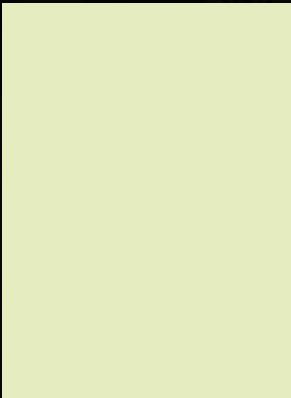
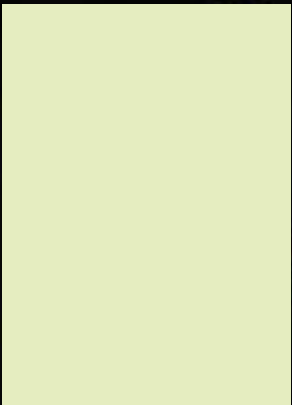
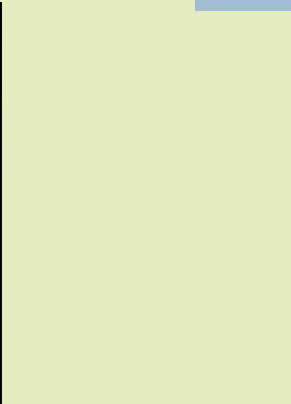
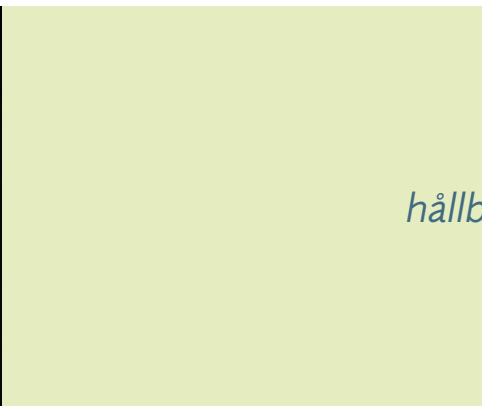




Ekologiska fotavtryck & biokapacitet

*verktyg för planering och uppföljning av
hållbar utveckling i ett internationellt perspektiv*

Boverket Naturvårdsverket



Ekologiska fotavtryck och biokapacitet

– verktyg för planering och utvärdering av
hållbar utveckling i ett internationellt perspektiv

SÖKORD: ekologiska fotavtryck, biokapacitet, metodutveckling, exempel, beräkningar, indikatorer, kommunal planering, regional planering, SAMS-projektet

© BOVERKET OCH NATURVÅRDSVERKET 2000

BOKEN KAN BESTÄLLAS FRÅN:

Boverket
Publikationsservice
Box 534, 371 23 Karlskrona
Fax 0455-819 27
publikationsservice@boverket.se
www.boverket.se

Boverket:
ISBN: 91-7147-647-4

Naturvårdsverket
Kundtjänst
106 48 Stockholm
Tel 08-698 12 00
Fax 08-698 15 15
kundtjanst@environ.se
www.miljobokhandeln.com
www.environ.se

Naturvårdsverket:
Best.nr: 5123
ISBN: 91-620-5123-7
ISSN:0282-7298

Svanenmärkt trycksak  Licensnummer 341 145

UPPLAGA: 400 ex.
TRYCK: Lenanders Tryckeri AB
OMSLAG: AB Typoform
GRAFISK FORM, INLAGA: Jefferson Communication AB
LAYOUT: Boverket

Förord

Det ekologiska fotavtrycket har blivit ett populärt begrepp både inom planering och undervisning. Grunderna för hur sådana fotavtryck kan beräknas är dock vaga. Det parallella begreppet, biokapacitet, för att ange den biologiska produktionsförmågan inom olika områden är dåligt känt. De båda begreppens användning inom planering och för internationella jämförelser kräver enhetliga beräkningsnormer. Sådana har föreslagits och beskrivs här, men de behöver successivt förbättras och utvecklas.

Biokapacitet och ekologiska fotavtryck handlar om de knappa produktiva arealerna på jordklotet och erbjuder bland annat ett fysiskt underlag som komplement till ekonomisk värdering och marknadsmekanismer.

Inom SAMS-projektet har modifierade beräkningar av ekologiska fotavtryck genomförts i några kommuner. Den här rapporten har tillkommit för att sätta in försöken med fotavtrycksberäkningar i ett större sammanhang. I rapporten beskrivs också det ekologiska fotavtryckets historia och utveckling sedan införandet i början av 1990-talet. En fortsatt utveckling pågår genom verksamhet i flera länder.

Jag tackar Karin Slättberg, Claes-Göran Guinchard, Bengt Larsén, Yngve Malmqvist, Kristina Nilsson och Ylva Rönning, Boverket, samt Egon Enocksson och Ulrik Westman, Naturvårdsverket för konstruktiva kommentarer. I övrigt är jag själv ansvarig för textmaterialet.

Lund i juli 2000

Lillemor Lewan

Verkens förord

Allt fler människor i världen är överens om att vi måste uppnå en hållbar utveckling. Hållbar utveckling är ett brett begrepp som omfattar såväl ekologiska som sociala och ekonomiska aspekter. Men vad menar vi egentligen – hur kan det konkretiseras och hur kan vi veta att vi verkligen rör oss i rätt riktning? Denna rapport, *Ekologiska fotavtryck och biokapacitet - verktyg för planering och utvärdering av hållbar utveckling i ett internationellt perspektiv*, beskriver kortfattat bakgrunden till och beräkningsmodellen för ekologiska fotavtryck. Ett ekologiskt fotavtryck kan visa vilken produktiv mark- och vattenareal (biokapacitet) som behövs för att få fram det som en individ eller en grupp individer konsumerar och för att ta hand om de utsläpp som alstras. Fotavtrycket är den sammanlagda arealen av många små utspridda arealer beroende på vad som konsumeras, varifrån det kommer och vad som släpps ut. Ekologiska fotavtryck kan t ex användas för jämförelse av arealbehov för energiproduktion av olika slag. Vattenkraft kräver t ex mindre biokapacitet per producerad energienhet än olja, om man tänker på att utsläppt koldioxid måste ”tas omhand” av växande gröda.

Ekologiska fotavtryck och biokapacitet - verktyg för planering och utvärdering av hållbar utveckling i ett internationellt perspektiv bygger på internationell och svensk forskning och utredning på området, och är ett expertuppdrag utfört av Lillemor Lewan, Lunds universitet inom ramen för ett idé- och metodutvecklingsprojekt som under tre år har drivits av Boverket och Naturvårdsverket i samver-

kan med flera svenska kommuner och regionala myndigheter. Projektet heter *Samhällsplanering med miljömål i Sverige (SAMS)* och avslutades i september 2000. SAMS har medfinansierats av EU:s miljöfond LIFE och Sida. Sweco/FFNS har deltagit som konsult. Fallstudier har genomförts av kommunerna Burlöv, Helsingborg, Trollhättan, Stockholm, Borlänge, Falun och Storuman samt av Regionplane- och trafikkontoret i Stockholm med stöd av respektive länsstyrelse i Skåne, Västra Götalands, Stockholms, Dalarnas och Västerbottens län. Inom ramen för SAMS har studier också genomförts i samverkan med de sydafrikanska kommunerna Port Elizabeth och Kimberley.

En ledstjärna för att arbeta med miljömål i planeringen är att sträva efter ett nära samarbete mellan miljöexperter och planerare i planeringsprocessen. Detta samspel har varit en grundtanke i projektets organisation och arbetssätt. Miljöexperter och planerare på olika nivåer har samverkat i såväl formellt ansvarig styrgrupp och projektledning från Boverket och Naturvårdsverket, i referensgrupp som i samtliga delstudier.

Erfarenheterna från projektet SAMS har sammanställts i rapporterna *Planera med miljömål! En vägvisare* och *Planera med miljömål! En idékatalog*. Rapporten *Planera med miljömål! En vägvisare* är en teoretisk, övergripande beskrivning av arbetet och lärdomarna i projektet. Den kompletteras av *Planera med miljömål! En idékatalog* som tar fasta på konkreta exempel på hur planering kan bidra till en

hållbar samhällsutveckling. Projektets övriga delstudier redovisas utförligt i separata publikationer samt på Internet, adress www.viron.se/sams. En översikt över samtliga projektrapporter finns slutet av denna rapport.

