De tre procentenheter som återstår är i stort sett redan in-tecknade och det saknas därmed utrymme för industriländerna att öka sitt ianspråktagande av mark i syd genom import av jordbruksprodukter. Snarare handlar det om att nord måste *minska* sin ”import” av mark.

Beräkningarna för rättvist miljöutrymme har ofta beskrivits framförallt som räkneexempel. Men till helheten bör också läggas att genomförandet av ett rättvist miljöutrymme skulle innebära stora omställningsprocesser av konsumtion och produktion och en enorm omfördelning av resurser mellan rika och fattiga länder.

Till de viktigaste nationella omställningsprocesserna som presenterades i Ställ om-rapporten hörde avveckling av kärnkraften, energisparkampanjer, eleffektivisering och teknikutveckling, utrensning av miljö- och hälsofarliga kemikalier, minskade utsläpp till mark, luft och vatten, omställning till ekologiskt jordbruk, ekologiska skattereformer genomförs.

För de flesta områdena kan hävdas att utvecklingen har gått i den riktning som förutsattes, men i de allra flesta fall mycket långsamt. Rättvist miljöutrymme tangerar de flesta av de 16 miljömålen och svaren på utvecklingen finns t ex i den fördjupade utvärderingen av miljökvälighetsmålen 2008, *Nu är det bråttom*, och Miljömålsrådets sista årsrapport, *de Facto 2010*. Båda visar tydligt på trögheten i det svenska miljöarbetet. Den politiska förändringsviljan har varit svag, även om vissa goda insatser gjorts.

Vi kan därmed konstatera att den devis vi slog fast i skriften *Rättvisa mål* (2007) fortfarande gäller:

”Med visionen att allt helst ska vara ungefär som förut åstadkoms inga genomgripande förändringar.”

## Sustainable Netherlands

Samma år som FN:s stora konferens om miljö och utveckling ägde rum i Rio de Janeiro, 1992, publicerade Milieudéfense, den nederländska grenen av Friends of the Earth International, rapporten *Action Plan Sustainable Netherlands*. I rapporten lanserades *rättvist miljöutrymme* – ett begrepp som vilar på två fundament:

att alla människor har samma rätt till jordens naturresurser (rättvisan), och att dagens generationer inte har rätt att nyttja naturresurserna på ett sådant sätt att kommande generationers möjligheter att skapa sig ett välstånd försämras (miljöutrymmet).

För att konkretisera rättvist miljöutrymme som idé tog Milieudéfense fram Action Plan Sustainable Netherlands. Två år senare, 1994, gjordes en sammanfattande beskrivning av Hollands rättvisa miljöutrymme i skriften *Sustainable Netherlands*.

Minskad användning av naturresurser innebär inte med nödvändighet att det materiella välståndet sänks. Genom att göra användningen effektivare – alltså att få ut mer nytta per enhet naturresurs – kan vi fortsätta att leva gott men med mindre förbrukning av naturens nyttigheter. Dock lurar man sig själv om man tror att människorna i de rika länderna kan fortsätta att leva precis som vi gör idag. Förändringar av livsstilen är nödvändiga, men dessa förändringar är inte på långt när så stora att livet i det hållbara samhället skulle bli mindre rikt.

Följande utgångspunkter anges för beräkningen av miljöutrymmet:

- Vi får inte använda mer förnybara råvaror än vad som kan produceras utan att allvarliga miljöskador uppkommer.
- Icke förnybara råvaror får användas endast i slutna kretslopp.
- Den mängd föroreningar som människan orsakar får inte vara större än vad miljön klarar.
- Människans utsläpp av koldioxid får inte överstiga vad klimatet klarar.

Miljöutrymmet per capita i Nederländerna 2010, om en omställning skulle ha genomförts, jämfört med användningen 1994, för några viktiga råvaror och resurser syns i tabell 1.

Till skillnad från de övriga resurserna i tabellen, ses vatten inte i ett globalt perspektiv utan i ett regionalt sammanhang. Vatten kan realistiskt sett inte transporteras några längre sträckor (100-tals mil), utan här är det nödvändigt att anpassa förbrukningen efter tillgången i varje enskild region.

I mycket stark sammanfattning beskrevs livet i det hållbara Nederländerna så här:

- Energiåtgången för att värma upp bostäder och lokaler kan genom bättre isolering och andra åtgärder

minska så mycket per kvadratmeter att utrymme-standarden kan bibehållas.

- Den genomsnittliga sträcka som varje holländare förflyttar sig varje dag behöver inte minska, men det förutsätter en övergång från bil och flyg till tåg, buss och cykel.

Tabell 1. Användning av några råvaror och naturresurser i Nederländerna 1994 och 2010, det senare årtalet efter en omställning till rättvist miljöutrymme. Per capita.

	1994	2010	Minskning (%)
<b>Aluminium (kg per år)</b>	10–12	2	80–83
<b>Trä (kubikmeter per år)</b>	1,1	0,4	64
<b>Energi (utsläpp av ton koldioxid per år)</b>	11	4,3	61
<b>Jordbruksmark (hektar)</b>	0,45	0,25	44
<b>Sötvatten (i hushållet, liter per dag)</b>	130	80	38

Källa: van Brakel & Zagema (1994).

- Konsumtionen av kött måste minska med två tredjedelar, eftersom djuren behöver mycket stora mängder foder, som till stor del importeras från länder i syd. I övrigt behöver kosten inte genomgå några dramatiska förändringar. Utrymmet för att odla annat än mat på åkermark kommer att vara mycket begränsat.
- Det rättvisa miljöutrymmet tillåter inte ständiga inköp av den senaste elektroniken. Elektriska apparater måste bli mer långlivade och gå att reparera. När de byts ut måste alla komponenter återanvändas eller återvinnas.

De förändringar i samhället som skisseras av Milieudefensie innebär att de prioriteringar som hittills tagits för givna både av allmänhet och beslutsfattare – med ekonomisk tillväxt och ökande konsumtion som övergripande mål – inte längre gäller. Ett problem i sig är att många länder i syd är starkt beroende av sin export, inte sällan av en eller ett fåtal råvaror. En drastiskt minskad export till nord torde innebära omedelbar ekonomisk kollaps i exportberoende ekonomier i syd. Men eftersom en omfördelning av det ianspråktaga miljöutrymmet ger syd ökat konsumtionsutrymme, parallellt med att det sker en minskning i nord, kommer marknaden i de egna länderna att bli räddningen. Dagens exportorienterade ekonomier i syd ändrar inriktning till att mer baseras på den inhemska marknaden.

Milieudefensie levererade självfallet inte några färdiga lösningar i Action Plan Sustainable Netherlands, utan rapporten ska i första hand ses som ett diskussionsunderlag.

# Ställ om för rättvist miljöutrymme!

Som ett resultat av Milieudefensies pionjärbete Suppdrog Friends of the Earth Europe åt tyska Wuppertalinstitutet att utveckla den holländska modellen. Wuppertalinstitutets arbete utmynnade i två rapporter, båda publicerade 1995. Den ena, *Towards Sustainable Europe – The Study*, var en studie av miljöutrymmet för Europa, i första hand de då tolv EU-länderna. Den andra rapporten, *Towards Sustainable Europe – The Handbook*, var en handbok för nationella beräkningar av miljöutrymmet.

I 30 europeiska länder tog Jordens Vänner fram nationella beräkningar av miljöutrymmet, vilka publicerades under 1995, 1996 och 1997. Den beräkningsmall som användes var med vissa modifieringar densamma i alla 30 länder. Under ledning av Friends of the Earth International gjordes liknande studier även i tio utomeuropeiska länder, främst i syd.

Miljöförbundet Jordens Vänner nationella rapport om miljöutrymmet gavs titeln *Ställ om för rättvist miljöutrymme. Mål och beräkningar för ett hållbart Sverige* (i fortsättningen benämnd Ställ om-rapporten). Rapporten kom ut i januari 1997, med en andra upplaga ett år senare.

De förutsättningar man utgick ifrån vid beräkningen av det rättvisa miljöutrymmet i *Towards Sustainable Europe* ser i sammanfattning ut på följande vis:

## Befolkning

- Världens befolkning antas uppgå till 7,2 miljarder 2010.
- Man räknar inte med någon ytterligare befolkningsökning efter 2010.

## Jordbruksmark

- Skydd av biologisk mångfald är ett prioriterat mål på tio procent av jordbruksarealen.
- Jordbruket ska bedrivas utan konstgödsel och kemiska bekämpningsmedel.
- Varje världsdel ska vara självförsörjande med avseende på jordbruksmark. Den areal som tas i anspråk för import av jordbruksprodukter ska inte vara större än den areal som används för produktion av jordbruksvaror som exporteras.



- Maten ska i första hand produceras nära konsumenten.

#### Skogsmark

- Avverkning av naturskog och urskog får inte förekomma.
- Tio procent av skogsarealen ska avsättas för fri utveckling och skyddas för naturvård.
- I skogsbruket måste man acceptera ett större inslag av blandskog och arbeta mer med selektiv avverkning och naturlig förnygring.
- Europas användning av trä får inte överstiga den mängd virke som kan produceras med ekologiskt hållbara metoder i Europa. Handel med skogsprodukter kan ske med andra världsdelar, men den ”importerade” skogsarealen får inte vara större än den som ”exporteras”.

#### Vatten

- Användningen av vatten bestäms av den lokala tillrinningen av grund- och ytvatten.

#### Energi

- Användningen av fossila bränslen får inte vara större än att ökningen av jordens medeltemperatur kan begränsas till högst två grader Celsius.
- Höjningen av medeltemperaturen får inte vara större än 0,1 grad per decennium.
- All kärnkraft i Europa ska vara avvecklad till 2010.
- Europas energianvändning måste minska med hälften till 2050. Denna användning fördelas på 58 procent förnybar energi och 42 procent fossila bränslen.

#### Icke förnybara material

- Människans omsättning av icke biologiskt material får inte vara större än den geologiska materialomsättningen (vittring, sedimentering, vulkanutbrott med mera). Eftersom människans materialomsättning är minst dubbelt så stor som den geologiska, måste den åtminstone halveras. Materialomsättningen inkluderar både de utvunna materialen i sig och de berg-, jord- och vattenmassor som flyttas i samband med brytningen.
- Nyutvinningen av kalksten och lera – för att framställa cement – samt av järn och aluminium inom EU12 måste minska med 86, 87 respektive 90 procent. EU12 använde under 1990-talet tre till fem gånger mer av dessa material än världsgenomsnittet.

I arbetet med Ställ om-rapporten godtogs merparten av utgångspunkterna ovan. I följande avseenden har man

synpunkter eller räknar på ett annat sätt än i Towards Sustainable Europe:

- Det är fel att inte anta någon ytterligare befolkningsökning efter 2010. Man godtar ändå de 7,2 miljarder människor 2050 som Towards Sustainable Europe räknar med.
- Inte bara världsdelar utan även länder ska vara självförsörjande på jordbruksmark. Man utgår ifrån att Sverige ska vara självförsörjande på jordbruksmark, räknat som netto.
- Utrymmet för användning av skogsråvara beräknas inte på grundval av produktionen i Europa utan sett till produktionen i världen som helhet. Samtidigt ges skogrika länder, som Sverige, större utrymme för användning av skogsråvara än länder med liten tillgång på skog.
- Sverige har stor potential i fråga om förnybar energi. Målet att till 2050 minska det årliga utsläppet av koldioxid per invånare till 1,7 ton skärps för Sveriges del till 1,1 ton.
- Man går inte lika långt vad gäller materialåtervinning av avfall utan antar en något större andel energiåtervinning.
- Sveriges kalla klimat och långa avstånd gör att landet ges ett något större utrymme för energianvändning.

Sveriges användning av miljöutrymme 1990 samt mål för 2010 och 2050, enligt Ställ om sammanfattas i tabell 2.

## Energi

I tabell 3 visas hur energianvändningen fördelade sig mellan olika samhällssektorer 1990–1994.

Tabell 3. Årlig energianvändning i Sverige 1990–1994.

	Terawatt-timmar	Andel (procent)
<b>Bostäder, service med mera</b>	151	34
<b>Industri</b>	137	31
<b>Inrikes transporter</b>	84	19
<b>Omvandlings- och distributions-förluster</b>	39	9
<b>Utrikes sjöfart</b>	22	5
<b>Ej energiämdamål</b>	9	2
<b>Sammanlagt</b>	<b>442</b>	<b>100</b>

Källa: Eriksson, Eriksson och Berkow m.fl. (1998).

Industrins energianvändning skedde till stor del inom pappers- och massaindustrin och järn- och stålindustrin. Pappers- och massaindustrin svarade ensam för nästan hälften av industrins totala energianvändning.

Tabell 2. Sveriges användning av miljöutrymme 1990 samt mål för 2010 och 2050.

Användning, resurs eller utsläpp per invånare och år	Användning av miljöutrymme 1990	Mål 2010	Mål 2050
<b>Energi, totalt</b>	184 GJ	140 GJ	100 GJ
av Energi, totalt			
- för inhemsk konsumtion	157 GJ	115 GJ	70 GJ
- för exportproduktion	25 GJ	15 GJ	20 GJ
- export av el	1,3 GJ	10 GJ	10 GJ
av Energi, totalt			
- fossila bränslen	95,7 GJ	71 GJ	16 GJ
- kärnkraft	28,5 GJ	0 GJ	0 GJ
- förnybar energi	57,8 GJ	65 GJ	80 GJ
- avfall	2 GJ	4 GJ	4 GJ
<b>Utsläpp av koldioxid</b>	6,9 ton	4,9 ton	1,1 ton
<b>Icke förnybara råmaterial</b>			
- Cement (kalksten och lera)	210 kg	105 kg	60 kg
- Råjärn (tackjärn, gjutjärn)	200 kg	117 kg	34 kg
- Aluminium	15 kg	9 kg	3 kg
- Klor	26 kg	13 kg	0 kg
<b>Markareal, totalt</b>	4,78 ha	4,48 ha	4,48 ha
- Jordbruksmark	0,39 ha	0,33 ha	0,33 ha
- Produktiv skogsmark	2,66 ha	2,32 ha	2,32 ha
- Övrig mark (fjäll, myr och berg)	1,25 ha	1,18 ha	1,18 ha
- Bebyggd mark	0,13 ha	0,12 ha	0,12 ha
- Mark för naturskydd	0,35 ha	0,53 ha	0,53 ha
<b>Nettoimport av jordbruksmark</b>	0,04 ha	0,02 ha	0 ha
<b>Uttag av stamvirke</b>	7,4 m <sup>3</sup>	6,0 m <sup>3</sup>	5,5 m <sup>3</sup>
- för inhemsk konsumtion	3,0 m <sup>3</sup>	2,0 m <sup>3</sup>	1,0 m <sup>3</sup>
- för export	4,4 m <sup>3</sup>	4,0 m <sup>3</sup>	4,5 m <sup>3</sup>

Källa: Eriksson, Eriksson och Berkow m.fl. (1998).