Karlskrona och Stockholm i september 2000

Boverket och Naturvårdsverket

Innehåll

| | |
|--|----|
| Sammanfattning | 9 |
| Summary | 11 |
| SAMS – Samhällsplanering med miljömål i Sverige | 13 |
| Några ordförklaringar | 15 |
| Sverige i världen | 19 |
| Det ekologiska fotavtrycket som indikator | 21 |
| Det nya med det ekologiska fotavtrycket | 21 |
| Det ekologiska fotavtryckets historia | 25 |
| Metodutveckling, Ekologiska fotavtryck | 26 |
| Olika sorters mark, underavdelningar | 28 |
| Energibudget | 28 |
| Beräkning av ett nationellt ekologiskt fotavtryck med Sverige som exempel | 31 |
| Kan Sverige försörja sin egen befolkning? | 33 |
| Produktiva arealer i Sverige. Biokapacitet. | 33 |
| Är Sveriges markanvändning hållbar? | 34 |
| Internationella studier | 37 |
| Den internationella situationen är alarmerande | 37 |
| Ekologiska fotavtryck och biokapacitet är inte exakta | 37 |
| Kan man använda mer biokapacitet än vad som finns? | 39 |
| Insikter på olika nivåer i samhället | 41 |
| Användning av det nationella ekologiska fotavtrycket i regionala studier | 41 |
| Ekologiska fotavtryck och biokapacitet i kommunal/regional planering | 43 |

| | |
|--|----|
| Ekologiska fotavtryck inom SAMS-projektet..... | 47 |
| Trollhättemetoden..... | 47 |
| Infrastrukturens miljöbelastning i Burlövs kommun och jämförelse med Storumans kommun..... | 48 |
| Ett första försök att koppla hållbarhetsstudier till arealbehov..... | 48 |
| Ekologiska fotavtryck och biokapacitet i SAMS kommunerna, metodik för ett internationellt perspektiv..... | 49 |
| Accepteras det ekologiska fotavtrycket som planerings- och utvärderingsverktyg?..... | 51 |
| Litteratur..... | 53 |
| Rapportlista..... | 55 |
| Bilaga 1..... | 61 |
| Bilaga 2..... | 65 |

Sammanfattning

Begreppet ekologiskt fotavtryck infördes i början på 1990-talet av kanadensiska forskare som studerade städernas arealbehov. Ett ekologiskt fotavtryck kan visa vilken produktiv areal (biokapacitet) som behövs för att få fram det som en människa eller en befolkning konsumerar och för att absorbera de utsläpp som åstadkommes. Fotavtrycket är den sammanlagda arealen av många små utspridda arealer beroende på vad som konsumeras, varifrån det kommer och vad som släpps ut. Biokapacitet är ett mått på produktionsförmågan på de arealer som står till förfogande på jorden, inom ett land eller mindre område. Ekologiska fotavtryck kan också användas för jämförelse av olika teknikers arealbehov. Vattenkraft kräver t ex mindre biokapacitet per producerad energienhet än olja, om man tänker på att utsläppt koldioxid måste absorberas. Växthusodling kräver större areal än frilandsodling, om utsläppen från uppvärmningen ska absorberas. En möjlighet är absorption i växande skog, som måste bevaras som koldepå för ”permanent” lagring. Arealbehoven för andra tekniker för absorption och lagring är dåligt undersökta.

För att möjliggöra internationella jämförelser mellan konsumtionens behov av biokapacitet och befintliga resurser har utjämnings- och avkastningsfaktorer tagits fram så att inhemska arealuppgifter kan räknas om till globala genomsnittsarealer.

Den industrialiserade världens länder har i allmänhet stora ekologiska fotavtryck medan många u-länder har små. I förhållande till konsumtionens behov

råder brist på biokapacitet i både i- och u-länder, särskilt med tanke på att djurvärlden måste ha sin del av den gröna produktionen – preliminärt avsätts 12% för biodiversitet. Svensk livsstil åt alla skulle kräva några jordklot till med rådande teknik.

I det glesbefolkade Sverige med fotavtrycket 6-7 ha per person och en biokapacitet på 7-8 ha per person finns ett visst överskott på biokapacitet. Jämförelsen haltar eftersom fotavtrycket är utspritt över världen och biokapaciteten gäller det som finns inom landets gränser. Den ger oss dock en tydlig bild av vad vår konsumtion och livsstil kräver i form av produktiva arealer.

Balans mellan konsumtionens behov och tillgänglig biokapacitet säger ingenting om hållbarheten. Denna beror på hur de produktiva arealerna används. Studier av areal användningen i Sverige visar att vi har en jordbruksareal som ungefär motsvarar vår livsmedelskonsumtion med stort inslag av arealkrävande animalieprodukter. Skogsarealen är mycket större än vad vår konsumtion kräver, men skogen används för export snarare än för permanent lagring av koldioxiden från de billiga fossila bränslen som importeras. Vi avsätter inte heller arealer för läckande växtnäring eller för skydd av grundvatten.

Regionala studier visar att Skåne i sin helhet har brist på biokapacitet i förhållande till befolkningens ekologiska fotavtryck. Variationen mellan de skånska kommunerna dock är stor med kraftigt underskott i

den sydvästra överexploaterade delen och balans eller överskott i norr och öster. Även bland kommunerna i SAMS-studien är variationen stor med kraftigt överskott av biokapitet/person i Storuman, nästan balans i Falun och ökande brist söderut men störst underskott i Stockholm. Förenklade delstudier av möjligheterna för SAMS kommunerna att vara självförsörjande med baslivsmedel och alternativ energi visar också stor brist på produktiva arealer utom i Falun och Storuman. Trafikens ekologiska fotavtryck är markant i en liten kommun som Burlöv i västra Skåne.

Möjligheterna att använda andra geografiska områden än de traditionella regionerna och kommunerna för planering och utvärdering av hållbar utveckling diskuteras. Avrinningsområdesbaserad administration (jfr EUs nya vattendirektiv) öppnar stora möjligheter till möte mellan natur och ekosystemtjänster på ena sidan och samhälle och bosättning på den andra. Samtidigt förbättras möjligheterna till kontroll över vattenförhållandena. Beräkningar av ekologiska fotavtryck och biokapitet erbjuder ett närmande mellan den socioekonomiska antropocentriskt styrda planeringen och förhållanden som styrs av de naturvetenskapliga grundlagarna.

Omställning för hållbar utveckling kräver enkla och tydliga system och exempel som förstås av många på olika nivåer i samhället. Ekologiska fotavtryck och biokapitet är tydliga indikatorer (men kräver central styrning och direktiv för pålitliga kommunala och personliga beräkningar och central medverkan för internationella kontakter). Avrinningsområden är tydliga system i landskapet, även om kunskaperna om dem är dåligt förankrade. Principen att förorenaren ska betala och ta hand om egna utsläpp kan också underlätta. I teorin skulle detta kunna innebära varje tankning av bilen, inköp av flygbiljett eller fyllning av olje/gastanken skulle kunna kombi-

neras med inköp av ett stycke växande skog, som ska vårdas för all framtid eller areal för alternativ energiproduktion. Detta skulle visa värdet av de knappa resurser som jordens produktiva arealer utgör, och arealer för koldioxidlagring och växt-näringsretention skulle kunna ge biodiversiteten helt nya möjligheter!

Lästips:

Den senaste internationella utvecklingen när det gäller ekologiska fotavtryck och biokapitet presenteras i en ny bok: Chambers, Simmons and Wackernagel, "Sharing Nature's Interest" Earthscan, oktober 2000.

Se även "The Living Planet", som kan laddas ner som pdf fil från <http://panda.org/livingplanet/lpr00/> Rapporten innehåller uppdaterade uppgifter om ekologiska fotavtryck och biokapitet i världens länder kombinerat med information om the living planet index, dvs vissa ekosystems djurpopulationer.

Summary

The term 'ecological footprint' was coined at the beginning of the 1990s by Canadian researchers who studied the amount of land needed by cities to support their populations. An ecological footprint represents the productive area ('ecological carrying capacity') needed to produce everything consumed by an individual or a population and to absorb the emissions that result from this consumption. The footprint is the sum total of many small scattered areas, taking into account the resources consumed and their origin, and emissions of undesirable substances. Ecological carrying capacity is a measure of the productive capacity of the areas that are available in the world as a whole, in a country or in a smaller area. Ecological footprints can also be used to compare the areas needed for various technologies. Hydropower, for example, requires less carrying capacity per unit of energy produced than oil, given the fact that the carbon dioxide released in combustion must be absorbed. Greenhouse cultivation requires a larger area than outdoor cultivation since the emissions from fossil fuels must be absorbed. One possibility of absorbing carbon emissions is to preserve growing forests as carbon sinks for "permanent" storage. Little research has been done on other techniques for absorption and storage.

Compensation and yield coefficients have been formulated in order to allow international comparisons to be made between the need of carrying capacity for human consumption and

available resources and thus to express national area data in terms of the global average.

The industrialized countries generally have large ecological footprints, while in many developing countries they are small. In relation to resource needs there is a shortage of carrying capacity in both industrialized and developing countries, especially if animals' need of vegetable production is taken into account. In addition, 12% of the global land area is earmarked on a preliminary basis for biodiversity. If everyone were to adopt a Swedish lifestyle, we would, given current technologies, need several more earths.

Sparsely populated Sweden, with a footprint corresponding to 6-7 hectares per capita and a carrying capacity of 7-8 hectares per capita, has a small surplus of carrying capacity. However, this comparison is flawed, since the ecological footprint is calculated in relation to the whole world, while carrying capacity relates only to Sweden's surface area.

The ratio between resource needs and available carrying capacity has nothing to do with sustainability, which depends on how the productive areas are used. Studies of land use in Sweden show that the area used for agriculture corresponds roughly to that needed to produce the food we consume, including a large proportion of animal products the production of which takes up large areas. The forest

area is much larger than is needed for the purposes of consumption, but it is used for export production rather than for permanent storage of the carbon dioxide emitted by cheap imported fossil fuels. And no land is set aside to absorb nutrient leakage or protect groundwater.

Regional studies indicate that Skåne as a whole has a shortage of carrying capacity in relation to the population's ecological footprint. However, there are substantial variations between municipalities in Skåne, with a large deficit in the southwest, which is overexploited, and equilibrium or a surplus in the north and east. There is also great variation in the municipalities covered by the project Community Planning with Environmental Objectives in Sweden ('the SAMS project'), with a large surplus of carrying capacity per capita in Storuman, near-equilibrium in Falun and increasing deficits the further south the municipality is situated, although Stockholm accounts for the largest deficit of all. Superficial studies of the possibility of the SAMS municipalities becoming self-sufficient in staple foods and alternative energy sources also indicate that, except in Falun and Storuman, there is generally a great shortage of productive areas. The ecological footprint made by the transport sector is notable in a small municipality such as Burlöv in Skåne.

There is now talk of the possibility of basing planning for and evaluation of sustainable development on other geographical areas than the traditional regions and municipalities. Water management based on river basins (cf. the new EC framework water directive) opens up entirely new prospects of reconciling the needs of communities and settlements with natural and ecosystem resources, while improving the possibility of monitoring water conditions. Using ecological footprints and carrying

capacity as indicators might help to reconcile anthropocentric planning with scientifically established facts.

Simple and well-defined systems and examples that are readily understood at various levels of society are necessary to facilitate the changeover to sustainable development. Ecological footprints and carrying capacity are explicit indicators (though they require central control and directives to ensure that reliable estimates are made of conditions relating to individuals and municipalities, as well as central government assistance with international contacts). River basins are well-defined geographical areas, although they are not widely understood. Application of the Polluter Pays Principle, which means that polluters must deal with the pollutant emissions that they generate, may also help. In theory this could mean that every time a person filled up their car with petrol, bought an air ticket or filled their oil/gas tank, they would be obliged to purchase a piece of growing forest or a piece of land for alternative energy production and look after it in the future. This would raise awareness of how scarce a resource the earth's productive areas are, and if areas were used for the sole purpose of carbon storage or nutrient retention, this would open up completely new prospects for biodiversity!

Suggestions for further reading:

Recent international developments with regard to ecological footprints and carrying capacity are presented in a new book by Chambers, Simmons and Wackernagel entitled *Sharing Nature's Interest*, Earthscan, October 2000.

The Living Planet, <http://www.panda.org/living-planet/lpr00/>.

SAMS – Samhällsplanering med miljömål i Sverige

SAMS-projektet har syftat till att utveckla metoder för att behandla miljömål i samhällsplaneringen, med tonvikt på den kommunala översiktsplaneringen. Genom fallstudier och konkreta exempel har projektet visat hur den fysiska planeringen kan bidra till att nå beslutade nationella miljökvalitetsmål och formulera lokala mål för hållbar samhällsutveckling från miljösynpunkt. Grundtanken om ett kontinuerligt samarbete mellan miljövardsexpertis och planerare genom hela planeringsprocessen har format arbetsorganisation och arbetssätt på såväl central och regional som lokal nivå.

Fallstudier i kommuner och regioner

Inom SAMS har åtta fallstudier bedrivits runt om i Sverige. Gemensamt för dem alla är att metodutvecklingen har kopplats till pågående planarbete. Medverkande kommuner och deras nyckelfrågor har varit:

- *Burlöv*: En god livsmiljö genom minskad miljöpåverkan från trafiken.
- *Helsingborg*: Förbättrade villkor för cykel- och kollektivtrafik för att motverka bilismens miljöpåverkan
- *Trollhättan*: Lokal anpassning av det nationella miljökvalitetsmålet ”God bebyggd miljö”.
- *Stockholm*: Biologisk mångfald i Nationalstadsparken
- *Stockholm*: Bedömning av miljökonsekvenser vid fördjupning av översiktsplanen
- *Falun+Borlänge*: Planeringsanpassade miljömål och indikatorer för jord- och skogsbruk

- *Storuman*: Scenarier för hållbar utveckling i en mycket glest bebyggd kommun
- Den regionala planeringsnivån representeras av *Regionplane- och Trafikkontoret i Stockholms län*: strategisk miljöbedömning i regionplanering

Inom ramen för SAMS har även studier utförts i samarbete med planerare och miljövardare i två *sydafrikanska* städer, Port Elizabeth och Kimberley.

Tre teman inom SAMS

Som komplement till fallstudierna har särskilt viktiga frågeställningar studerats i tre temastudier.

- *Miljömål och fysiska strukturer*

Temastudien behandlar hur miljömål och indikatorer kan användas i den fysiska planeringen med särskild inriktning på hur olika fysiska strukturer svarar mot målen.

I anslutning till denna temastudie genomförs två fördjupningar. Den ena handlar om strategier för regional vattenförsörjning och den andra behandlar sambandet stad – land med fokus på energiförsörjningen.

- *Strategisk miljöbedömning (SMB)*

Temastudien behandlar användningen av miljömål och indikatorer i SMB i fysisk planering, främst kommunal översiktsplanering och regional fysisk planering.

- *Geografiska informationssystem*

Temastudien behandlar hur GIS som analysverktyg kan användas för att bättre åskådliggöra och hantera planeringsanpassade miljömål och indikatorer i fysisk planering.

En fördjupningsstudie om GIS-baserade kartor som verktyg för att förbättra diskussioner och samråd i planeringen genomförs inom temastudien.

Resultaten från SAMS redovisas i de sammanfattande rapporterna *Planera med miljömål! En vägvisare* och *Planera med miljömål! En idékatalog* samt i slutrapporter från resp. fall-, tema- och fördjupningsstudie. Dessutom har några exempel på hållbarhetsfrågornas behandling i kommunala översiktsplaner analyserats i en särskild delstudie samt resultatet av ett antal expertuppdrag publicerats.

Några ordförklaringar

Absorption: Ordet används här för upptag av ämne/förorening genom att det löser sig i vatten och eventuellt reagerar kemiskt med andra ämnen i en växt. Koldioxid absorberas t ex i träd och andra växter och bildar socker och cellulosa.

Avkastningsfaktor: Ett mått på den lokala biologiska produktionen t ex på en åker. I södra Sverige är den högre än i norra Sverige men kanske lägre än på en fransk åker. Avkastningen är beroende på klimat, jordmån, odlingsteknik mm och medelvärden från olika områden/länder erhålls genom svensk respektive internationell jordbruksstatistik. Avkastningsfaktorer beräknas också för betesmark, skogsmark och fiskevatten i olika områden.

Biodiversitet: Innebär variation i växt- och djurliv, så att det finns många olika arter. Inom varje art ska det också vara god genetisk variation – det är naturligt att arvsanlagen varierar, när det gäller storlek, näringsomsättning, sjukdomsresistens, o.s.v.

Vid beräkning av den för människan tillgängliga biokapaciteten antas att 12% av de produktiva arealerna avsätts för bibehållande av biodiversitet.