Sverige är det land i Europa som tillsammans med Danmark har de största bostäderna. Den uppvärmda bostadsytan uppgick 1990 till 51,8 m<sup>2</sup> per invånare, jämfört med 25-35 m<sup>2</sup> i flertalet europeiska länder. I Ställ om-rapporten förutsätts en mindre minskning av den uppvärmda ytan per person. Minskningen uppnås genom att den sammanlagda uppvärmda ytan inte ökar, trots en långsamt växande befolkning. Energianvändningen inom bostadssektorn kan reduceras avsevärt genom utnyttjande av bättre isolering och ny energisnål teknik.

Cirka 97 procent av den energi som 1990 användes för transport av passagerare och gods utgjordes av bensin, diesel, flygfotogen och bunkerolja (olja med ofta hög svavelhalt som används inom sjöfarten). De återstående tre procenten var el, som användes av tåg, spårvagnar och tunnelbana.

I Ställ om-rapporten räknar man beträffande kärnkraft med ett ”snabbstopp utan kaos”. Något årtal för när den sista reaktorn ska vara tagen ur drift anges inte, men man använder ett räkneexempel där den sista reaktorn är stängd 2005.

På kort sikt förutses en ökad användning av befintliga olje- eller koleldade kraftvärmeverk och kondenskraft-

verk att ersätta en del av kärnkraften. Även elimporten ökar på kort sikt. Denna ökning kommer dock att mer än kompenseras genom en gradvis minskad användning av fossila bränslen inom industrin och för uppvärmning av bostäder och lokaler samt av att vägtrafiken minskar. Hastighetsbegränsningar inom vägtrafiken och en fördring av vägtransporter i relation till järnväg bidrar också till att användningen av fossila bränslen inom transportsektorn minskar.

På längre sikt är det den förnybara energin som – tillsammans med effektivisering och ändrade konsumtionsmönster – ska ersätta de fossila bränslena och kärnkraften. Av scenariot i tabell 4 framgår att någon ytterligare utbyggnad av vattenkraft inte sker. Tillskottet av förnybar energi 2010 och 2050 kommer från vindkraft, solvärme och biobränslen. Störst potential bland biobränslena har energigrödorna samt avverkningsresterna inom skogsbruket. Den stora användningen av biobränslen inom skogsindustrin utgörs av lignin, som är den av vedens två huvudsakliga beståndsdelar och som blir en restprodukt vid framställning av kemisk massa, och av träbränslen gjorda av biprodukter som bark och spån.

Minskningen av energiutvinning inom skogsindustrin



beror dels på minskad total avverkning, dels på omstruktureringar i denna industri, så att sågverken ökar på massaindustrins bekostnad.

## Icke förnybara material

För att få ner förbrukningen av metaller är det nödvändigt att kraftigt öka återvinningen. I Sustainable Europe och Ställ om-rapporten diskuteras endast järn och aluminium. I Ställ om konstateras dock att fördjupade studier bör göras beträffande koppar, guld, silver och zink.

Hela 80 procent av det stål som användes i Sverige 1990 valsades till tunnplåt, som i sin tur till betydande del användes inom fordonsindustri och byggindustri (vardera 25 procent). Återvinningen av järn var relativt hög. I slutet av 1990-talet återvanns i Sverige till exempel 85 procent av järnet i skrotade bilar, 60 procent i kasserade kylar och frysar och 45 procent i skrotad järnvägsmaterial. Konservburkar återvanns till mellan 25 och 30 procent. År 1990 gick 82 procent av den i Sverige utvunna järnmalmens på export.

En fjärdedel av det aluminium som användes i Sverige, liksom i världen som helhet, utgjordes av återvunnet material. Råvaran är bauxit, en lera som bildas vid vitting av bland annat granit i fuktigt tropiskt och subtropiskt klimat. Vid omsmältning av aluminium åtgår bara omkring fem procent av den energi som krävs om metallen framställs ur bauxit.

För att uppnå en mycket hög återvinning av järn, aluminium och andra metaller måste de produkter som tillverkas av metaller vara konstruerade på ett sådant sätt

Tabell 4. Tillförsel av förnybar energi 1990 och scenario för 2010 och 2050. Terawattimmar (TWh).

Energislag	1990	2010	2050
Vattenkraft	65	65	65
Vindkraft	~0	10	15
Solvärme	0	2	10
Biobränslen	60	91	114
varav			
- energigrödor från jordbruket	0	9	26
- annan biogas	0	2	4
- energigrödor från bebyggd och övrig mark	0	8	15
- avverkningsrester	6	24	30
- brännved och flis	12	9	7
- energiutvinning inom skogsindustrin	42	39	32
<b>Sammanlagt förnybart</b>	<b>125</b>	<b>168</b>	<b>204</b>

Källa: Eriksson, Eriksson och Berkow m.fl. (1998) och Nutek (1991).

att de lätt kan tas isär och återvinnas. Det är också angeläget att utveckla väl fungerande system för märkning och sortering av olika stålkaliteter och andra legeringar. På så vis motverkar man en gradvis kvalitetsförsämring av metallerna och en oönskad spridning av sällsynta, ej sällan giftiga legeringsmetaller.

Cement är räknat i volym världens största industriprodukt och framställs av kalksten och lera. Energiåtgången är mycket stor när den finmalda kalkstenen hettas upp tillsammans med leran. Betong är cement blandat med vatten, sten och sand. Ställ om anger en minskad cementanvändning i byggsektorn med 70 procent. Detta uppnås genom minskat byggande, återanvändning av betongstommar samt mer användning av trä som byggnadsmaterial.

Kloranvändningen förutsätts vara gradvist avvecklade till 2050. PVC byts ut mot andra plastmaterial eller naturprodukter. Omställningen till klorfria processer i den kemiska industrin bedöms mer svåröverskådlig men som ett stöd för genomförbarheten ses massaindustrins övergång från klorgasblekning till andra blekmedel inom mindre än ett decennium.

## Jordbruk och livsmedel

Den svenska jordbruksmark som 1990 användes för exportproduktion uppgick till 225 m<sup>2</sup> per invånare. Omvänt tog varje invånare i Sverige i anspråk 643 m<sup>2</sup> mark för import av jordbruksprodukter. Exporten av jordbruksprodukter gick främst till andra europeiska länder, medan importen nästan helt kom från andra världsdelar. Nettoimporten av jordbruksmark var 418 m<sup>2</sup> per invånare i Sverige. De importprodukter som krävde mest importerad jordbruksmark var bomull, kaffe och soja.

I Ställ om förutses en övergång till 100 procent ekologiskt odlat 2050. Dessutom en omställning av livsmedelsproduktionen till mer närodlat och närförädlad. Nettoimporten av åkermarken beräknas vara avvecklade och köttkonsumtionen ha sjunkit från 152 gram per dag till 54 gram enligt de näringsrekommendationer som användes i Towards Sustainable Europe.

Sveriges behov av åkermark för livsmedelskonsumtion inom landet beräknas 2050 att uppgå till knappt två miljoner hektar jämfört med 2,9 miljoner 1990. Av den frigjorda arealen används 200 000 hektar för exportproduktion, kvittad mot import av bomull, kaffe, soja med mera. Runt 300 000 hektar av den frigjorda åkermarken används till odling av energigrödor medan 400 000 hektar inte är in-tecknat.

Merparten av Sveriges nötköttkonsumtion tillgodoses 2050 genom successiv förnyelse av mjölkkoösetningarna. Kött kan också erhållas genom bete med nötkreatur och får på marker som av naturvårdsskäl bör hållas i hävd. Ytterligare kött kan fås från svin och fjäderfä, som kräver mindre arealer än idisslare.

## Skogsprodukter

Räknat per invånare låg Sveriges förbrukning av skogsråvara 1990 nära fyra gånger högre än genomsnittet för de då tolv EU-länderna. Ungefär 40 procent av Sveriges förbrukning användes till papper, lika mycket till sågverksprodukter och resten för energiändamål.

Skogarna är mycket ojämnt fördelade över jordklotet. I Ställ om-rapporten ses det därför som oundvikligt med en ganska omfattande internationell handel med skogsprodukter.

Med de förutsättningar som antagits för uttag av skogsprodukter, nämligen hållbara skogsbruksmetoder och tio procent skyddad skogsareal, beräknas den årliga avverkningen behöva minska från 63,5 miljoner skogskubikmeter 1990 till cirka 50 miljoner skogskubikmeter. Importen av massaved, som uppgick till ungefär fem procent av virkestillförseln 1990, avvecklas också.

En kraftig omställning inom skogsindustrin förutsätts till 2050. Sågverken kan öka sin förbrukning från 18 till 30 miljoner skogskubikmeter per år, medan massaindustrierna minskar sin användning från 45 till 14 miljoner skogskubikmeter. Förbrukningen för tillverkning av spån- och fiberplattor ökar marginellt till tre miljoner skogskubikmeter per år, samtidigt som avverkningen för att få fram brännved minskar marginellt till tre miljoner skogskubikmeter.

Inom byggindustrin förutsätts en övergång från icke förnybara material som cement och metaller till förnybart trä. Detta ligger bakom den föreslagna starkt ökade produktionen av sågad trävara. Tillsammans med minskad avverkning krymper detta utrymme för framställning av pappersmassa mycket påtagligt.

Med ett antagande om att 60 procent av allt papper i Sverige återvinns till papper, och att det mesta används till konsumtion inom landet, kan vi använda 100 kg papper per invånare och år. Användningen låg 1990 på cirka 232 kg per invånare och år. Av detta återvanns cirka hälften för produktion av nytt papper.

För att få fram mer råvara till pappersframställning kan man tänka sig att odla särskilda fibergrödor på en del av de 500 000 hektar frigjord åkermark som inte är in-tecknade. En sådan gröda är spånads- eller industrihampa, som ger hög produktion per hektar. Dess starka växtkraft gör att behovet av ogräsbekämpning är minimalt eller obefintligt.

## Transporter

Biltrafiken stod 1990 för cirka 75 procent av det inrikes persontransportarbetet och tågtrafiken för runt 7 procent. På godssidan hade järnvägen en större andel, 42 procent av antalet tonkilometer.

Inom transportsektorn används stora mängder energi, främst i form av fossila bränslen, vilket orsakar stora utsläpp av koldioxid.

Ett grundläggande problem med bilen som transportmedel är att den kräver mycket utrymme. 240 personer kan färdas till jobbet i 180 bilar, i tre bussar eller i en spårvagn, beräknat på medelbeläggningen i respektive fordonsslag. Utanför städerna läggs värdefull åkermark under asfalt, när motorvägar byggs.

Vägtrafiken orsakar mycket buller. Utomhus vid bostaden utsattes mer än 35 procent av Sveriges befolkning omkring 1990 för buller överstigande 55 decibel A. Merparten av detta buller kom från vägtrafik. Även järnväg och flyg orsakar störande buller, men betydligt färre människor är berörda.

Vägtrafikens stora miljömässiga och andra nackdelar gör att den bör minska mer än vad som sker inom andra samhällssektorer. Även flygtrafiken, där utsläppen per personkilometer oftast är högre än inom biltrafiken, minskas starkt. Men en hög grad av rörlighet kommer ändå att bibehållas, eftersom kollektivtrafik byggs ut kraftigt.

För att minska vägtrafikens miljöeffekter föreslås bland annat fler bilpooler, skärpta hastighetsgränser, etableringsstopp för externa köpcentra, utbyggd spårtrafik i flera städer, investeringar i järnväg, stopp för stora vägbyggen, införande av trängselavgifter i större städer och successiv avveckling av bilavdragen.

För flyget föreslås att landningsavgiften ges en styrande effekt genom att den relateras till flygsträcka, bränsleförbrukning med mera. Flyget ska alltid vara dyrare än tåget!

I Ställ om-rapporten ges inget preciserat mål vad gäller minskning eller ökning av olika trafikslag. De siffror som ges ska ses som ”ett räkneexempel” som innebär att persontrafiken med bil och flyg halveras fram till 2050, att personbilarna blir 50 procent mer energieffektiva och att medelbeläggningen ökar från 1,4 till 2 personer per bil. Flyget kan bli 40 procent effektivare genom mindre bränsleslukande motorer och högre medelbeläggning. Halveringen av antalet personkilometer i bil ersätts med lika delar minskat resande och ökad kollektivtrafik.

För godstransporter beräknas en halvering av tonnage till 2050. Godset utgörs till större delen av produkter från gruvnäringen, metallindustrin och massa- och pappersindustrin. Eftersom en kraftig minskning av produktionen föreslås på dessa områden, får denna minskning ett stort genomslag på det totala tonnage. Frakterna blir i genomsnitt 20 procent kortare, bland annat genom att långväga mattransporter minskar. Frakterna blir också 30 procent effektivare genom åtgärder som bättre samlastning och energisnålare motorer. Sjöfrakterna minskar med 50 procent, och fartygen blir 30 procent effektivare. Den stora minskningen av sjötransporterna beror på att oljefrakterna reducerats till ett minimum. Detta ger utrymme för att flytta en hel del godstransporter från väg till fartyg.