Biokapacitet: Ett mått på den biologiska produktionsförmågan inom ett visst område, ett land eller på hela jorden. Biologiskt produktiva arealer har olika kvalitet och olika lokal avkastning. Åkermark har generellt sett bättre kvalitet än betesmark, som är bättre än skogsmark. Betesmark ger mer protein per ha än fiskevatten. Med hjälp av korrektions-

faktorer för markens kvalitet (utjämningsfaktorer) och för lokal avkastning (avkastningsfaktorer) uttrycks alla produktiva arealer i en enhetsort, global genomsnittsareal (gga), och kan därefter summeras. Biokapaciteten för ett område anges som den yta av global genomsnittsareal, som området motsvarar, när det gäller biologisk produktion. Biokapaciteten beräknas ofta liksom fotavtrycket per invånare i området.

Bioproduktiv areal: En areal som har biologisk produktion – 16% av jordytan. Det kan vara åker, betesmark, ängsmark, skog, fiskevatten. Impediment, fjäll, öknar och stora havsområden har ingen eller obetydlig biologisk produktion.

”Carrying Capacity” anger det antal djur som en viss areal kan föda. Det ekologiska fotavtrycket anger tvärtom den areal vars bioproduktion behövs för att tillgodose en människas/ett samhälles konsumtion. Handel och transporter gör att det knappast är aktuellt att tala om ett visst områdes carrying capacity för människor. Tänk på Hongkong!

Dubbelräkning: Vid konsumtionsanalys och beräkning av ekologiska fotavtryck måste dubbelräkning av arealer undvikas. Grisproduktion kräver t ex ingen extra areal eftersom den areal som behövs för foderproduktion redan är räknad som areal för olika grödor. En solfångare på ett tak behöver ingen extra areal, eftersom marken redan är inräknad som bebyggd areal. Honung kräver ingen areal eftersom den tas från blommor på åker och äng etc. I vissa fall är

det dock viktigt att hålla i sär likartade arealer med olika funktion. Skog för skogsbruk separeras i beräkningarna från skog för absorption och permanent lagring av koldioxid. I skog för skogsbruk frigörs koldioxiden i samband med avverkning och pappersmasseproduktion med slutlig förbränning, o.s.v. Skog för koldioxidupptag och permanent lagring kräver speciella åtgärder för bevarande av skogen eller dess avkastning.

Ekologiskt fotavtryck: Det ekologiska fotavtrycket för en individ eller en befolkningsgrupp utgörs av den biologiskt produktiva areal som behövs för att producera de varor och tjänster som individen/befolkningen konsumerar och för att absorbera de utsläpp som görs. Eftersom människor konsumerar varor och tjänster från hela världen och påverkar avlägsna platser med sina utsläpp, så summerar fotavtrycket många små biologiskt produktiva arealer från hela världen. Genom att uttrycka fotavtryck och biokapacitet i global genomsnittsareal med global genomsnittsavkastning, så blir de internationellt jämförbara.

Global genomsnittsareal (gga). Om hela den biologiska produktionen på jorden (biomassa, avkastning per ha) delas med hela den produktiva arealen, så erhålls en global genomsnittsareal med global genomsnittsavkastning per ha. Begreppen global genomsnittsåker, global genomsnittsskog, etc. används också.

Inneboende energi: Den tillskottsenergi som användes vid areell produktion och/eller industriell tillverkning av en vara följer med denna som inneboende energi vid handelsutbytet.

Konsumtionsanalys: Beräkningen av ett ekologiskt fotavtryck bygger på en analys av konsumtionen, antingen den nationella eller den personliga (jämför nationellt respektive personligt fotavtryck). För

beräkning av ett nationellt fotavtryck i Sverige analyserades den svenska konsumtionen av ca 120 varor. För varje vara som görs av areellt producerade råvaror noterades den globala genomsnittsavkastningen per ha åker, skog, etc. På så sätt kan den globala genomsnittsareal som behövs för den svenska konsumtionen beräknas – man får fram ett del-fotavtryck för varje råvara. Därtill kommer ett del-fotavtryck för bebyggd mark (bostäder, kommunikation, avfallshantering, anläggningar för vattenkraft), och ett delfotavtryck för energianvändningen, som redovisas i en energibudget för landet.

För var och en av de 120 varorna noterades energiintensiteten vid den areella produktionen och/eller fabrikstillverkningen (kemikalier, maskiner, porslin, etc kräver ingen areell produktion men energi vid råvaruproduktion, sammansättning etc.). Uppgifterna om energiintensitet gör det möjligt att beräkna varornas ”inneboende energi” och hur mycket energi som införes (utföres) i samband med import och export. Genom att dela med befolkningen erhålls alla fotavtrycken per person.

Energibudgeten visar egenproduktion och/eller nettoimport av olika energikällor (vattenkraft, kärnkraft, vindkraft, bioenergi, fossila bränslen). Arealen för vindkrafts- och vattenkraftsanläggningar räknas som bebyggd areal. Biobränsleproduktion är inräknad i åker och skogsmark. Olika slag av fossilbränslen uttrycks som oljeekvivalenter, och arealbehovet räknas som den areal som behövs för absorption av frisatt koldioxid i växande skog (skog för koldioxidabsorption, jämför Dubbelräkning). Arealbehovet för kärnkraft är svårt att beräkna, men stora arealer förloras för all framtid vid allvarliga olyckor (Tjernoby), och den troligaste ersättningen vid avveckling är än så länge fossilbränsle. Kärnkraften räknas därför om till oljeekvivalenter, och arealbehovet räknas som för olja.

Livscykelanalys: Analys av material och energianvändning under en produkts hela livscykel, från vagn till graven, d v s från råvaruframställning, över sammansättning och användning till destruktion, inklusive drift och transporter.

Nationellt ekologiskt fotavtryck: Beräkningen av ett nationellt ekologiskt fotavtryck bygger på nationell eller internationell statistik över den totala konsumtionen i ett land (inhemsk produktion med korrektion för import och export). Division med antalet invånare ger ett genomsnittligt fotavtryck per person. Om konsumtionsmönstret är likartat över hela landet kan det nationella genomsnittsfotavtrycket användas för att beräkna fotavtrycket för en stad, en region, en kommun eller ett avrinningsområde.

Nettoimport: Importen minskad med exporten. Om exporten är större än importen, så blir nettoimporten negativ.

Oljeekvivalenter: Anger hur mycket olja som skulle behövas för att få fram den energi som används från kol, gas, vattenkraft, kärnkraft, etc.

Personligt ekologiskt fotavtryck: Ett personligt ekologiskt fotavtryck bygger på uppgifter om den egna konsumtionen. I vissa avseenden kan detta ge säkrare uppgifter och vara mer pedagogiskt än ett nationellt fotavtryck, men det är svårt att få med gemensamma tjänster som skola, sjukvård, försvar, etc, som kräver både bebyggd areal, varukonsumtion och energianvändning.

Planeringsverktyg: Beräkning av ekologiska fotavtryck och biokapacitet är betydelsefulla verktyg i all planering. De är de fysiska mått mot vilka införande ny teknik och åtgärder för socioekonomisk utveckling kan prövas. Villkoret för hållbar utveckling är att jordens biokapacitet och ekosystemtjänster

kan bibehållas och få en mer rättvis fördelning trots folkökningen. Det kräver starkt reducerade ekologiska fotavtryck och i Sverige och resten av västvärlden. Det kräver också ändrad lokal markanvändningsplanering, så att arealer för absorption av egna utsläpp och permanent lagring avsätts (framför allt för koldioxid från fossilbränslen). Parallellt krävs planering för snabbare avveckling av icke förnybara energikällor och införande av alternativ teknik både när det gäller energibärare och omhändertagande av kol. Medvetande om faktiska förhållanden och vilja till omfattande förändring måste finnas på lokal nivå och stödjas av centrala beslut.

Genom upprepade beräkningar av ekologiska fotavtryck med visst tidsintervall kan planerad fotavtrycksreduktion och förändrad markanvändning jämföras med utfallet i verkligheten – man får en utvärdering av utvecklingens hållbarhet.

Retention: Kvarhållning av ämnen som fosfor och kväve för att minska övergödningen av vattendrag, sjöar och hav. Kvarhållningen kan ske genom upptag i planterade skyddszoner och sedimentation i dammar eller genom bakteriella processer som återför kvävet till luften.

Utjämningsfaktorer. Faktorer som införes för att utjämna skillnaden i den biologiska produktionsförmågan (biokapaciteten) på åkermark (2,8), betesmark (0.5), skogsmark (1.1) och i fiskevatten (0.2). Värdena grundar sig på jämförelse med den genomsnittliga avkastningen per ha på den globala genomsnittsarealen (produktiv areal), som satts till 1.

Bebyggd mark anses ha en potentiell biokapacitet som till stora delar är förbrukad. Utjämningsfaktorn är densamma som för åkermark, eftersom städer och vägar internationellt sett oftast ligger på den bördigaste marken i dalgångar och vid flodmynningar. För Sverige är detta en stark förenkling.

OBS! De ekologiska fotavtrycken gäller produktiva arealer. Bara i undantagsfall är arealer för vattenproduktion, vattenrening och rening av avloppsvatten eller dräneringsvatten från jord och skog inräknade. Behovet av grus och sand, och arealer för gruvor och deponier är inte inräknade annat än om de finns inom bebyggda områden.

Beräkning av ekologiska fotavtryck och tillgänglig biokapacitet kan förbättras på många sätt och kombineras med kvalitetsmätningar, när det gäller luft, vatten, biodiversitet m m. Men det är inte det exakta resultatet som är avgörande utan den insikt som beräkningarna skapar om förhållanden, som lätt förbises i planeringsprocessen.

Sverige i världen

Det ekologiska fotavtrycket har snabbt blivit ett uppskattat uttryck för att visa att människan och samhället behöver stora arealer för sin konsumtion. Människan har successivt lagt under sig allt mer av det som en gång var naturliga ekosystem och omformat det till kulturlandskap och stadsmiljöer för att tillgodose sina behov och intressen. Det är inget fel i detta, så länge naturresurser inklusive biodiversiteten inte utarmas. För att kommande generationer ska kunna ha det lika bra som vi, så behöver de samma resursbas som vi har haft. Teknikutvecklingen måste leda till att kretslopp och återföring ersätter uttag, förbrukning och utsläpp i Sverige och internationellt. Solceller, biologisk vätgasproduktion, bränsleceller, koldioxidneutral energiförsörjning, mm innebär nya möjligheter, men den totala materialomsättningen och belastningen på kretsloppen måste hållas under uppsikt.

I dag är hoten många både i Sverige och resten av världen, och vi har blivit alltmer beroende av omvärlden. Natur och arter är hotade här hemma. Vattenkvalitén i grundvatten, sjöar och vattendrag gör tillsammans med läckage från mark i kustnära lägen att Östersjön mår dåligt. Det blir hål i ozonskiktet även på våra breddgrader. Utsläpp av växthusgaser leder till klimatförändring och stormar även i vår del av världen. Korallreven är i farozonen, och världens vattenförsörjning hotas av sjunkande och förorenat grundvatten såväl i Europa som i USA och u-länderna.

Eftersom vi inte är så många i Sverige och har ett

stort land med gynnsamma landskapsförutsättningar, så är det mycket som förefaller lättare från försörjningssynpunkt här än i resten av världen.

I svensk planering gäller det att klara den svenska befolkningen och dess behov. Vi är starkt beroende av vår utrikeshandel, men i en krissituation kan vi behöva vara självförsörjande. Dagens kriser har ofta en grund i miljöproblemen, och dessa är numera globala. Klimatproblemen kan drabba oss lika hårt som i andra länder, och i en överbefolkad värld kan mycket ifrågasättas. Vår konsumtion och våra utsläpp räknat per person är stora. Exporten av västerländsk livsstil och levnadsstandard driver upp efterfrågan och konsumtionen i resten av världen. Att detta är kopplat till ökande behov av biologiskt produktiva arealer beaktas sällan. Kopplingen mellan konsumtionen och behovet av sådana arealer kan illustreras med hjälp av ekologiska fotavtryck. Beräkningar av biokapacitet visar vad som finns att tillgå.

Det finns anledning att granska vår konsumtion och vårt handelsutbyte:

- Tär vi på biologiskt produktiva arealer (naturresurser) i andra mindre gynnade nationer?
- Är vår konsumtion och livsstil, vår produktion och export sådana att naturresursförbrukningen reduceras både per person och totalt? Innebär en överföring av samma förhållanden till u-länderna en hållbar utveckling?

Vi har länge vetat att varje människa behöver ett

par hektar produktiv areal för sin livsmedelskonsumtion, och att en stad behöver stora arealer för sin försörjning. Modern handel och marknadsmekanismer har dock gjort förhållandena diffusa. Vi hämtar kaffe, apelsiner, juice, bomull och mycket annat från odlare långt borta. Oljeimporten är långväga, och transportererna ökar, inte bara för att allt fler vill ha alltmer, utan också för att pressa priser på tillverkningsmoment, förpackning och distribution. Insikten att det krävs produktiva arealer för att absorbera utsläpp av olika slag har kanske börjat sprida sig.

Naturvårdsverket har presenterat en framtidsvision, "Sverige år 2021 – vägen till ett hållbart samhälle", med två alternativ, som bygger på den storskaliga 'Vägvinnaren' och den småskaliga 'Stigfinnaren'. Man hoppas att en kombination ska vara möjlig. Riksdagen har godkänt de 15 miljö kvalitetsmål som regeringen föreslagit. Arbetet med att ta fram uppföljningssystem och indikatorer pågår. Naturvårdsverket samordnar, och många andra centrala myndigheter och länsstyrelser medverkar. Avsikten är att till nästa generation kunna överlämna ett samhälle, där de stora miljöproblemen är lösta.

Möjligheter att använda det ekologiska fotavtrycket och beräkningar av biokapacitet som planerings- och utvärderingsverktyg diskuteras internationellt (Ecological Economics Forum 1999, 2000; Letters to the Editor 2000, Van den Berg 1999). Somliga forskare är entusiastiska, andra är kritiska. Några har missförstått metodiken, andra anser att den dynamiska förändring, som teknikutvecklingen innebär, inte beaktas. Ekonomer anser att metoden är negativ i förhållande till handelns utvecklingsmöjligheter och möjligheten att producera där det är billigt.

Det är viktigt att komma i håg att den föreslagna metodiken inte gör anspråk på användning för analys av dynamisk utveckling. Avsikten är att fånga

situationen som den är med den genomsnittsteknik som har införts internationellt. Successivt upprepade beräkningar gör den till en indikator i utvecklingsarbetet. Beräkningarna och resultaten kan också ge riktlinjer i planeringsarbetet.

Fortsatt utveckling av metodiken behövs. Speciellt behöver användningen av statistiska uppgifter och införda utjämnings- och avkastningsfaktorer diskuteras.

Korrektion för möjligheter till fortsatt absorption av koldioxid i havet måste införas i den här beskrivna metoden, och möjlig absorption och lagring av kol i mark måste beaktas. Behovet av produktiva arealer för de nya tekniker för omhändertagande av koldioxid eller frånskiljande av kol vid framställning av bränsle som föreslås (Ishitani et al. 1996; Azar et al. 2000) behöver utvärderas. Deras verkliga införande och bidrag till reducerade fotavtryck behöver följas upp. Beräkningsmetodikens användning i samhällssystemet förutsätter också en sektoruppdelning och ett sektorsansvar.

Allmänt så finns det en motsättning mellan ekonomers/samhällsvetares syn på samhället, ekonomin och utvecklingen och den som representeras av naturvetare. Samhällsvetarnas uppfattning är antropocentrisk och grundar sig på människans önskemål och rätt att själv välja vad hon tycker är bäst. Detta är förhandlingsbart på ett annat sätt än de mer omutliga naturlagar och mätresultat som ligger till grund för naturvetarnas omvärldsuppfattning. Det ekologiska fotavtrycket och beräkningar av biokapacitet erbjuder en kompromiss. Metodiken syftar inte till exakt information om läget, när det gäller naturresursutnyttjande och hållbar utveckling. Syftet är snarare att använda befintlig statistik för att så långt det är möjligt ge ett fysiskt underlag för värderingar av naturresurser som komplement till det antropocentriska värderingssystem som styr det ekonomiska tänkandet.

Det ekologiska fotavtrycket som indikator

De ekologiska fotavtrycken kan visa utfallet av våra försök till naturresurshushållning. De ger en bild av konsumtionen uttryckt i de produktiva arealer som tas i anspråk av samhället för produktion av varor och absorption av utsläpp. De produktiva arealerna ligger utspridda här hemma och runt om i världen på grund av handel och import av varor från många länder. Om beräkningar av ekologiska fotavtryck upprepas med samma metodik och några års mellanrum ger de en bild av utvecklingen, när det gäller anspråk på naturresurser för samhällets konsumtion och utsläpp.

Det ekologiska fotavtrycket är ett fysiskt mått på konsumtionen, en indikator som kompletterar såväl miljömålsstrategin som ekonomiska beräkningar av BNP och liknande sammanställningar.