Med de förändringar som skisseras ovan skulle energianvändningen inom transportsektorn minska från 104 terawattimmar 1990 till 23 terawattimmar 2050. Det utgör drygt hälften av de 41 terawattimmar fossila bränslen som ett miljöutrymme på 1,1 ton koldioxid per invånare och år tillåter.

### De som tjänar mest måste ställa om mest

I Ställ om-rapporten konstateras att användningen av naturresurser är ojämnt fördelad även i Sverige. Konsumtionen är starkt kopplad till människors inkomster. De hushåll som har de högsta inkomsterna är också de som i genomsnitt använder mest energi, jordbruksmark, skog med mera. De tar i anspråk flera gånger mer än de som använder minst. Och de ligger skyhögt över sitt rättvisa miljöutrymme. De människor som har lägst inkomster ligger förmodligen ganska nära sitt rättvisa miljöutrymme. Det är alltså de som tjänar mest som måste ändra sina konsumtionsvanor mest. Miljöutrymmesstudierna visar dock att minskad konsumtion kan förenas med bibehållen livskvalitet.

# Koncept med anknytning till rättvist miljöutrymme

## Europe's Share of the Climate Challenge och The 40% Study

*The Big Ask* – så kallar Friends of the Earth Europe (FoEE) sin kampanj för en klimatanpassning av Europas länder. I kampanjen deltar 18 nationella Friends of the Earth, och den stora uppmaning de riktar till sina regeringar är att göra lagligt bindande åtaganden om årliga minskningar av koldioxidutsläppen, så att utsläppen har minskat med 40 procent år 2020. Kampanjen uppmanar också länderna att ge sin rättvisa andel av de pengar som länder i syd behöver för att motverka klimatförändringar och anpassa sig till de förändringar som inte går att undvika.

I *The 40% Study* sammanfattar FoEE resultaten av en större studie, *Europe's Share of the Climate Challenge*, som Stockholm Environment Institute (SEI) gjort i samverkan med FoEE. Att det är möjligt för Europas länder att minska sina CO<sub>2</sub>-utsläpp med 40 procent fram till 2020 och med närmare 90 procent till 2050 visas i *Europe's Share of the Climate Challenge*. Grunden för kravet på en sådan minskning av EU:s och övriga industriländers utsläpp är att detta är nödvändigt om det ska vara möjligt att begränsa höjningen av jordens medeltemperatur till högst två grader Celsius. I *The 40% Study* betonas att länderna i syd har rätt att utveckla ett välstånd som motsvarar det i industriländerna, men att det nu måste ske på ett sätt som är ”rent, effektivt och kolfritt”.

Att industriländerna – som orsakat klimatkrisen – kraftigt skär ner sina utsläpp av koldioxid och hjälper syd att utveckla ett välstånd som inte förutsätter omfattande användning av fossila bränslen kallar FoEE för *klimaträttvisa*. SEI har utvecklat en modell för beräkning av hur bördorna ska fördelas mellan olika länder, kallad *Greenhouse Development Rights*. Enligt denna modell ska EU ha minskat sina utsläpp med 103 procent år 2020 jämfört med 1990 års nivå. Denna siffra ska tolkas som att EU skär ner sina egna utsläpp och samtidigt hjälper syd med utsläppsminskning och anpassning, så att det sammantaget motsvarar en 103-procentig minskning.

I SEI:s studie görs en analys av hur målet om 40 respektive 90 procents minskning av utsläppen av växthusgaser kan nås på ett kostnadseffektivt sätt. Den genomsnittliga EU-medborgarens årliga växthusgasutsläpp minskar från dagens cirka 9 ton till omkring 5,4 ton 2020 och 0,9 ton år 2050, allt räknat som koldioxidekvivalenter. I analysen ingår utsläpp som sker inom EU för att tillgodose konsumtion inom EU. Utsläpp som äger rum i andra länder vid produktion av varor som konsumeras inom EU ingår däremot inte i analysen. Detta innebär en kraftig underskattning av de sammanlagda utsläpp som EU-medborgare har ansvar för. Här finns behov av mer forskning.

SEI betonar att det scenario som beskrivs nedan inte ska ses som den enda vägen, utan att det snarare är en inledande undersökning av om den kraftiga minskning av energianvändningen som enligt vetenskapliga rön måste komma till stånd också är möjlig att genomföra. Man fäster inget större avseende vid hur sannolikt ett förverkligande av scenariot är i rådande läge, med ”otillräcklig politisk vilja och brist på ambition”. Istället har man velat undersöka vad som skulle kunna vara möjligt under antagandet om en ”stor mobilisering för att anta klimatutmaningen”.

### **Friends of the Earths Europas och Stockholm Environment Institutes scenario**

Ett referensscenario och ett hållbarhetsscenario, redovisas parallellt i SEI:s studie. I referensscenariot förutsätts en fortsättning av dagens politik.

I hållbarhetsscenariot har några energikällor, tekniker och handlingsvägar uteslutits:

- Kärnkraften fasas ut på grund av risker med drift av kärnkraftsreaktorer, osäkerhet gällande lagring av kärnkraftsavfall under mycket långa tidsrymder och risken för spridning av klyvbart material för framställning av kärnvapen.
- Infångning och lagring av koldioxid från förbränning av kol (Carbon Capture and Storage, CCS) ingår inte i scenariot. Det är oklart huruvida CCS kan få kommersiell tillämpning och bidra till utfasning av existerande kolkraftverk inom en tillräckligt kort tidsrymd.
- Att industriländer friköper sig från åtgärder i det egna landet genom att investera i klimatåtgärder

i syd – Clean Development Mechanism, CDM – utesluts. CDM är en ursäkt för nord att inte göra nödvändiga klimatinvesteringar på hemmaplan.

- Första generationens biodrivmedel baserade på odlade grödor accepteras inte. De flesta studier kommer fram till att sådana biodrivmedel ökar utsläppen av växthusgaser
- Andra generationens biodrivmedel godtas inte heller. Stora osäkerheter råder beträffande råvarornas hållbarhet, effekter på markanvändning samt ekonomi.

Kärnkraft, olja, kol och fossilgas fasas gradvis ut i hållbarhetsscenariot (se tabell 5). Det som återstår av oljeanvändning 2050 går till transportändamål (flyg, fartyg, bussar och lastbilar). Även fossilgas finns till en mindre del kvar 2050, och den används som reservbränsle i ett elsystem som i huvudsak baseras på förnybara energikällor. Den förnybara energin i hållbarhetsscenariot ökar sin andel av energiförsörjningen från 10 procent 2010 till 22 procent 2020 och 71 procent 2050. Vindkraft på land och till havs svarar för merparten av ökningen. Även rätt mycket solenergi tillkommer. Vattenkraft och bioenergi ligger kvar ungefär på dagens nivå. Minskad användning av ved för direkt uppvärmning uppvägs av en ungefär lika stor ökning för användning av biomassa i kraftvärmeverk.

Tabell 5. Sammanfattning av hållbarhetsscenario med avseende på energianvändning inom EU. Terawattimmar (TWh) per år.

	2010	2020	2050
<b>Biomassa</b>	1 400	1 900	1 500
<b>Kol</b>	3 300	1 300	0
<b>Vattenkraft</b>	400	400	400
<b>Fossilgas</b>	5 000	4 000	900
<b>Kärnkraft</b>	2 600	2 100	0
<b>Olja</b>	7 200	4 700	700
<b>Övriga bränslen</b>	200	200	100
<b>Sol</b>	0	300	600
<b>Vind</b>	100	800	1 700
<b>Totalt</b>	<b>20 200</b>	<b>15 700</b>	<b>5 900</b>

Källa: Heaps m.fl. (2009).

I hållbarhetsscenariot har transporternas tillväxt upphört 2020. Bilens andel av persontransporterna minskar från omkring 75 procent 2010 till 69 procent 2020 och 42 procent 2050. Järnvägen visar en motsatt utveckling. Åtta procent av persontransporterna sker idag på järnväg, en andel som enligt scenariot ökar till 14 procent 2020 och 35 procent 2050. Flygets andel av resandet



minskar obetydligt till 2020, från åtta procent av antalet personkilometer idag till sju procent. År 2050 är andelen fyra procent.

Övergången från energiintensiva väg- och flygtransporter till järnväg, i kombination med starkt ökande användning av elektrifierade fordon, gör att den totala energianvändningen inom transportsektorn kan minska mycket kraftigt till 2050. Förbrukningen av bensin och diesel minskar med nära 90 procent, samtidigt som användningen av elektricitet ökar mer än sex gånger. Detta förutsätter kraftfulla styrmedel, som gör att andelen hybridbilar år 2020 kan vara cirka 20 procent. Andelen bilar med elmotor kan samma år uppgå till ett par procent. Omkring 75 procent av bilparken utgörs fortfarande av fordon med förbränningsmotor. Bränsleförbrukningen per kilometer hos dessa bilar har dock minskat med cirka 30 procent. År 2050 kan alla personbilar vara elektrifierade. Järnvägen förutsätts vara fullt elektrifierad 2030, och 65 procent av alla bussar eldrivna 2050. En annan förutsättning är att EU:s järnvägsnät mer än fördubblas till 2050.

En kraftig minskning av hushållens energianvändning ingår i hållbarhetsscenariot. Reduktionen i förhållande till användningen 2010 är 16 procent 2020 och 63 procent 2050. För att klara detta, förutsätts en kraftansträngning för att minska behovet av energi för uppvärmning. Alla nyproducerade bostäder ska uppfylla passivhusstandard och merparten av existerande bostäder ska 2030 ha byggts om till passivhusnära standard. Idag värms 75 procent av bostäderna i EU genom direkt förbränning av fossila bränslen. Det uppvärmningsbehov som återstår i scenariot tillgodoses med fjärrvärme från kraftvärmeverk, eldrivna värmepumpar och solvärme. Den eldrivna utrustningen i hemmen kommer att öka, men förbättrad energieffektivitet gör att elanvändningen ligger kvar på dagens nivå. Den genomsnittliga bostadsytan förutsätts minska något.

Energianvändningen inom servicesektorn minskar också kraftigt i hållbarhetsscenariot, dock inte lika starkt som inom boendet. Elektricitet utgör en större andel av energianvändningen inom servicesektorn än inom boendesektorn.

Jordbruket svarar för endast cirka två procent av energianvändningen inom EU. Utsläppen av växthusgaser är inte knutna främst till energianvändning utan till gödsling av åkermark (utsläpp av dikväveoxid,  $N_2O$ ) och boskapsskötsel (utsläpp av metan,  $CH_4$ ). Betydande utsläpp av koldioxid sker också från dränerade och uppodlade torvmarker.

Åtgärder mot jordbrukets växthusgasutsläpp handlar om sådant som

- rötning av gödsel
- förändrade gödslingsrutiner
- minskad gödsling
- ändrad sammansättning av foder för att minska utsläpp av metan från idisslares matsmältning
- utfasning av odling på marker med mycket hög halt av organiskt material.

Att dra ner konsumtionen av kött skulle minska utsläppen av växthusgaser inom jordbruket. Avgången av dikväveoxid från kreaturgödsel skulle minska, liksom utsläppen av metan från nötkreatur. Behovet av djurfoder skulle också minska, med reducerad bildning av dikväveoxid på åkermark inom EU och i andra länder som följd. I hållbarhetsscenariot ingår därför en 60-procentig minskning av köttkonsumtionen till 2020.

Stora arealer åkermark skulle frigöras vid en minskad köttkonsumtion. Dessa arealer skulle kunna användas för odling av energigrödor eller upptag av kol ur atmosfären.

Den övergång till elektrisk drift av fordon på väg och järnväg som ingår i hållbarhetsscenariot gör att transportsektorns elanvändning ökar mer än sex gånger mellan 2010 och 2050. Fram till 2020 motsvarar ökningen mer än en fördubbling. Som ett resultat av effektiviseringar är industrins elanvändning 2050 nere i hälften jämfört med 2010. Servicesektorns elanvändning är i stort sett oförändrad, medan hushållens ökar något. Nettoresultatet av dessa – i vissa fall mycket stora – förändringar är att EU:s totala elanvändning ligger på ungefär samma nivå 2050 som 2010.

Om man ser till hur elektriciteten produceras, innehåller scenariot mycket stora förskjutningar. Kol, olja, gas och kärnkraft fasas ut och ersätts främst med en väldig ökning av vindkraft. Även solkraft ökar starkt. Vindkraften ökar från 3,3 procent av elproduktionen 2010 till 22 procent 2020 och 55 procent 2050. Solkraftens andel av elproduktionen ligger nära noll 2010, för att ha ökat till 2,5 procent 2020 och 15 procent 2050. El från kraftvärmeverk minskar sin andel av elproduktionen från 19 procent 2010 till 11 procent 2050. All kraftvärmebase-rad el produceras med biobränslen 2050. Kraftvärmeverkens behov av biobränslen 2050 ligger, enligt FoEE/SEI, väl inom ramen för vad som kan produceras hållbart inom EU. Vattenkraftens elproduktion är i stort sett konstant.

En mycket omfattande vindkraftsutbyggnad ingår i hållbarhetsscenariot. Under perioden 2020–2030, då vindkraftsutbyggnaden är som mest intensiv, tillkommer en produktionskapacitet om 25 gigawatt varje år. Om man antar att de vindkraftverk som sätts upp vardera har en effekt på fem megawatt, vilket motsvarar de allra största av dagens vindkraftverk, behöver 5 000 vindkraftverk sättas upp varje år under perioden. SEI skriver att det är ”en extremt snabb utbyggnad som saknar motsvarighet” och att ”den kanske är sannolik under antagandet av en nödtvungen global klimatomobilisering”.