Ekologiska fotavtryck har preliminärt prövats inom projektet "Samhällsplanering med miljömål i Sverige" (SAMS, Boverket/Naturvårdsverket). Inom projektet har man också föreslagit användningen av ekologiska fotavtryck för att illustrera utfallet av framtidsstudien "Sverige år 2021" med Stigfinnaren och Väginnaren (Naturvårdsverket). En förenklad fotavtrycksberäkning har använts för att undersöka möjligheter till kommunal självförsörjning med baslivsmedel och energi. (Se *Ekologiska fotavtryck – metodansats och tillämpning i samhällsplaneringen*)

Det nya med det ekologiska fotavtrycket

Det nya med det ekologiska fotavtrycket är att det utöver areal för konsumtion av mat och fibrer för papper, kläder, virke, biobränsle, mm också visar den areal som behövs för absorption av utsläpp, framför allt koldioxid från fossilbränsleanvändningen. I vissa beräkningar har även areal för absorption av fosfor- och kväveutsläpp tagits med, medan arealer för allmän vattenförsörjning inte beaktats. Arealer för sopor, avloppsslam, flygaska mm, förutsätts förlagda till bebyggda arealer.

I det ekologiska fotavtrycket sammanförs områden för biologisk produktion och miljöutrymme uttryckta i arealmått. Detta underlättar förståelsen av de arealbehov som livsstil och konsumtion ställer med rådande teknik. Man kan gå vidare och visa hur stor del av vår åkerareal som använd för fodersäd och därmed för vår kött- och fläskkonsumtion. Man kan också visa att växthusodling med fossilbränsleuppvärmning och alla transporter kräver stora arealer för absorption och permanent lagring av koldioxidutsläpp. Genom sådana illustrationer kan planeringsprocessen bli mer realistisk och lättare att förstå.

Man kan tycka att det skulle räcka och vara enklare för en region att i planeringen bara redovisa nödvändiga arealer för lokal livsmedelsproduktion och energiförsörjning. Men detta speglar inte dagens verklighet med handel inom landet och över gränserna. Dessutom är det långt kvar tills vi har ställt

om till inhemsk, lokal energiförsörjning eller annan alternativ energianvändning. Under tiden fortsätter fossilbränsleförbrukningen, och koldioxidutsläppen ökar i stället för att minska. Det är hög tid att i planeringen redovisa hur koldioxiden ska absorberas, vilka arealer som behövs för detta och för de alternativa energikällor som föreslås. Därtill kommer frågan om hur svenskens fotavtryck skulle kunna reduceras för mer rättvis fördelning av jordens resurser.

Metodiken för beräkning av ekologiska fotavtryck kan förbättras på många sätt och kombineras med kvalitetsmätningar, när det gäller luft, vatten, biodiversitet mm. Men det är inte det exakta resultatet som är avgörande för det ekologiska fotavtryckets betydelse utan den insikt det skapar om förhållanden, som lätt förbises i planeringsprocessen.

Det finns många olika sätt att beräkna ekologiska fotavtryck.

- Ett *nationellt ekologiskt fotavtryck* bygger på nationens konsumtion per år delat med antalet invånare – ett *genomsnittligt fotavtryck per person* för landet.
- Ett *personligt ekologiskt fotavtryck* bygger på analys av den egna konsumtionen per år. Vissa delar utgörs av gemensam konsumtion inom stat och kommun.
- Med hjälp av medelvärdet av många personliga fotavtryck eller det nationella genomsnittsfotavtrycket kan fotavtrycket *för befolkningen i en stad, kommun eller ett län* beräknas. Det kan också beräknas för befolkningen inom ett naturligt avgränsat område som *en ö eller ett avrinningsområde*.

Syftet med beräkningarna kan också variera.

Det kan vara

- att visa den verkliga produktiva arealen som ett samhälle, t ex en stads befolkning med sin konsumtion och alla utsläpp tar i anspråk.
- att jämföra de produktiva arealer som samhället tar i anspråk genom konsumtion i olika regioner eller länder.
- att jämföra konsumtionens behov av bioproduktiva arealer med tillgången inom den region/det land där konsumenterna bor.
- att visa att olika sorters produktion och aktiviteter kräver olika stora "skuggarealer". Detta gäller t ex vanligt jordbruk, som behöver skuggarealer på grund av energianvändning och utsläpp både vid driften, vid framställning av produktionsmedel, för djurfoder och för arealer för att fånga läckande växtnäring. Den intensivare växthusodlingen av grönsaker kan kräva ännu större skuggarealer. Fiskodlingar kan fördärva stora arealer genom anläggningskonstruktioner och utsläpp och kräver arealer för foderproduktion. Beräkning av ekologiska fotavtryck för maskiner, t ex jordbruksmaskiner eller en dator, bygger på livscykelanalyser och beräkning av energianvändningen under olika stadier i livscykeln som t ex råvaruframställning och tillverkning, drift och reparationer och slutligen återanvändning/deposition av avfall.

Här är några tumregler för beräkning av konsumtionens ekologiska fotavtryck:

- Eftersom ekologiska fotavtryck vanligen beräknas per person, måste man känna till befolkningens storlek och ta reda på konsumtionen av olika varor och tillhörande utsläpp.
- Till konsumtionen hör energiförbrukningen, vars olika komponenter ställs samman i en energibudget.
- Utsläppt koldioxid från fossilt material antas i

viss utsträckning bli absorberad och lagras i havet samt i växande skog. Men de nuvarande utsläppen är för stora, absorptionen är otillräcklig och ackumuleringen i atmosfären leder till ökad växthuseffekt. Stora arealer växande skog, som bibehålls och vårdas för all framtid behöver avsättas för tillräcklig absorption och permanent lagring av koldioxid. Dessa arealer ingår i det ekologiska fotavtrycket som ett mått på energikonsumtionen. Möjligen kan avverkade stammar från sådana skogar konserveras i gruvor eller bevaras på annat sätt. Ny teknik kan erbjuda andra möjligheter med mindre arealbehov.

- Kärnkraftens arealbehov är svårt att beräkna. Vid en allvarlig olycka kan stora arealer fördärvas för mycket lång tid. Den troligaste ersättningen vid en utveckling är internationellt sett olja. Kärnkraften räknas därför om till oljeekvivalenter (så mycket olja som behövs för att ge motsvarande energimängd), och fotavtrycket blir den areal av växande skog som behövs för att absorbera den koldioxid, som skulle frisättas.
- Den totala energianvändningen korrigeras för ”inneboende energi” i nettoimporten. Eftersom handeln är internationell används uppgifter om energiintensiteten vid produktionen från internationell genomsnittsteknik.
- I fotavtrycket inräknas också arealen bebyggd mark inklusive vägar.
- De arealer som behövs för dammar och ledningar för vattenkraft läggs till den bebyggda arealen.
- För fosfor och kväve behövs sjöar och våtmarker som fångar upp utsläppen. Sådana arealer är bara undantagsvis inräknade i de ekologiska fotavtrycken.
- Tjänstekonsumtionen är genom bebyggelse, varu- och energianvändning inräknad i ett nationellt ekologiskt fotavtryck.
- Det ekologiska fotavtrycket per person eller för en viss befolkning är summan av många olika arealer inom landet och i importländerna.

- Den internationella handeln och därmed utnyttjandet av produktiva arealer i olika länder har i vissa beräkningar lett till användning av termen ”global genomsnittsareal”.

OBS! Det ekologiska fotavtrycket omfattar bara sådan produktion och sådana utsläpp som kan ingå i biosfärens kretslopp. Sådana saknas för t ex tungmetaller, persistenta organiska och oorganiska toxiner, radioaktivt material mm. Ekologiska fotavtryck har inte beräknats för dessa ämnen och de måste fasas ut för en hållbar utveckling. Arealbehovet för vattenförsörjning och nödvändiga naturresurser som vatten och grus har inte heller beaktats.

Det ekologiska fotavtryckets historia

Det ekologiska fotavtrycket har sitt ursprung i det som inom ekologin kallas "carrying capacity", dvs vilken avkastning en viss areal kan ge, och hur många organismer som kan klara sig på den. Detta passar inte riktigt för människor, som tränger ihop sig i byar och städer och transporterar dit varor för sin konsumtion. Man får vända på begreppet och se efter vilka produktiva arealer, som behövs för att försörja människorna i t ex Berlin, Stockholm, Hongkong och Mexiko City och för att ta hand om deras utsläpp.