### Vitt skilda bedömningar av vindkraftspotential

*Bedömningarna av potentialen för vindkraftsproduktion går vitt isär. Tyska luft- och rymdfartscentret (DLR) kommer fram till en potential på 1 332 terawattimmar per år inom EU, medan Europeiska miljöbyrån (EEA) landar på gigantiska 25 102 terawattimmar på land och ytterligare 3 400 terawattimmar havsbaserad vindkraftsproduktion. Skillnaderna tycks delvis kunna förklaras med olika antaganden om genomsnittliga vindhastigheter och storleken på turbinerna. Det verkar också som att man gjort olika antaganden om hur stora markarealer som är tillgängliga för vindkraftsinstallationer. EEA undantar Natura 2000-områden och annan skyddad natur och tar bara med områden där vindkraft kan antas vara ekonomiskt konkurrenskraftig 2030. I övrigt verkar EEA inte tillämpa någon begränsning av hur stora landarealer som kan tas i anspråk för vindkraft. Om det ska vara möjligt att generera de 25 102 terawattimmarna per år måste all passande och tillgänglig mark användas, det må vara bebyggda områden, skogar eller jordbrukslandskap.*

*SEI skriver att ”det är osannolikt att denna vision om att klä stora delar av Europa med vindkraftverk är socialt, politiskt och miljömässigt acceptabel”. SEI kommer ändå fram till att det är rimligare att utgå från EEA:s studie än från den som DLR gjort, eftersom EEA:s redovisning är mycket mer transparent och har mycket mer detaljerad dokumentation. I hållbarhetsscenariot har endast 1 600 terawattimmar vindkraft per år tagit med, eller 5,6 procent av den potential som EEA räknar med.*

*Källa: Heaps m.fl. (2009).*

Produktion av solkraft i Mellanöstern och Nordafrika är ett alternativ med gigantisk potential. Tyska luft- och rymdfartscentret uppskattar den tekniska potentialen till flera hundra tusen terawattimmar per år. Detta skulle räcka till att förse Europa med hela dess energibehov flera gånger om. Den teknik som är aktuell kallas högkoncentrerande termisk solenergi och innebär att speglar eller linser används till att koncentrera solstrålning, som hettar upp vatten till ånga. Denna driver i sin tur en turbin. Om den producerade elkraften överförs som högspänd likström skulle Europa kunna förse

med betydande mängder elektricitet 2050. Energi som fångas in under dagen kan sparas i form av ett smält salt, och frigöras nattetid för att driva ångturbiner. Överskottsvärme skulle kunna användas till att avsalta havsvatten, vilket självfallet är av mycket stort intresse i Mellanöstern och Nordafrika. Den grundläggande teknik som högkoncentrerande termisk solenergi bygger på är redan relativt väl utprovad och finns även i kommersiell drift.

En utbyggnad av ett system av detta slag skulle kräva gigantiska investeringar, även om kostnaderna med tiden skulle sjunka. De enorma kapitalflödena skulle i sig skapa en grogrund för korruption och maktmissbruk. En annan farhåga är att lokalbefolkningen i Nordafrika och Mellanöstern hålls utanför, och att fördelarna bara kommer en liten elit i berörda länder till del.

Trots vissa frågetecken, låter SEI högkoncentrerande termisk solenergi från Nordafrika och Mellanöstern ingå i hållbarhetsscenariot från 2030, och den antas 2050 svara för 7,5 procent av Europas elförsörjning.

En grundläggande svaghet med vindkraft och solenergi är att variationerna i tillgång är stora mellan olika delar av året. Tillgången till vindkraft är bäst under vinterhalvåret, medan solenergin ger mest under sommarhalvåret. Tillgången kan dessutom variera kraftigt mellan olika dagar. Solen lyser också starkare i söder än i norr, och omvänt har vindkraft störst potential i norr. Den skiftande tillgången gör att elsystemet måste vara överdimensionerat i förhållande till det egentliga effektbehovet, eftersom alla tillfällen med god tillgång måste utnyttjas. Detta ökar givetvis kostnaderna. Problemen mildras av att regionala toppar i efterfrågan på elektricitet är utspridda i både tid och rum.

Det finns ett antal olika sätt att hantera variationerna i produktion av och efterfrågan på elektricitet. Det handlar både om tekniker för överföring och för lagring. Två berörs här.

En utbyggnad av kapaciteten för överföring av el inom EU – alltså nätet av kraftledningar – skulle underlätta en balansering av tillgång och efterfrågan. Med dagens kraftledningsnät för högspänd växelström skulle överföringsförlusterna dock bli för stora, eftersom det handlar om överföring av el på mycket stora avstånd. Att istället överföra elektriciteten som högspänd likström skulle minska förlusterna till mindre än hälften. Detta skulle kräva en storskalig utbyggnad av en ny infrastruktur för överföring av elektricitet över hela Europa, vilket naturligtvis skulle föra med sig stora kostnader. Det skulle enligt SEI också kunna skapa konflikter på grund av inverkan på landskapsbilden och anspråk på mark.



Om det i framtidens Europa kommer att finnas hundratals miljoner laddhybrider och renodlade elbilar, kommer dessa fordon förutom sin transportfunktion också att kunna ha en funktion som reservoarer för elektrisk energi. Bilarna kommer att kunna konstrueras på ett sådant sätt att fordon som inte används automatiskt matar ut elektricitet på elnätet, vid tillfällen då tillförseln av till exempel vindgenererad el är otillräcklig. Antalet bilar i Europa uppgår i hållbarhets-scenariot till 263 miljoner år 2050. Om man antar att en tredjedel av dessa bilar vid varje givet tillfälle inte används och därför är redo att mata ut elektricitet på elnätet, och om man vidare antar att de matar ut el med samma effekt som de laddas, 2,5 kilowatt, skulle de enligt SEI:s uppskattning kunna förse elnätet med en effekt om 217 gigawatt, vilket motsvarar mer än hälften av det förmodade maximala effektbehovet.

SEI har beräknat hållbarhets-scenariots nuvärde i relation till ett referensscenario, där den rådande politiken enkelt uttryckt skrivits fram, och har funnit ett nuvärde som motsvarar omkring två procent av Europas ackumulerade diskonterade BNP mellan 2010 och 2020. I den internationellt mycket uppmärksammade *The Stern Review on Climate Change*, skriven av ekonomen Nicholas Stern på uppdrag av Storbritanniens regering, kommer man fram till att kostnaden för att inte göra någonting för att motverka klimatförändringar kan komma att orsaka förluster i världens samlade BNP på åtminstone fem procent men möjligen över 20 procent. En anpassning av energisystemet och samhällsapparaten i stort för att motverka utsläpp av växthusgaser är dyrt, men att inta en passiv hållning kan alltså visa sig vara många gånger dyrare.

## Measuring our Resource Use

Europa är starkt beroende av importerade naturresurser, och beroendet ökar. Importen och användningen av dessa resurser påverkar hela världen. Bland annat därför finns det en utbredd medvetenhet om behovet av att bli mer resurseffektiv. Någon mätning av hur mycket resurser EU använder existerar dock inte, och inte heller någon uttalad ambition att göra resursanvändningen effektivare. Friends of the Earth Europe (FoEE) kräver därför att EU tar initiativ till att resursanvändningen börjar mätas, och till införandet av styrmedel som stimulerar en effektivare resursanvändning. EU bör också anta långsiktiga mål och strategier för att minska unionens användning av naturresurser.

I trycksaken *Measuring our Resource Use* föreslår FoEE att EU använder fyra indikatorer:

**Mark**, uttryckt i hektar. Mark som används inom och utanför EU för att producera råvaror (mat, foder, fibrer, trä med mera) som konsumeras inom EU.

**Material**, uttryckt i ton. Material som används vid produktion, inom eller utanför EU, av varor som används inom EU. Siffrorna kan fördelas på olika slags material, till exempel mineraler och biologiskt material.

**Vatten**, uttryckt i liter. Vatten som används inom eller utanför EU för att tillgodose behov och efterfrågan inom EU.

**Utsläpp av växthusgaser**, uttryckt i ton koldioxidequivallenter. Utsläpp som direkt eller indirekt orsakas av aktiviteter och konsumtion inom EU. Utsläppen kan alltså ske både inom och utanför EU.

Dessa indikatorer är väl etablerade i vetenskaplig litteratur, de mäter tydliga fysiska storheter och de mäts med metoder som relativt enkelt kan följas och förstås.

Inverkan på biologisk mångfald mäts inte direkt med någon av indikatorerna. Använd mark är dock i många sammanhang ett bra indirekt mått på hur biologisk mångfald påverkas. Utsläpp av farliga kemikalier eller föroreningar mäts inte heller med någon av indikatorerna, men på detta område visar erfarenheten att föreskrifter och regleringar är effektivare.

De fyra indikatorerna kan användas av EU och enskilda regeringar för att sätta upp mål, mäta måluppfyllelse, vidta åtgärder och bedöma effekter av ändrad policy. Företag kan använda indikatorerna för att bedöma och effektivisera resursanvändning inom företaget.

Inom EU är det lätt hänt att olika delar inom den väldiga administrationen och politiska apparaten drar åt olika håll. Det kan också inträffa att beslutade åtgärder inte leder till önskat resultat. Att mäta resursanvändningen är ett viktigt verktyg för att försäkra sig om att beslut på miljö- och klimatområdet verkligen leder till minskad miljöbelastning och klimatpåverkan. Mätningarna kan också ingå i miljökonsekvensbeskrivningar.

## Planetary Boundaries

Under de cirka 10 000 år som förflutit sedan senaste istiden – en tidsperiod som kallas holocen – har det rått ovanligt stabila förhållanden på jorden. Det var i början av holocen som människan anträdde den väg som ledde fram till dagens högteknologiska industriella eller postindustriella samhälle. Det började med att hon kom

på hur man brukar jorden. Jordbruket krävde bofasthet, vilket i sin tur ledde fram till de första så kallade högkulturererna några tusen år senare. De allra flesta människor fortsatte genom de årtusenden som följde att försörja sig på jordbruk och boskapsskötsel. Under 1800-talet genomgick jordbruket revolutionerande förändringar – bland annat införande av handelsgödsel – i Västeuropa, vilket radikalt ökade produktionen. Under samma sekel inleddes en accelererande urbanisering, men det var inte förrän 2008 som en majoritet av världens människor bodde i städer. Sedan 1800-talet har antalet människor på jorden ökat från en miljard till närmare sju miljarder. Och i industriländerna har konsumtionen av naturresurser per person mångdubblats.

Det finns mycket som talar för att de sällsynt stabila förhållandena på jorden under holocen varit en förutsättning för denna exempellösa utveckling. Under de hundratusentals till miljontals år som människan och hennes föregångare fört ett nomadiserande liv som jägare/samlare var klimatet betydligt mer variabelt än under holocen. Nomadiserande människor och förmänniskor kunde förflytta sig över jordytan i takt med att ändrade klimatmönster skapade nya förhållanden. När praktiskt taget hela mänskligheten nu är bofast, och över tre miljarder människor bor i städer, finns inte längre möjligheten att flytta i takt med ändrat klimat.

Mänskligheten har alltså gjort sig beroende av de stabila förhållanden som rått under holocen. Det framstår därför som smått ironiskt att det är människan själv som tycks vara på väg att rubba den stabilitet som blivit en förutsättning för hennes levnad. Även om människan inte råder över alla naturkrafter, har hon med hjälp av sin teknologi blivit en aktör som med eller utan avsikt påverkar grundläggande förhållanden på jorden. Det har därför föreslagits att planeten sedan 1800-talets industriella revolution befinner sig i en ny tidsålder – antropocen.

Människan som nybliven naturkraft har föranlett en forskargrupp under ledning av Johan Rockström på Stockholm Resilience Centre att 2009 lansera begreppet *Planetary Boundaries*. Det skedde genom en uppmärksammat artikel i den vetenskapliga tidskriften *Nature*. Forskargruppen har identifierat livsuppehållande biofysiska system eller processer som är på väg att rubbas till följd av mänsklig verksamhet. För varje system eller process har man försökt att fastställa en gränsnivå, planetgräns, som inte får överskridas, om det ska gå att undvika oacceptabla globala miljöförändringar. Dessa gränser kan sägas definiera ett säkert handlingsutrymme, som mänskligheten bör hålla sig inom.

Forskargruppen har identifierat nio olika biofysiska system eller processer samt planetgränser för påverkan av dessa som inte bör överskridas. Det gäller

- klimatet
- biologisk mångfald
- kvävet och fosfors kretslopp
- världshavens surhetsgrad
- stratosfärens ozonskikt
- resurserna av sötvatten
- markanvändningen
- aerosoler i atmosfären
- kemisk förorening.

Om man ser till klimat, biologisk mångfald och kvävet kretslopp har de säkra gränserna redan passerats. För flera av de övriga systemen eller processerna ligger mänskligheten farligt nära att gå över gränsen. Vad gäller aerosoler och kemisk förorening ger dagens kunskap inte tillräckligt underlag för att föreslå några gränser. I tabell 6 (sidan 17) redovisas föreslagna planetgränser, dagens tillstånd och förindustriella värden för de nio systemen eller processerna.

### **Växelverkan mellan olika planetgränser – ett exempel från Borneo**

Det finns många exempel på inträffad eller befarad växelverkan mellan olika planetgränser. De senaste 30 årens utveckling på den stora ön Borneo i Sydostasiens övärld är ett mycket tydligt exempel på vad överträdelse av gränser i den regionala skalan kan leda till.

Under de senaste 30 åren har Borneos regnskogar varit föremål för storskalig exploatering, framför allt för uttag av ädelträ och anläggning av plantager med oljepalm. Under 1980- och 1990-talen har mer timmer skeppats ut från den tropiska ön (som är 1,6 gånger större än Sverige) än från Afrika och Latinamerika sammantaget. Skogarna i Kalimantan, som är Indonesiens del av Borneo och täcker cirka tre fjärdedelar av öns yta, är nedhuggna eller tömda på timmer, utom i naturskyddade områden, men även där har omfattande olagliga avverkningar ägt rum. Genom att skogarna blivit öppnare, om de alls finns kvar, har de blivit mycket känsliga för de oregelbundet återkommande torra perioderna under El Niño. Tidigare kunde skogen förnya sig under den tillfälliga torkan, eftersom träden då hade goda betingelser för fruktsättning och frögroning. Idag störs istället trädens förökning, djurlivets reproduktionscykler och lokalbefolkningens försörjningsmöjligheter under El Niño, och bränder sprider sig okontrollerat genom skogen, som blir ännu mer utarmad.

Tabell 6. Livsuppehållande biofysiska system eller processer samt parametrar och föreslagna planetgränser.

System eller process	Parametrar	Föreslagen planetgräns	Dagens tillstånd	Förindustriellt värde
<b>Klimatet</b>	1. CO <sub>2</sub> -koncentration i atmosfären (miljondelar räknat på volym)	350	387	280
	2. Förändringar av strålningsbalansen i atmosfären (watt/m <sup>2</sup> )	1	1,5	0
<b>Biologisk mångfald</b>	Utrotningstakt (antal arter per miljon arter och år)	10	>100	0,1–1
<b>Kvävet och fosfors kretslopp</b>	1. Mängd kvävgas, N <sub>2</sub> , som avlägsnas ur atmosfären för mänsklig användning (miljoner ton per år)	35	121	0
	2. Mängd fosfor, P, som förs ut i världshaven (miljoner ton per år)	11	8,5–9,5	~1
<b>Världshavens surhetsgrad</b>	Global genomsnittlig mättnad av aragonit (en form av kalciumkarbonat, CaCO <sub>3</sub> ), i ytvattnet	2,75	2,9	3,44
<b>Stratosfärens ozonskikt</b>	Koncentrationen av ozon (dobson-enheter)	276	283	290
<b>Resurserna av sötvatten</b>	Användning av sötvatten (km <sup>3</sup> /år)	4 000	2 600	415
<b>Markanvändningen</b>	Andel av global isfri landareal som omvandlats till åkermark (procent)	15	11,7	Låg
<b>Aerosoler (små partiklar) i atmosfären</b>	Partikelkoncentration i atmosfären, på regional basis		Färdigt förslag saknas	
<b>Kemisk förorening</b>	Tänkbara förslag: 1. Mängden utsläppt(a) eller koncentrationen av persistenta organiska föroreningar, plaster, hormonrubbande substanser, tungmetaller och radioaktivt avfall i den globala miljön 2. Effekter av utsläpp eller koncentration på ekosystem och på funktionen av "systemet jorden" (integrerade biofysiska och socioekonomiska processer på jorden och interaktionen dem emellan)		Färdigt förslag saknas	

Källa: Rockström m.fl. (2009a).

En växelverkan mellan planetgränserna för biologisk mångfald, markanvändning och klimat har skapat en situation, där utarmad biodiversitet och skogsskövling ökat känsligheten för extrema klimathändelser (torka). De mycket omfattande bränderna i Indonesien under 1997 beräknas ha orsakat utsläpp av mellan tre och nio miljarder ton koldioxid, vilket motsvarar mellan 15 och 40 procent av världens utsläpp av CO<sub>2</sub> från förbränning av fossila bränslen det aktuella året.

### Ekologiskt fotavtryck

I boken *Our Ecological Footprint. Reducing Human Impact on the Earth* lanserade Mathis Wackernagel med flera 1996 begreppet ekologiskt fotavtryck. *Global Footprint Network*, som bildades 2003, informerar om ekologiska fotavtryck, gör kontinuerliga beräkningar av länders ekologiska fotavtryck och ger ut publikationer. Bland publikationerna märks *Living Planet Report*, som ges ut vartannat år. Utgivningen sker i samverkan med bland

andra WWF. Uppgifter om länders ekologiska fotavtryck kompletteras i Living Planet Report med information om biologisk mångfald och den pågående mycket snabba artutrotningen.

Begreppet ekologiskt fotavtryck används för att mäta och åskådliggöra människans användning av biologiskt produktiva mark- och vattenområden. Det ekologiska fotavtrycket motsvarar den sammanlagda yta av åkermark, betesmark, skog och fiskevatten som krävs för att med dagens teknik tillgodose konsumtionen av mat, fibrer och trä. I ytan ingår inte improduktiva eller mycket lågproduktiva områden, som öken, glaciär och öppen ocean. Däremot ingår den areal som krävs för att absorbera den koldioxid som släpps ut vid användningen av fossila bränslen och vid avskogning, sedan den koldioxid som tas upp av havet dragits ifrån. Slutligen ingår arealen bebyggd mark. Ekologiskt fotavtryck kan mätas på olika nivåer – från en enda individs avtryck till hela mänsklighetens.

Den del av det ekologiska fotavtrycket som används till att producera mat, fibrer och trä existerar i verkligheten, medan däremot arealen som krävs för att absorbera utsläppt koldioxid är teoretiskt beräknad. I modellen räknar man med att det är skog som absorberar koldioxiden, eftersom det också är vad som sker i naturen med det mesta av den koldioxid som inte tas upp av havet. Denna areal utgör för många länder, främst industriländer och oljerika länder runt Persiska viken, den helt dominerande delen av det ekologiska fotavtrycket.

Det ekologiska fotavtrycket uttrycks i enheten *globalhektar*. Det är ett hektar vars förmåga att producera biologiska resurser och att absorbera koldioxid motsvarar ett världsgenomsnitt för biologiskt produktiva mark- och vattenområden. Den biologiska produktionsförmågan och förmågan att absorbera koldioxid kallas för *biologisk kapacitet* eller *biokapacitet*.

Beräkningar av alla länders ekologiska fotavtryck har i efterhand gjorts från och med år 1961. Det året togs mindre än hälften av jordens biologiska kapacitet i anspråk. Under 1980-talet översteg mänsklighetens ekologiska fotavtryck för första gången hela planetens biokapacitet. År 2005 var det samlade ekologiska fotavtrycket 30 procent större än biokapaciteten.

Koldioxidavtrycket dominerar idag mänsklighetens ekologiska fotavtryck. Sedan 1961 har koldioxidavtrycket ökat mer än tio gånger.

Den extremt ojämlika fördelningen av konsumtion, räknat per invånare, mellan världens länder framgår tydligt både av den grafiska presentationen och av tabeller i Global Footprint Networks olika rapporter. Men denna skillnad kommenteras inte närmare i texten. I Living Planet Report 2008 finns några ”ofta ställda frågor” i slutet av rapporten. En av frågorna gäller just om det ekologiska fotavtrycket anger vad som är en ”rättvis” fördelning av resurser. Svaret som ges är att resursfördelning är en politisk fråga. Beräkningar av ekologiska fotavtryck kan berätta om hur mycket biologisk kapacitet som finns tillgänglig per person, men de säger ingenting om hur biokapaciteten bör fördelas mellan individer eller länder. Däremot erbjuder beräkningarna, enligt Living Planet Report, ett sammanhang i vilket sådana diskussioner kan föras.

### **Kyotoprotokollet och United Nations Framework Convention on Climate Change**

Kyotoprotokollet reglerar de åtaganden som världens länder gjort för att motverka klimatförändringar. Det är 37 industriländer plus EU som har bindande åtaganden om begränsning eller minskning av sina utsläpp av växthusgaser. För utvecklingsländerna finns inga motsvarande åtaganden. Protokollet antogs i Kyoto i Japan i december 1997 och trädde i kraft i februari 2005.

USA har skrivit under men inte ratificerat Kyotoprotokollet. I övrigt är det bara några obetydliga stadsstater samt två ”icke-fungerande stater” (*failed states*) som varken undertecknat eller ratificerat avtalet. De ”icke-fungerande staterna” är Afghanistan och Somalia. Utanför protokollet står dessutom Puerto Rico, Västsahara och Taiwan, samtliga med oklar eller omstridd territoriell status.

Formellt sett är Kyotoprotokollet underordnat United Nations Framework Convention on Climate Change, som förkortas UNFCCC och ofta kallas klimatkonventionen. Klimatkonventionen lägger grunden för det samarbete som världens länder bedriver i ansträngningarna att motverka klimatförändringar. Konventionen innehåller inga bindande krav på utsläpps begränsningar. UNFCCC antogs vid den stora miljökonferensen i Rio de Janeiro i Brasilien 1992 och trädde i kraft i mars 1994. Praktiskt taget alla världens länder har ratificerat FN:s klimatkonvention.

Klimatkonventionen innehåller formuleringar som tydligt knyter an till tankarna bakom begreppet rättvist miljöutrymme, alltså principen om en rättvis fördelning och hållbar användning av jordklotets begränsade naturresurser. På konventionens första textsida slås fast



att alla länder har ett ”gemensamt men differentierat ansvar”. På samma sida konstateras vidare att

- ”den största delen av historiska och nuvarande globala utsläpp av växthusgaser har sitt ursprung i industriländer”
- ”utsläppen per capita i utvecklingsländer fortfarande är relativt små”
- ”den andel av de globala utsläppen som har sitt ursprung i utvecklingsländer kommer att växa för att tillgodose deras sociala behov och behov av utveckling”.

Det är dessa formuleringar i klimatkonventionen som utgör grunden för Kyotoprotokollets fördelning av utsläpps begränsningarna. Klimatkonventionen gäller visserligen enbart utsläpp av växthusgaser, men rent principiellt ligger formuleringarna slående nära tankarna bakom rättvist miljöutrymme.

## Det saknade miljömålet

Miljöförbundet Jordens Vänner (MJV) gav 2004 ut skriften *Det saknade miljömålet*. En andra, omarbetad och kraftigt utökad upplaga publicerades 2009. MJV ville med skriften visa på behovet av ett kompletterande miljömål, som tar upp miljöeffekter i andra länder av svensk konsumtion. Miljömålssystemet ska betraktas som ett slags handlingsprogram för Sveriges miljöpolitik. I de två miljömål som gäller problem av utpräglat internationell karaktär, nämligen Begränsad klimatpåverkan och Skyddande ozonskikt, anläggs ett internationellt perspektiv. Men i övriga miljömål förekommer kortfattade formuleringar om miljöeffekter i andra länder bara på ett par ställen. Det måste ses som mycket anmärkningsvärt, i en höggradigt globaliserad värld.

Störst intresse i Det saknade miljömålet riktas mot biologisk mångfald och den pågående accelererande artutrotningen. Med ett sådant perspektiv är det oundvikligt att komma in på markanvändning, eftersom ändrad markanvändning, i detta fall framför allt omvandling av tropisk regnskog till odlings- och betesmark, är det klart största hotet mot jordens växt- och djurliv.

I elva fallstudier, som alla gäller förnybara produkter från skog, jord eller hav, studeras hur Sverige genom sin

import bidrar till miljöpåverkan i andra länder. Exempel på produkter är bomull, palmolja, brasilianskt nötkött och kaffe. I andra upplagan ägnas rätt stort utrymme åt utsläpp av växthusgaser, då särskilt palmolja och brasilianskt nötkött kan kopplas till mycket stora utsläpp av koldioxid. Det är avverkning av regnskog som orsakar utsläppen av CO<sub>2</sub>. I Indonesien ger dränering av tidigare regnskogsbevuxna torvmarker, i samband med anläggning av plantager med oljepalm, ett mycket väsentligt bidrag till utsläppen. Från dessa torvmarker avges gigantiska mängder koldioxid.

Import av produkter från jordbruk, skogsbruk eller fiske innebär att det importerande landet tar i anspråk mark eller fiskevattnen i det land där produkterna har sitt ursprung. I åtta av Det saknade miljömålets elva fallstudier har den ianspråktagna markarealen beräknats. I tre av fallstudierna har det inte varit möjligt. Den beräknade ianspråktagna markarealen uppgår till totalt cirka 7 000 km<sup>2</sup>, vilket motsvarar drygt två gånger Gotlands yta.

I början av skriften (kapitel 2, Rättvist miljöutrymme – ett omvälvande begrepp) belyses konsumtionens extremt ojämna fördelning mellan världens länder. USA, som hade 4,6 procent av världens befolkning 2005, svarade samma år för 25 procent av förbrukningen av papper och kartong. I Nigeria levde 2,2 procent av världens människor 2005, men landets förbrukning av papper och kartong motsvarade bara 0,1 procent av världens konsumtion det året. Användningen av elektricitet är lika ojämnt fördelad, och den totala energianvändningen kommer inte långt efter. Kött- och framför allt fiskkonsumtionen är jämnare fördelad, men även i fråga om kött och fisk svarar industriländerna för en oproportionerligt stor del av konsumtionen.

Det saknade miljömålet innehåller också ett förslag till nytt miljö kvalitetsmål, inklusive delmål, om begränsad miljöpåverkan i andra länder. I skriften framhålls att avsikten med detta är att visa att det är möjligt att formulera ett miljömål med denna inriktning. Det sägs också att det inte är nödvändigt att införa ett nytt miljömål, utan att det vore möjligt att komplettera befintliga miljö kvalitetsmål med delmål om begränsad miljöpåverkan i andra länder.

# Hur står sig de svenska beräkningarna?

Det går inte att göra några direkta jämförelser mellan beräkningarna i Ställ om-rapporten och de senare beräkningar som refereras i kapitlet Koncept med anknytning till rättvist miljöutrymme. Likheter mellan beräkningarna i Ställ om-rapporten och Europe's Share of the Climate Challenge är dock ganska stora, varför här görs ett försök till översiktlig jämförelse. På ett mer övergripande plan jämförs också Ställ om-rapporten och ett par av de föreslagna planetgränserna i Planetary Boundaries. Slutligen kommenteras kortfattat en anknytning till Det saknade miljömålet.

## Europe's Share of the Climate Challenge

Det finns en viktig principiell skillnad mellan konceptet Ställ om för rättvist miljöutrymme och Europe's Share of the Climate Challenge. I Ställ om-rapporten är utgångspunkten att på ett rättvist sätt minska den totala miljöbelastningen till en hållbar nivå, och där är utsläppen av växthusgaser bara en av flera faktorer som ingår i förutsättningarna. Europe's Share of the Climate Challenge är däremot helt och hållet uppbyggd kring målsättningen att skära ner utsläppen av växthusgaser till hållbar nivå, på ett sätt som innebär att det är världens rika länder som får stå för de stora minskningarna. Dessutom gäller att Ställ om-rapporten handlar om Sverige medan Europe's Share omfattar alla 27 EU-länder.