Kanadensiska forskare undersökte Vancouverområdet i början på 1990-talet och fann att befolkningens konsumtion krävde en 20 ggr större areal än den som fanns inom det ganska glest befolkade distriktet (Wackernagel and Rees 1996). Regioner med stora tätorter sätter stora ekologiskt fotavtryck och behöver åker, betesmark och vanlig skogsbruksmark långt utanför närområdet. Dessutom behövs nyplanterad skog (eller annan teknik) för absorption och långtidslagring av koldioxid från fossila bränslen.

De kanadensiska forskarna utvidgade sina undersökningar och beräknade ekologiska fotavtryck per person i några olika länder. Fotavtrycken var relativt små i de tätbefolkade asiatiska länderna, större i europeiska länder och störst i Kanada och USA. Importen av varor gör att ett ekologiskt fotavtryck är sammansatt av många små odlingsarealer både inom och utanför landet eller regionen. Jämförelser med respektive lands egna produktiva arealer

visade att många länder inte skulle klara av att försörja befolkningen inom de egna gränserna.

Konsumtionen i de rika länderna har stigit kraftigt från 1900-talets början. Då var det ekologiska fotavtrycket ungefär 1 ha per person. 1995 låg genomsnittet på ca 3-4 ha per person. Parallellt visar studier av befintliga produktiva arealer på jordklotet att de mellan 5 och 6 ha per person som fanns vid 1900-talets början, på grund av folkökningen sjunkit till 1.5 ha per person. För att klara jordens befolkning och deras utsläpp med nuvarande teknik och genomsnittlig västerländsk livsstil skulle det behövas några jordklot till! Dessutom är det inte bara människor som ska kunna leva i världen. Vi måste lämna plats för vilda djur, som liksom vi är konsumenter och kräver sin del av den gröna produktionen. Människan behöver biodiversitet och ekosystemtjänster både för att förnya sin produktion och för att stabilisera klimatet, få bördiga jordar, nederbörd och rent vatten mm.

I en undersökning av större städer inom Östersjöns avrinningsområde fann svenska forskare att det behövdes en areal som är ungefär 200 ggr så stor som tätortsytan för produktion av mat och fibrer och 500-1100 ggr tätortsytan för absorption av koldioxid samt kväve och fosfor från stadsbefolkningen. Kväve och fosfor som läcker från jordbruksmarken ingick inte i beräkningarna. De europeiska städerna har alltså mycket större fotavtryck än Vancouverområdet. Olikheten mellan resultaten beror framför allt på att de europeiska städerna är mer tätbefolkade, men

också på att den svenska studien tagit med kustzoner och bankar för fiskkonsumtion samt mark för absorption av läckande kväve och fosfor från tätorterna. (Folke et al. 1997).

Metodutveckling, Ekologiska fotavtryck

Sedan begreppet 'ekologiskt fotavtryck' infördes i början på 1990-talet (Rees 1992), har olika förbättringar införts. Det gäller framför allt korrekationer för att kunna lägga ihop skogsarealer med åker-, betes- och fiskearealer till ett enhetligt fotavtryck för konsumtion. Avkastningen per ha är också mycket olika på olika latituder och i olika höjdlägen. Nederbörd, jordmån och teknik varierar, och olika grödor används i olika delar av världen (Wackernagel et al. 1999 a, b).

Den konsumtionsanalys som ligger till grund för beräkningen av ekologiska fotavtryck måste ha ett säkert underlag. Man kan utgå från nationell statistik, men för internationella jämförelser är det bättre med de något så när likvärdiga statistiska uppgifter över produktiva arealer, avkastning och handel, som internationell statistik erbjuder (FAO).

Konsumtionsanalys och inneboende energi, internationell handel med Sverige som exempel

Konsumtionen i ett land beräknas som inhemsk produktion med tillägg av import och avdrag för export. Världens areal av risfält, veteåkrar, betesmarker, skog, etc finns i statistiken och likaså den genomsnittliga avkastningen räknat som biomassa per ha, Tab.1. Med kännedom om hur mycket ris, vete, kött, skogsråvara, mm, som konsumeras i Sverige och genomsnittsproduktionen på världens åkerareal, betesmark, skogsareal och i fiskezonerna kan vi beräkna vilka genomsnittliga arealer, som tas i anspråk för den svenska konsumtionen. Motsvarande beräk-

ningar görs för andra länders konsumtion. Genom notering av energianvändningen vid odling av råvaran och vid eventuell industriell bearbetning med internationellt rådande teknik får man ett värde på "inneboende energi" för korrektion i anslutning till export och import.

I en svensk konsumtionsanalys, som i stor utsträckning bygger på svensk statistik, har konsumtionen av mer än 120 varukategorier analyserats indelade i 7 olika grupper, Tab.1, översikt. Den globala avkastningen gäller kg per ha global genomsnittsåker, betesmark, etc. Svensk avkastning gäller kg per ha per svensk genomsnittsåker, betesmark, etc. Energianvändningen avser internationellt rådande teknik och noteras för beräkning av "inneboende energi". Total svensk biologisk produktion avser areell råvaruproduktion. Uppgifter om import och export möjliggör beräkning av konsumtionen av råvaror. Nettoimport av tillverkade produkter avser fabriks/verkstadstillverkade varor. Konsumtionens del-fotavtryck/person anges för areellt producerade varor. Med hjälp av uppgifter om energianvändningen vid produktionen i tredje kolumnen, Tabell 1, kan energin (inneboende energi) i nettoimporten beräknas.

En fullständig tabell med förklaringar och referenser finns på Internet tillsammans med uppgifter för beräkning av ett svenskt genomsnittsfotavtryck och för beräkning av biokapacitet i Sverige, f d Malmöhus län och Kävlingeåns avrinningsområde.

(<http://www.darwin.biol.lu.se/zoofysiologi/Lewan/Footprint.html>)

Rättelseblad ersätter tabell på sidan 27 i Ekologiska fotavtryck & biokapasitet

Tab. 1. Exempel på komponenter i en konsumtionsanalys för beräkning av ett nationellt ekologiskt fotavtryck i Sverige. (1994 års data). Fullständig tabell och förklaringar, se <http://www.darwin.biol.lu.se/zoofvstol/Lewan/Footprint.html> (engelsk text).

| Varugrupper | Global avkastning kg/ha år | Svensk avkastning kg/ha år | Energi-användning GJ/ton | Total svensk biol prod ton/år | Import ton/år | Export ton/år | Råvaror tot konsum ton/år | Nettoimp i tillverk-prod ton/år | Delfot-avtryck ha/pers | Energi i nettoimp PJoule/år |
|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| MAT, ANIMALISK | | | | | | | | | | |
| Kött (färskt, fruset) | 32 | 245 | 80 | 148 600 | 15 111 | 2 294 | 161 417 | | 0.57 bete | 1 |
| Mjölk | 489 | 3 752 | 10 | 3 356 961 | 14 440 | 21 212 | 3 350 189 | | 0.78 bete | 0 |
| Ost, färskost | 49 | 375 | 65 | - | 24 549 | 7 353 | | 17 196 | 0.04 bete | 1 |
| Ägg (färska, prep.) | 534 | 734 | 65 | | 12 462 | 2 018 | | 113 144 | 0.02 bete | 1 |
| Fisk | 29 | - | 100 | 311 753 | 127 000 | 59 000 | 379 753 | | 1.49 fiske | 7 |
| ÖVRIGT ANIMAL | | | | | | | | | | |
| Ull | 16 | ? | 10 | 530 | 310 | 221 | 619 | | 0 bete | 0 |
| Hudar | 32 | 245 | 10 | 10 980 | 18 000 | 23 000 | 5 980 | | 0.02 bete | 0 |
| Skor | 32 | 245 | 20 | | 27 000 | 3 000 | | 24 000 | 0.09 | 0 |
| MAT VEGETAB | | | | | | | | | | |
| Vete och råg | 2 440 | 5 389 | 10 | 1 518 300 | 48 067 | 226 085 | 1 340 280 | | 0.06 åker | -2 |
| Korn och foder | 2 669 | 3 672 | 10 | 2 875 400 | 20 144 | 186 149 | 2 709 395 | | 0.12 åker | -2 |
| Potatis och rotfr | 15 268 | 32 098 | 5 | 1 045 100 | 40 613 | 2 059 | 1 083 654 | | 0.01 åker | 0 |
| Bönor | 834 | 2 428 | 10 | 67 000 | 7 608 | 950 | 73 658 | | 0.01 åker | 0 |
| Socker (sockerbetor) | 5 060 | 7 251 | 15 | 2 349 800 | 219 636 | 28 896 | 2 540 540 | | 0.06 åker | 3 |
| Kaffe | 528 | - | 75 | 0 | 107 624 | 10 282 | 97 342 | | 0.02 åker | 7 |
| Oljväxter | 1 312 | 2 387 | 10 | 195 000 | 105 000 | 5 000 | 295 000 | | 0.03 åker | 1 |
| Foderkakor | 1 312 | 2 387 | 20 | - | 450 228 | 7 383 | 442 845 | | 0.04 åker | 9 |
| VEGETABIL ÖVR | | | | | | | | | | |
| Gummi produkter | 1 000 | | 20 | - | 85 | | | 131 915 | 0.01 åker | 3 |
| KEMISKA PROD | | | | | | | | | | |
| Växtnäring | | | 100 | | 1 354 000 | 410 000 | | 944 000 | | 94 |
| METALL | | | | | | | | | | |
| Malm, skrot | | | 2 | | 1 871 000 | 16 394 000 | | -14 523 000 | | -29 |
| Järn och stål | | | 30 | | 2 687 000 | 4 088 000 | | -1 401 000 | | -42 |
| Tunga maskiner | | | 100 | | 505 000 | 806 000 | | -301 000 | | -30 |
| Fordon | | | 100 | | 510 000 | 852 000 | | -342 000 | | -34 |
| SKOG | m ³ /ha år | m ³ /ha år | | m ³ /år | m ³ /år | m ³ /år | m ³ /år | | | |
| m ³ stock ekvival. | 1.99 | 4 | | 53 100 000 | 12 883 536 | 42 403 456 | 24 580 080 | | 1.4 skog | |