Trots delvis olika utgångspunkter är rapporterna alltså ganska lika. Det kan förklaras med att miljöeffekter av verksamhet inom många olika samhällssektorer kan uttryckas i termer av utsläpp av koldioxid eller andra växthusgaser. Det gäller CO<sub>2</sub>-utsläpp kopplade till boende, transporter och delvis även industriell verksamhet. Det gäller i viss utsträckning också jordbruk, men då inte i första hand utsläpp av koldioxid utan av metan och dikväveoxid. Även ändrad markanvändning – särskilt när det handlar om att omvandla naturskog till jordbruksmark eller att dränera torvmark i tropisk regnskog – kan leda till mycket stora utsläpp av koldioxid. CO<sub>2</sub>-utsläpp från ändrad markanvändning är idag till större delen kopplade till skövling av regnskog och till dränering av torvmarker i Indonesien, och de kan därför användas som ett indirekt mått på artutrotning.

Det finns naturligtvis miljöpåverkan som är svår eller omöjlig att uttrycka i termer av koldioxidutsläpp. Exempel är – för att återknyta till Planetary Boundaries – sådan utarmning av biologisk mångfald som inte har att göra med ändrad markanvändning (till exempel destruktivt fiske eller införande av främmande arter), störningar av kvävet och fosfors kretslopp, nedbrytning av stratosfärens ozonskikt, överutnyttjande av sötvattenresurserna och kemisk förorening. Inte heller användning av icke-förnybara material och skogsprodukter, som ingår i Ställ om-rapporten, går att "översätta" till utsläpp av växthusgaser.

I tabell 7 jämförs energiscenarierna i Ställ om och Europe's Share. Siffrorna i tabellen är relativa. De säger alltså ingenting om energianvändningen i absoluta tal utan anger hur energianvändningen förändras över tid i de två scenarierna. Observera att Ställ om-rapporten behandlar Sverige och Europe's Share alla de 27 länder som ingår i EU. Siffran 100 representerar den totala energianvändningen för inhemsk konsumtion i Sverige 1990 respektive i EU 2010. Med hjälp av de övriga siffrorna kan man sedan följa hur energianvändningen utvecklas, både totalt och nedbrutet på olika energikällor, i respektive scenario.

Siffrorna i tabell 7 har beräknats på grundval av uppgifter i tabell 2 (sidan 8), tabell 4 (sidan 9) och tabell 5 (sidan 12). Summan av siffrorna i varje kolumn ska vara lika med den översta siffran. Avvikelser förklaras i huvudsak med avrundningsfel. Se vidare Bilaga 1.

Tabell 7. Relativ förändring av energianvändning för inhemsk konsumtion enligt Ställ om för rättvist miljöutrymme respektive Europe's Share of the Climate Challenge.

	1990	2010	2020	2050
<b>STÄLL OM</b>				
<b>Energi totalt</b>	<b>100</b>	78	-	47
varav				
- fossila bränslen	52	40	-	7
- kärnkraft	15	0	-	0
- vattenkraft	15	14	-	12
- vindkraft	0	2	-	3
- sol	0	1	-	2
- biobränslen	14	20	-	21
- avfall	1	2	-	2
- torv	1	0	-	0
<b>EUROPE'S SHARE</b>				
<b>Energi totalt</b>	-	<b>100</b>	78	29
varav				
- fossila bränslen	-	77	50	8
- kärnkraft	-	13	10	0
- vattenkraft	-	2	2	2
- vindkraft	-	0	4	8
- sol	-	0	1	3
- biobränslen	-	7	9	7
- övriga bränslen	-	1	1	0

Källor: Eriksson, Eriksson & Berkow (1998), Heaps m.fl. (2009) och NUTEK (1991).



Vad som tydligt framgår av tabell 7 är att energianvändningen skärs ner betydligt mer radikalt i Europe's Share än i Ställ om. Det beror delvis på en kraftigare minskning av användningen av fossila bränslen i Europe's Share. I ännu högre grad förklaras skillnaden med att Ställ om räknar med en kraftig ökning av biobränsleanvändningen, som ligger på en konstant nivå i Europe's Share. En annan tydlig skillnad mellan scenarierna är att Europe's Share räknar med en betydligt större utbyggnad av vindkraften. I Ställ om ingår en fördubbling av avfallsförbränningen, medan avfall som energikälla över huvud taget inte tas med i de beräkningar som görs i Europe's Share.

Om man ser till utsläpp av koldioxid har de båda scenarierna påtagliga likheter (se tabell 8). Observera dock att Ställ om räknar enbart med koldioxid medan Europe's Share använder enheten koldioxidekvivalenter. Om Ställ om-siffrorna inkluderade andra växthusgaser (främst metan och dikväveoxid) skulle värdena stiga med cirka 30 procent.

Tabell 8. Utsläpp av koldioxid i Ställ om för rättvist miljöutrymme respektive Europe's Share of the Climate Challenge. Ton CO<sub>2</sub> per person och år (Ställ om) respektive ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per person och år (Europe's Share).

	1990	2010	2020	2050
<b>Ställ om</b>	6,9	4,9		1,1
<b>Europe's Share</b>		9,0	5,4	0,9

Källor: Eriksson, Eriksson & Berkow (1998) och Heaps m.fl. (2009).

I Ställ om-rapporten räknar man med att köttkonsumtionen minskar med nära två tredjedelar mellan 1990 och 2050. Detta bidrar till att 900 000 hektar åkermark frigörs varav en tredjedel används till energigrödor.

Även i Europe's Share ingår en kraftig minskning av köttkonsumtionen. Här beräknas en 60-procentig minskning till 2020. Man konstaterar att stora arealer åkermark skulle frigöras vid en minskad köttkonsumtion, och att dessa arealer skulle kunna användas för odling av energigrödor eller upptag av kol ur atmosfären. I Ställ om-rapporten anges inget preciserat mål vad gäller trafikens utveckling. Istället redovisas vad som kallas ett räkneexempel. Enligt detta halveras persontrafiken med bil och flyg till 2050 och ersätts med lika delar minskat resande och ökad kollektivtrafik. Personbilarna blir 50 procent mer energieffektiva, och medelbeläggningen ökar från 1,4 till 2 personer per bil. Godstransporterna halveras till 2050. Investeringarna i järnvägens infrastruktur bör minst fördubblas. Energianvändningen

inom transportsektorn minskar från 104 terawattimmar 1990 till 23 terawattimmar 2050.

I det scenario Europe's Share redovisar minskar bilens andel av persontransporterna från omkring 75 procent 2010 till 42 procent 2050. Motsvarande siffror för persontransporterna med järnväg är 8 procent idag och 35 procent 2050. Flygets andel minskar från 8 procent av antalet personkilometer 2010 till 4 procent 2050. Den totala energianvändningen inom transportsektorn minskar mycket kraftigt till 2050. Förbrukningen av bensin och diesel minskar med nära 90 procent, samtidigt som elanvändningen ökar med sex gånger. Scenariot innebär att alla personbilar kan vara elektrifierade 2050. Järnvägen förutsätts vara fullt elektrifierad 2030, och 65 procent av alla bussar eldrivna 2050. En annan förutsättning är att EU:s järnvägsnät mer än fördubblas till 2050.

### Planetary Boundaries

Hela konceptet Planetary Boundaries ligger på en mycket övergripande, generell nivå. Det är därför svårt eller omöjligt att använda de föreslagna planetgränserna som utgångspunkt för beräkningar av rättvist miljöutrymme på nationell nivå. Två av gränserna, de som gäller klimat och markanvändning, kan ändå utgöra grund för en diskussion om ett par aspekter av rättvist miljöutrymme.

Beträffande klimat kan sägas att de två föreslagna planetgränserna har tagits fram med utgångspunkten att höjningen av jordens medeltemperatur inte får bli mer än två grader. Att den globala uppvärmningen inte får bli större än så kan sägas vara en allmänt omfattad ståndpunkt. Två-gradersmålet skrevs in i överenskommelsen vid FN:s klimatkonferens i Cancún 2010. I överenskommelsen ingår också att utreda om detta mål ska ersättas med max 1.5 grader. Allt mer talar för att halten CO<sub>2</sub> i atmosfären inte får överstiga 350 miljondelar, om det ska gå att nå målet om högst två graders uppvärmning. Detta har dock inte fått genomslag i klimatförhandlingarna, där man fortfarande talar om högst 450 miljondelars koldioxidhalt. Den föreslagna planetgränsen för halten av koldioxid är 350 miljondelar. Allt detta bekräftar att den målsättning om radikalt minskade utsläpp av koldioxid som ingår i Ställ om-rapporten var väl avvägd.

Den planetgräns gällande markanvändning som föreslås är att inte mer än 15 procent av jordens isfria landyta får odlas upp till åkermark. Idag är andelen cirka 12 procent. Det konstateras att de tre procentenheter som återstår i stort sett redan är in-tecknade, och att faktorer

som påverkar efterfrågan på odlingsmark är befolkningsstorlek, diet, konsumtion per capita och svinn. Mot den bakgrunden är det uppenbart att det saknas utrymme för industriländerna att öka sitt ianspråkande av mark i syd genom import av jordbruksprodukter. Snarare handlar det om att nord måste minska sin ”import” av mark. Sett i detta ljus framstår importen av sockerrörsetanol från Brasilien som högst tvivelaktig. Ställningstaganden i Ställ om-rapporten ligger väl i linje med ovanstående.

### **Det saknade miljömålet**

En tydlig anknytning till Rättvist miljöutrymme finns också i *Det saknade miljömålet*, som lyfter fram Sveriges import av produkter från jord och skog i syd och vad detta medför i form av miljöpåverkan i de länder varifrån produkterna härstammar. Det saknade miljömålet kan ses som en fyllig bakgrundsbeskrivning till och motivering för Ställ om-rapportens ställningstagande att nettoimporten av jordbruksmark bör avvecklas.

# Rättvist miljö- utrymme kräver föränd- ringsprocesser

”Vi kan aldrig konsumera oss fram till ett hållbart samhälle. Det behövs också stora ändringar i produktionen och det behövs pådrivande politiska beslut, både lokalt, nationellt och internationellt.” *Hållbare Svensson* (Miljöförbundet Jordens Vänner, 1998)

Beräkningarna för rättvist miljöutrymme har ofta beskrivits framförallt som räkneexempel. Det är bara delvis rätt, beräkningarna bevisade att det över huvud taget gick att beräkna det rättvisa miljöutrymme samt att det faktiskt skulle vara möjligt att upprätthålla en relativt hög konsumtionsnivå även i rikare länder med nyttjande av mindre resurser. Men till helheten bör också läggas förutsättningen som innebar stora omställningsprocesser av konsumtion och produktion och en enorm omfördelning av resurser mellan rika och fattiga länder. Detta har också setts som en svaghet i systemet när en bedömning av användbarheten i det svenska miljömålsarbetet har gjorts, t ex i rapporten *Den svenska konsumtionens globala miljöpåverkan*. Här kan naturligtvis

den motsatta uppfattningen hävdas; det är en styrka i systemet att det faktiskt visar på att omfördelningar och stora omställningsprocesser är nödvändiga.

I boken *Hållbare Svensson* utpekades tre nivåer i den nödvändiga nationella omställningsprocessen:

1. Den privata, dvs det som människor själva kan genomföra med varierande grad av livsstilsförändringar
2. De förändringsprocesser som vi räknade med skulle ske i samhället under de närmaste decennierna
3. De förändringar som är förutsättningen för miljöutrymmesberäkningarna, men som vi ännu inte sett seriösa tendenser hos andra aktörer att vilja medverka till.

Till den andra kategorin hörde bland annat:

- Kärnkraftsavvecklingen startar och fortskrider i snabb takt
- Energisparkampanjer genomförs i den offentliga sektorn och hos allmänheten
- El-effektivisering och teknikutveckling fortsätter inom industrin
- Utveckling av datakommunikation går vidare
- Utrensning av miljö- och hälsofarliga kemikalier fortskrider
- Utsläppen till mark, luft och vatten minskar
- Kontrollen av kemikalieanvändning skärps
- Omställningen till ekologiskt jordbruk fortsätter
- Ekologiska skattereformer genomförs
- Arbetstidsförkortning genomförs

De viktigaste områden där svaga eller inga förändringstendenser alls kunde skönjas vid slutet av 1990-talet var transporter och livsmedelsproduktion. Väg- och flygtrafiken ökade, bara små insatser gjordes för att överföra vägtrafiken till andra transportmedel eller minska det totala resandet. Omställningen i jordbruket gick långsamt och centraliseringen inom livsmedelsindustrin fortsatte.

Inom transportområdet har utvecklingen varit fortsatt negativ. Flygtrafiken har ökat kraftigt. Utsläppen från vägtrafiken ökade med 10 procent 1990–2009. De minskningar i utsläpp som har åstadkommit har ätits upp av ökad trafik. Om trafiken varit oförändrad jämfört med 1990 skulle utsläppen ha sjunkit med 14 procent.

Vägverket konstaterar i en rapport från februari 2010 att målet oförändrade utsläpp 1990–2010 ej uppnås

och att lösningen nu måste vara att skapa ett långsiktigt hållbart transportsystem.

Samtidigt ligger det gigantiska trafikprojektet Förbifart Stockholm i startgroparna. I skriften *Rättvisa Mål* (MJV 2007) konstateras att regionalt utvecklingsarbete fortfarande starkt förknippas med utbyggnad av vägtrafiken.

När de gäller livsmedelsproduktionen har centraliseringen av förädlingsindustrin fortsatt. Omställningen till ekologiskt jordbruk har också fortsatt i allt snabbare takt, men regeringens mål att 20 procent av jordbruksmarken ska vara ekologisk till 2010 uppnås inte. 2009 stod det ekologiska jordbruket för 9.8 procent av jordbruksmarken, med mark under omställning var siffran 12.5 procent.

Ett bakslag för en omställning av livsmedelskonsumtionen var när Livsmedelsverket hösten 2010 drog tillbaka sina miljöanpassade kostrekommendationer efter kritik från EU-kommissionen. Rekommendationerna om att välja närproducerat ansågs kunna utgöra handelshinder. Detta visar dessvärre på svårigheterna att inom nuvarande regelverk genomföra en del av de omställningar som diskuterades i de olika Miljöutrymmesskrifterna.

När det gäller de 10 punkterna i kategori två, förändringar som förutsågs i Ställ om-rapporten, kan man tydligt se hur vanskligt det är att göra framtidsvisioner även för en relativt begränsad tidsrymd. Den sista punkten, arbetstidsförkortningar, har i stort sett helt försvunnit från den politiska agendan. Antalet arbetade timmar i Sverige har fortsatt att öka, en nedgång under 2009 anse helt kunna förklaras med den ekonomiska krisen.

Även den första punkten, avvecklingen av kärnkraften, är långt ifrån prognoserna i Mål och beräkningar, som förutsatte att avvecklingen skulle vara helt genomförd till 2010. I stället står kärnkraften fortfarande för ca hälften av elförsörjningen i Sverige.

Beträffande de åtta övriga punkterna så kan hävdas att utvecklingen har gått i den riktning som förutsattes, men i de allra flesta fall mycket långsamt. Rättvist miljöutrymme tangerar de flesta av de 16 miljömålen och svaren på utvecklingen för de åtta punkterna finns t ex i den fördjupade utvärderingen av miljö kvalitetsmålen 2008, *Nu är det bråttom*, och Miljömålsrådets sista årsrapport, *de Facto 2010*. Båda visar tydligt på trögheten i det svenska miljöarbetet. Den politiska förändringsviljan har varit svag, även om vissa goda insatser gjorts.

Klimatfrågan har möjligtvis fått ett större genomslag i

den offentliga debatten än som förutsågs när Mål och beräkningar publicerades. Konsumtionsfrågorna har också hamnat i ett tydligare fokus. Trots detta har konsumtionen av miljöbelastande produkter som nötkött och bomull ökat. Papperskonsumtionen har trots datorisering inte minskat nämnvärt sedan 1990-talet. Även mängden avfall har ökat.

En av de faktorer som inte förutsågs var den stora tilltron till marknadslösningar för att lösa de globala miljöproblemen. Det fanns i så fall en större tilltro till tekniska lösningar och modeller. Genomförandet av konceptet Rättvist Miljöutrymme förutsätter en stor förändringsvilja, omfattande internationella överenskommelser och ett starkt mellanfolkligt samarbete medan handeln med utsläppsrätter hävdar möjligheten att minska utsläppen genom att göra dem till en handelsvara. Även handel med personliga utsläppsrätter har diskuterats, den främsta kritiken mot det konceptet är att det konserverar en västerländsk livsstil.

Miljömålsrådet lyfte i den fördjupade utvärderingen 2008 fram frågan om svensk konsumtions globala miljöpåverkan och initierade ett projekt kring detta. Projektet resulterade bland annat i den tidigare nämnda skriften *Den svenska konsumtionens globala miljöpåverkan*. I slutet av rapporten diskuteras hur arbetet med att minska svensk konsumtions miljöpåverkan i andra länder – som självklart hänger ihop med hur de globala miljöproblemen ska åtgärdas – ska fortsätta. Fem områden där det finns svårigheter att få fram underlag för att uppskatta storleken på den svenska konsumtionens globala miljöpåverkan pekas ut. Tre av områdena handlar om kunskapsbrist, de övriga är avsaknad av övergripande mått och standarder för att greppa ett lands konsumtions miljöpåverkan i andra länder.

I rapporten *Rättvisa Mål – så når vi dit*, utgiven av MJV ungefär samtidigt, konstateras samma sak; att det finns kunskapsluckor. MEN; detta får inte utgöra något hinder från att börja vidta åtgärder nu. Fyra huvudområden lyfts fram, regleringar, ekonomiska styrmedel, kunskap/information/stöd till frivilliga initiativ och Sverige som internationell aktör. Det innebär processer som kan sättas igång eller drivas vidare samtidigt som t ex lokalt omställningsarbete vad gäller energi, konsumtion och infrastruktur fortskrider eller åtminstone påbörjas.

I rapporten föreslogs också att Sverige antar en strategi för hållbar konsumtion och produktion. Miljömålsberedningen diskuterade under sina första verksamhetsmånader att ta fram en strategi för konsumtionens

betydelse för miljön, en strategi som direkt skulle bidra till generationsmålet inom miljömålssystemet och ha relevans för samtliga miljökvalitetsmål. Tyvärr drogs detta förslag tillbaka. I stället säger beredningen i sitt första betänkande att ”konsumtionsaspekterna ska uppmärksammas”. Risker är därmed stora att konsumtionen och dess koppling till miljöpåverkan i andra länder inte får det genomslag i miljömålssystemet som rimligen var tanken genom de tillägg i generationsmålet som antogs av riksdagen 2010. I målet ingår att de stora miljöproblemen ska lösas utan att orsaka ökade miljö- och hälsoproblem utanför Sveriges gränser och våra konsumtionsmönster orsaka så små miljö- och hälsoproblem som möjligt.

## Slutsatser

Vi har i den här rapporten ägnat oss dels att lyfta fram huvuddragen i Rättvist miljöutrymme, både vad gäller beräkningar och åtgärder/omställningsprocesser. Vi har dessutom jämfört Rättvist miljöutrymme med några senare relevanta studier. Det vi kommit fram till kan sammanfattas i följande tre punkter:

1. Det är i stort sett samma miljöfrågor som återkommer i Rättvist miljöutrymme och i senare studier och beräkningsmodeller. Även i studier genomförda redan på 1970-talet återfanns likartade frågor kring framförallt resursanvändning och energi.
2. Beräkningarna i Rättvist Miljöutrymme stämmer på de flesta väsentliga punkter överens med jämförbara efterföljande studier och modeller.
3. För att beräkningarna i Rättvist miljöutrymme och/eller senare studier och metoder ska komma till praktisk nytta måste principerna kopplas till miljöpolitiken både lokalt, nationellt och globalt.

Vi kan också konstatera att den devis vi slog fast i skriften Rättvisa mål (2007) fortfarande gäller:

*”Med visionen att allt helst ska vara ungefär som förut åstadkoms inga genomgripande förändringar.”*



# Ordförklaringar

## Akkumulerad diskonterad BNP

Det beräknade värdet idag, med hänsyn till ränta, av BNP under ett angivet antal år framåt.

## Biodrivmedel, andra generationens

Biodrivmedel som framställs av råvaror rika på cellulosa, till exempel trä eller gräs, brukar kallas andra generationens biodrivmedel. Det är relativt krävande att omvandla cellulosa till etanol, metanol eller andra lättillgängliga energibärare, varför mycket utvecklingsarbete återstår innan andra generationens biodrivmedel kan bli kommersiellt tillgängliga i stor skala.

## Biodrivmedel, första generationens

Biodrivmedel framställda av råvaror som enkelt eller relativt enkelt omvandlas till lättillgängliga energibärare kallas ofta första generationens biodrivmedel. Dessa är kommersiellt tillgängliga redan idag. Exempel på råvaror är spannmål, sockerrör och palmolja.

## Dobson-enheter

Om allt ozon i atmosfären vore samlat som ren ozongas i nivå med havsytan, vid det lufttryck och den temperatur som normalt råder där, skulle ozonskiktet ha en tjocklek av bara mellan två och fem millimeter. Denna totala mängd av ozon benämns totalozon och anges i dobson-enheter (Dobson Unit, DU). Ett tänkt ozonskikt vid jordytan av en millimeters tjocklek motsvarar 100 DU. Ozonskiktet är tunnare nära ekvatorn (cirka 250 DU) och tjockare närmare polerna (cirka 350 DU över Sverige). Under perioder med "ozonhål" över Antarktis har värden lägre än 100 DU uppmätts.

## Effekt och energi

Inom fysiken är effekt lika med energi per tidsenhet. Effekt kan anges i olika enheter, till exempel joule (J) per sekund. Effekten 1 J/s är lika med en watt (W). 1 000 J/s är detsamma som 1 kilowatt (kW). Ett el-element med effekten 1 kW (en vanlig effekt på el-element) som är på i en timme har förbrukat en kilowattimme (kWh). Kilowattimme är alltså en enhet för energi. När man talar om energi i samhället blir siffrorna snabbt stora. Därför använder man prefixen mega (M), giga (G) och tera (T). Mega står för miljon, giga för miljard och tera för tusen miljarder. En annan, äldre enhet för effekt är hästkraft. En hästkraft är lika med 735 watt. Se även Bilaga 1.

## El Niño

Med oregelbundna mellanrum, ungefär vart annat till vart sjunde år, inträffar förändringar i atmosfären som bland annat medför att passadvindarna över Stilla havet försvagas. Andra effekter är att nederbördsområdena flyttar sig, med kraftiga regn i det annars torra peruanska kustlandet och torka i Sydostasien som följd. Detta fenomen brukar kallas El Niño, efter en lokal benämning syftande på Jesusbarnet. Lokalbefolkningen i Peru lade märke till att förändringar som förebådade El Niño (svältande fiskätande fåglar) ofta visade sig juletid. Vid El Niño minskar eller upphör uppvällningen av bottenvatten utanför Chile och Peru, med följderna att fiskbestånden kollapsar.

## Fossilgas

Fossilgas är ett bränsle med i princip samma ursprung som olja och kol, alltså för länge sedan döda växter och djur. Fossilgas kallas traditionellt naturgas, en term som måste anses vilseledande.

## Koldioxidekvivalenter

Växthusgaser som metan ( $\text{CH}_4$ ) och dikväveoxid ( $\text{N}_2\text{O}$ ) har, räknat per molekyl, mycket starkare växthusverkan än koldioxid ( $\text{CO}_2$ ). De olika gaserna med växthusverkan har också olika lång uppehållstid i atmosfären. Metanets livslängd är tolv år, perfluormetanets ( $\text{CF}_4$ ) 50 000 år. För att kunna använda en gemensam siffra för alla utsläppta växthusgaser, görs en viktning av de olika gaserna. Den sammanvägda siffran över utsläppen kallas koldioxidekvivalenter ( $\text{CO}_2\text{e}$ ). Värdet på koldioxidekvivalenten beror alltså av den enskilda molekylens växthusverkan och vilken tidshorisont som studeras. Den vanligaste tidshorisonten är 100 år. Om man ser till de utsläpp som skedde 2004 svarade koldioxid för omkring 72 procent av den antropogena (av människan orsakade) växthuseffekten i ett 100-årsperspektiv, metan för cirka 16 procent, dikväveoxid för runt 9 procent och alla övriga gaser (alla utom en konstgjorda) för resterande 3 procent. Det går inte att ange någon entydig siffra för koldioxidens egen uppehållstid i atmosfären, men det handlar om mycket långa tidsrymder (upp till hundratusentals år).

## Kondenskraftverk

När man producerar elektricitet genom att låta ånga driva en turbin uppstår alltid överskottsenergi, som i ett kondenskraftverk kyls bort med hjälp av havsvatten eller kyltorn. Fysikens lagar gör att det inte går att omvandla mer än 40 procent av bränslets energiinnehåll till elenergi. I många länder produceras den mesta elkraften i kondenskraftverk. I Sverige finns ett antal oljeeldade

kondenskraftverk, som de senaste 40 åren använts endast vid särskilt hög elanvändning kalla perioder vintertid. De svenska kärnkraftverken är av kondensstyp.

### **Kraftvärmeverk**

I ett kraftvärmeverk produceras både elektricitet och värme. Omkring 80 procent av bränslets energiinnehåll kan utnyttjas. I den vanligaste typen av kraftvärmeverk skickas värmen ut som hetvatten i ett fjärrvärmenät. Inom industrier som har behov av ånga för att torka till exempel pappersmassa används denna typ av kraftverk. Benämningen är då mottrycksanläggning.

### **Legering**

En legering består av två eller flera grundämnen varav minst ett är en metall. Välkända exempel är brons (koppar och tenn), mässing (koppar och zink) och rostfritt stål (järn, kol, nickel och krom). Metaller som används till konstruktioner är nästan alltid legeringar.

### **Medelbeläggning**

Begreppet medelbeläggning används i många olika sammanhang. När det gäller transporter syftar ordet på det genomsnittliga antalet personer i ett visst transportmedel (som bil eller tåg). Vanligare är kanske att man uttrycker medelbeläggningen som genomsnittlig andel upptagna platser. Man behöver uppgifter om medelbeläggning för att kunna jämföra utsläpp av till exempel koldioxid per person i olika trafikslag. Inom flyget talar man istället för medelbeläggning om *kabinfaktor*. Motsvarande begrepp när det är tal om godstransporter är *lastfaktor*.

### **Nuvärde**

Det beräknade värdet idag, med hänsyn till ränta, av en eller flera framtida betalningar.

### **Organiska föreningar**

Föreningar som innehåller grundämnena kol och väte kallas organiska. Dessutom ingår ofta även andra grundämnen, till exempel syre och kväve.

### **Personkilometer**

Ett mått på transportarbete, som beräknas genom att multiplicera antalet personer i ett fordon med antalet kilometer som fordonet förflyttas.

### **Ratificera**

När en framförhandlad internationell överenskommelse, konvention, godkänts av en regering, säger man att regeringen har ratificerat konventionen. I och med ratificeringen blir konventionen folkrättsligt bindande

för den ratificerande staten, när konventionen enligt de bestämmelser som anges i konventionen träder i kraft.

### **Rötning**

Nedbrytning av organiskt material i syrgasfri miljö.

### **Skogskubikmeter**

Som mått på stamvolym i stående och avverkad skog används normalt enheten skogskubikmeter (m<sup>3</sup>sk), som motsvarar volymen trä och bark mellan stubbskåret och upp till trädets topp. Stubbskåret antas ligga på en höjd över marken motsvarande en procent av trädets höjd.

### **Stratosfären**

Den del av atmosfären som ligger närmast över atmosfärens understa del (troposfären). Stratosfärens undre gräns ligger på cirka 15 000 meters höjd, dess övre gräns omkring 50 000 meter över jordytan.

### **Tonkilometer**

Ett mått på transportarbete, som beräknas genom att multiplicera lasten (uttryckt i ton) i ett fordon med antalet kilometer som fordonet färdas.

### **Transportarbete**

Brukar anges i personkilometer eller tonkilometer. Se respektive ord.



# Källor och övrig litteratur

Berner, Claes, 2007. *En ännu varmare värld. Växthuseffekten och klimatets förändringar.* Monitor 20. Naturvårdsverket.

Bernes, Claes och Grundsten, Claes (red.), 1991. *Sveriges Nationalatlas, bandet Miljön.* Bokförlaget Bra Böcker.

Bernes, Claes och Lundgren, Lars J., 2010. *Bruk och missbruk av naturens resurser. En svensk miljöhistoria.* Monitor 21. Naturvårdsverket.

Bokförlaget Bra Böcker, 1989–2000. *Nationalencyklopedin.*

van Brakel, Manus och Zagema, Bertram, 1994. *Sustainable Netherlands.* Vereniging Milieudefensie.

Cemeta AB. <http://www.heidelbergcement.com/se/sv/cemeta/home.htm>

DLR, 2006. *Trans-Mediterranean Interconnection for Concentrating Solar Power.* German Aerospace Center.

Eklöf, Göran, 2010. *Rättvisa mål – så når vi dit.* Miljöförbundet Jordens Vänner.

Ekonomifakta, 2011. *Arbetade timmar internationellt.* OECD Employment Outlook.

Eriksson, Magnus, Eriksson, Björn och Berkow, Charles m.fl., 1998. *Ställ om för rättvist miljöutrymme. Mål och beräkningar för ett hållbart Sverige.* Andra upplagan. Miljöförbundet Jordens Vänner.

Ewing, Brad m.fl., 2008. *Calculation Methodology for the Footprint Accounts, 2008 Edition.* Global Footprint Network.

FAOSTAT. *Food and Agriculture Organization of the United Nations.* <http://faostat.fao.org/default.aspx>

Friends of the Earth Europe, 1995. *Towards Sustainable Europe – The Handbook.*

Friends of the Earth Europe, 1995. *Towards Sustainable Europe – The Study.*

Friends of the Earth Europe, 2009. *The 40% Study. Mobilising Europe to Achieve Climate Justice.*

Friends of the Earth: *The Big Ask.* [http://www.foe.co.uk/campaigns/climate/big\\_ask/](http://www.foe.co.uk/campaigns/climate/big_ask/)

Global Footprint Network. <http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/>

Heaps, Charles m.fl., 2009. *Europe's Share of the Climate Challenge. Domestic Actions and International Obligations to Protect the Planet.* Stockholm Environment Institute.

Jordbruksverket, 2010. *Jordbruksstatistisk årsbok.*

Kitzes, Justin m.fl., 2008. *Guidebook to the National Footprint Accounts 2008.* Global Footprint Network.

KRAV, 2011. *KRAV Marknadsrapport 2011.*

*Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change.*

Larsson, Dick, 2000. *Planera för god ljudmiljö – en första vägledning.* Boverket.

Mattsson, Anna m.fl., 1998. *Hållbare Svensson.* Miljöförbundet Jordens Vänner.

Miljömålsrådet, 2008. *Nu är det bråttom! Miljömålsrådets fördjupade utvärdering av miljömålen.*

Miljömålsrådet, 2010. *Svensk konsumtion och global miljöpåverkan. Miljömålsrådets uppföljning av Sveriges miljömål, de Facto.*

Möllersten, Björn, 2009. *Det saknade miljömålet. Om miljöpåverkan i andra länder av svensk konsumtion, med förslag till nytt miljökvalitetsmål.* Andra upplagan. Miljöförbundet Jordens Vänner.

Naturvårdsverket och Kemikalieinspektionen, 2010. *Den svenska konsumtionens globala miljöpåverkan.*

Nielsen, Karin, 1998. *Ställ om lokalt! Om rättvist miljöutrymme, Agenda 21 och kommunerna.* Miljöförbundet Jordens Vänner.

Nielsen, Karin m. fl., 2007. *Rättvisa mål. Rapport till den fördjupade utvärderingen av Sveriges miljömål.* Miljöförbundet Jordens Vänner.

NUTEK, 1991. *Energiläget 1991.*

Rockström, Johan m.fl., 2009a. *A safe operating space for humanity.* I *Nature*. 24 september.

Rockström, Johan m.fl., 2009b. *Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity.* I *Ecology and Society*. Volym 14, nummer 2, artikel 32.

Rockström, Johan m.fl., 2009. *Supplementary Information.*

SIKA, 2002. *Persontransporternas utveckling till 2010.* SIKA Rapport 2002:1.

SIKA, 2009. *Luftfart 2008.* SIKA Rapport 2009:9

Stockholmsregionens avfallsråd. <http://www.atervinningscentralen.se/web/page.aspx?pageid=64835>

Svensk Energi. <http://www.svenskenergi.se/sv/>

Sylvén, Björn, 1995. *FRODO-planen. Så kan Dennisuppgörelsens kollektivtrafikpengar användas på ett bättre sätt.* Naturskyddsföreningen i Stockholms län.

*United Nations Framework Convention on Climate Change.*

*United Nations Framework Convention on Climate Change (organisationen).* <http://unfccc.int/2860.php>

Vägverket, 2010. *Minskade utsläpp från vägtrafiken men stora utmaningar väntar.*

Warhurst, Michael och Slater, Becky, 2010. *Measuring Our Resource Use. A vital tool in creating a resource-efficient EU.* Friends of the Earth England, Wales and Northern Ireland.

World Wide Fund For Nature, 2008. *Living Planet Report 2008.*

# Bilaga 1

## Beräkningsunderlag för tabell 7

I tabell 2 (sidan 8) anges Sveriges energianvändning som gigajoule (GJ) per invånare och år. Nedan visas hur GJ per invånare och år först omvandlats till megawattimmar (MWh) per invånare och år och sedan hur de erhållna värdena omvandlats till terawattimmar (TWh) totalt i Sverige

	GJ per invånare och år	MWh per invånare och år	TWh totalt per år
			1990
<b>Energianvändning totalt</b>	184	51,1	439
<b>För inhemsk konsumtion</b>	157	43,6	375
<b>Fossila bränslen</b>	95,7	26,6	229
<b>Kärnkraft</b>	28,5	7,9	68
<b>Förnybart</b>	57,8	16,1	138
<b>Avfall</b>	2	0,6	5
			2010
<b>Energianvändning totalt</b>	140	38,9	357
<b>För inhemsk konsumtion</b>	115	31,9	292
<b>Fossila bränslen</b>	71	19,7	181
<b>Kärnkraft</b>	0	0	0
<b>Förnybart</b>	65	18,1	166
<b>Avfall</b>	4	1,1	10
			2050
<b>Energianvändning totalt</b>	100	27,8	255
<b>För inhemsk konsumtion</b>	70	19,4	178
<b>Fossila bränslen</b>	16	4,4	40
<b>Kärnkraft</b>	0	0	0
<b>Förnybart</b>	80	22,2	204
<b>Avfall</b>	4	1,1	10

1 GJ = 0,278 MWh

Antaganden om Sveriges befolkning:

- 1990: 8 591 000
- 2010: 9 167 000
- 2050: 9 167 000

I *Towards Sustainable Europe* antas att världens befolkning inte ökar efter 2010, vilket är uppenbart utan saklig grund. I Ställ om för rättvist miljöutrymme godtas ändå detta antagande, vilket förklarar att Sveriges befolkning i uppställningen ovan är lika stor 2010 som 2050.

Av tabell 2 (sidan 8) framgår hur stor del av energianvändningen som går till inhemsk konsumtion. Genom att dela energianvändning för inhemsk konsumtion med total energianvändning erhålls andelen som går till inhemsk konsumtion:

- 1990:  $157/184 = 0,853$
- 2010:  $115/140 = 0,821$
- 2050:  $70/100 = 0,700$

Värdena i vänsterkolumnen i tabellen nedan, liksom det översta värdet i mittkolumnen vid respektive år, har i fråga om energianvändning totalt, inhemsk konsumtion, fossila bränslen, kärnkraft och avfall tagits från högerkolumnen i föregående tabell. Värden för vattenkraft, vindkraft, solvärme och biobränslen härrör

från tabell 4 (sidan 9). Värdet för torv 1990 har tagits från NUTEK (1991). Samtliga värden, utom de för energianvändning totalt, har sedan multiplicerats med de ovan angivna siffrorna för den andel av total energianvändning som går till inhemsk konsumtion.

	<b>Energianvändning totalt</b>	<b>Energianvändning för inhemsk konsumtion</b>	<b>Andel energianvändning för inhemsk konsumtion</b>
			1990
<b>Energianvändning totalt</b>	439		
<b>För inhemsk konsumtion</b>		375	1
<b>Fossila bränslen</b>	229	195	0,52
<b>Kärnkraft</b>	68	58	0,15
<b>Vattenkraft</b>	65	55	0,15
<b>Vindkraft</b>	0	0	0
<b>Solvärme</b>	0	0	0
<b>Biobränslen</b>	60	51	0,14
<b>Avfall</b>	5	4	0,01
<b>Torv</b>	3	3	0,01
			2010
<b>Energianvändning totalt</b>	357		
<b>För inhemsk konsumtion</b>		292	0,78
<b>Fossila bränslen</b>	181	149	0,40
<b>Kärnkraft</b>	0	0	0
<b>Vattenkraft</b>	65	53	0,14
<b>Vindkraft</b>	10	8	0,02
<b>Solvärme</b>	2	2	0,01
<b>Biobränslen</b>	91	75	0,20
<b>Avfall</b>	10	8	0,02
<b>Torv</b>	0	0	0
			2050
<b>Energianvändning totalt</b>	255		
<b>För inhemsk konsumtion</b>		178	0,47
<b>Fossila bränslen</b>	40	28	0,07
<b>Kärnkraft</b>	0	0	0
<b>Vattenkraft</b>	65	45	0,12
<b>Vindkraft</b>	15	11	0,03
<b>Solvärme</b>	10	7	0,02
<b>Biobränslen</b>	114	80	0,21
<b>Avfall</b>	10	7	0,02
<b>Torv</b>	0	0	0

# Bilaga 2

## Effekt och energi, exempel på storleksordningar

	Effekt	Elproduktion per år
En svensk kärnkraftsreaktor	400–1 100 MW 0,4–1,1 GW	4–9 TWh
De största vattenkraftverken i Sverige, per kraftstation	500–900 MW 0,5–0,9 GW	Cirka 2 TWh
De största vindkraftverken i Sverige, per anläggning	3 MW 0,003 GW	8 GWh 0,008 TWh

	Energianvändning per år
En familj i villa	20 000–30 000 kWh 20–30 MWh
1 000 villahushåll	20–30 GWh 0,02–0,03 TWh
Hela Sverige	Cirka 450 TWh

# Bilaga 3

## Orättvist miljöutrymme?

För att belysa den orättvisa fördelningen av jordens resurser ges här en jämförelse av konsumtionen av ett antal nyttigheter mellan Nigeria, Sverige och världen. Observera att det beräknade miljöutrymmet för respektive nyttighet inte finns med i tabellerna.

### Elektricitet, produktion och konsumtion 2005

Världen, konsumtion per capita	2 596 kWh
Sverige, konsumtion per capita	15 430 kWh
Nigeria, konsumtion per capita	136 kWh
Världen, total produktion	18 235 102 GWh
Världen, total produktion för att tillgodose en konsumtion per capita på Sveriges nivå	108 385 063 GWh
Så många gånger kan Nigeria öka sin konsumtion, för att nå upp till världens per capita-konsumtion	19,1

### Energi totalt, produktion och konsumtion 2005

Världen, konsumtion per capita	1 778 kgoe
Sverige, konsumtion per capita	5 780 kgoe
Nigeria, konsumtion per capita	789 kgoe
Världen, total produktion	11 467 745 ktoe
Världen, total produktion för att tillgodose en konsumtion per capita på Sveriges nivå	37 279 846 ktoe
Så många gånger kan Nigeria öka sin konsumtion, för att nå upp till världens per capita-konsumtion	2,3

### Papper och kartong, produktion och konsumtion 2005

Världen, konsumtion per capita	54,5 kg
Sverige, konsumtion per capita	220,0 kg
Nigeria, konsumtion per capita	2,4 kg
Världen, total konsumtion	352 222 900 ton
Världen, total produktion för att tillgodose en konsumtion per capita på Sveriges nivå	1 421 817 211 ton
Så många gånger kan Nigeria öka sin konsumtion, för att nå upp till världens per capita-konsumtion	22,7

## Kött, produktion och konsumtion 2002

Världen, konsumtion per capita	39,7 kg
Sverige, konsumtion per capita	76,1 kg
Nigeria, konsumtion per capita	8,6
Världen, total produktion	247 009 927 ton
Världen, total produktion för att tillgodose en konsumtion per capita på Sveriges nivå	473 487 543 ton
Så många gånger kan Nigeria öka sin konsumtion, för att nå upp till världens per capita-konsumtion	4,6

## Fisk, produktion och konsumtion 2002

Världen, konsumtion per capita	16,3 kg
Sverige, konsumtion per capita	33,7 kg
Nigeria, konsumtion per capita	7,3 kg
Världen, total produktion (fångst och odling i hav och insjö)	146 449 765 ton
Världen, total produktion för att tillgodose en konsumtion per capita på Sveriges nivå	302 782 643 ton
Så många gånger kan Nigeria öka sin konsumtion, för att nå upp till världens per capita-konsumtion	2,2

Källa: EarthTrends. Environmental Information. World Resources Institute. <http://earthtrends.wri.org>



*Miljöförbundet Jordens Vänner (MJV) är en partipolitiskt och religiöst obunden förening som arbetar för miljö och solidaritet.*

*MJV är den svenska grenen av Friends of the Earth International, världens största demokratiska miljöorganisation med drygt 2 miljoner medlemmar runt om i världen.*

*Miljöförbundet Jordens Vänner  
Box 7048  
402 32 Göteborg*

*www.mjv.se  
Tel: 031-121808  
Fax: 031-121817  
E-post: info@mjv.se*