Tabell 1. Exempel på komponenter i en konsumtionsanalys för beräkning av ett nationellt ekologiskt fotavtryck i Sverige. (1994 års data). Fullständig tabell och förklaringar, se <http://www.darwin.biol.lu.se/zoofysio/Lewan/Footprint.html> (engelsk text).

| Varugrupper Energi i | Global avkastning g / ha år | Svensk avkastning kg/ha år | Energi- användning Gj/ton | Total svensk biol prod | Import ton/år | Råvaror Export ton/år | Nettoimp tillverk ton/år | Delfot- avtryck ton/år | Energi i nettoimp ha/pers år | Pjoule/ år |
|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|---------------|
| MAT, ANIMALISK | | | | | | | | | | |
| Kött (färskt, fruset) | 32 | 245 | 80 | 148 600 | 15111 | 2294 | 161 417 | | 0.57 bete | 1 |
| Mjölk | 489 | 3752 | 10 | 3 356 961 | 14440 | 21212 | 3 350 189 | | 0.78 bete | 0 |
| Ost, färskost | 49 | 375 | 65 | - | 24549 | 7353 | 17 196 | | 0.04 bete | 1 |
| Ägg (färska, prep.) | 534 | 734 | 65 | | 12462 | 2018 | 113 144 | | 0.02 bete | 1 |
| Fisk | 29 | - | 100 | 311 753 | 127000 | 59000 | 379 753 | | 1.49 fiske | 7 |
| ÖVRIGT ANIMAL | | | | | | | | | | |
| Ull | 16 | ? | 10 | 530 | 310 | 221 | 619 | | 0 bete | 0 |
| Hudar | 32 | 245 | 10 | 10 980 | 18000 | 23000 | 5980 | | 0.02 bete | 0 |
| Skor | 32 | 245 | 20 | | 27000 | 3000 | 24 000 | | 0.09 | 0 |
| MAT VEGETAB | | | | | | | | | | |
| Vete och råg | 2 440 | 5 389 | 10 | 1 518 300 | 48067 | 226085 | 1340280 | | 0.06 åker | -2 |
| Korn och foder | 2 669 | 3 672 | 10 | 2 875 400 | 20144 | 186149 | 2709395 | | 0.12 åker | -2 |
| Potatis och rotfr | 15 268 | 32 098 | 5 | 1 045 100 | 40613 | 2059 | 1083654 | | 0.01 åker | 0 |
| Bönor | 834 | 2 428 | 10 | 67 000 | | 7608 | 950 | | 0.01 åker | 0 |
| socker (sockerbetor) | 5 060 | 7 251 | 15 | 2 349 800 | 219636 | 28896 | 2540540 | | 0.06 åker | 3 |
| Kaffe | 528 | - | 75 | 0 | 107624 | 10282 | 97342 | | 0.02 åker | 7 |
| Oljeväxter | 1 312 | 2 387 | 10 | 195 000 | 105000 | 5000 | 295 000 | | 0.03 åker | 1 |
| Foderkakor | 1 312 | 2 387 | 20 | - | 450228 | 7383 | 442 845 | | 0.04 åker | 9 |
| VEGETABIL ÖVR | | | | | | | | | | |
| Gummiprodukter | 1 000 | | 20 | - | 85 | | | | 0.01 åker | 3 |
| KEMISKA PROD | | | | | | | | | | |
| Växtnäring | | | 100 | | 1354000 | / 410 000 | | | | 94 |
| METALL | | | | | | | | | | |
| Malm, skrot | | | 2 | | 1871000 | / 16394000 | | | | -29 |
| Järn och stål | | | 30 | | 2687000 | / 4088000 | | | | -42 |
| Tunga maskiner | | | 100 | | 505000 | 806000 | | | | -30 |
| Fordon | | | 100 | | 510 000 | 852000- | | | | -34 |
| SKOG m ³ stock ekival. | m ³ /ha år 1.99 | m ³ /ha år 4 | | m ³ /år 53 100 000 | m ³ /år 12883536 | m ³ /år 42403456 | m ³ /år 24580080 | | 1.4 skog | |

Utjämningsfaktorer för olika sorters mark

Konsumtionsanalysen ovan resulterar i många små delfotavtryck på olika sorters mark av olika kvalité, Tabell 1. En del varor bygger på råvaror från åkermark, andra från betesmark, skog eller fiskevatten. Åkermark är mer produktiv än skogsmark, som är mer produktiv än naturlig betesmark. För att lägga samman sådana arealer till ett enhetligt ekologiskt fotavtryck måste man kompensera för kvalitetsskillnaderna med hjälp av utjämningsfaktorer. Jämfört med en global genomsnittsareal (gga) vars biokapacitet satts till 1 ger genomsnittlig åkermark 2.8 gånger så mycket biomassa, skogsmark 1.1 gånger så mycket, betesmark 0.5 gånger och fiskevatten 0.2 gånger så mycket.), se förteckning nedan.

Olika sorters mark, underavdelningar

All skog absorberar koldioxid under en tillväxtperiod, men skog som ska användas för långtidslagring av koldioxid kan inte avverkas och användas för konsumtion på samma sätt som i vanligt skogsbruk för pappersmassa och virke. Detta blir förr eller senare avfall, som bränns varvid koldioxiden frigörs på nytt. Därför införs en extra skogskategori för koldioxidlagring i beräkningarna (i väntan på alternativ teknik för koldioxidlagring). Sådan skog finns knappast, men utgör en fotavtrycks-komponent för fossilbränsleanvändning. För kärnkraft är det svårt att ange en areal. De stora arealbehovet uppkommer vid en olycka, då radioaktiviteten gör marken obrukbar under mycket lång tid. Vid en kärnkraftsavveckling är internationellt sett olja den för närvarande troligaste ersättningsenergin. Kärnkraft omräknas därför till oljeekvivalenter (den mängd olja som skulle ge lika mycket energi) och fotavtrycket är den areal växande skog som behövs för absorption av den koldioxid som skulle frisättas. *Skog för koldioxidlagring* får samma utjämningsfaktor som skog för skogsbruk, 1.1, men kräver annan hantering. Bebyggelse och trafikapparat kräver allt större area-

ler. Internationellt sett används i allmänhet den allra bästa jorden för sådana ändamål. Städer har sedan gammalt placerats på bördiga slätter runt flodmynningar, och där ligger också många trafikleder. För Sverige är detta en stark förenkling, särskilt med tanke på att vägar och kraftledningsgator, som räknas in i kategorin bebyggd mark, ofta dras genom skogsområden. *Mark för bebyggelse* har fått samma utjämningsfaktor som åker, 2.8.

| | | |
|-------------------------------------|-----|--------------------------------------|
| Global genomsnittsareal | 1 | (utgångsvärde) |
| Åker | 2.8 | |
| Skog | 1.1 | |
| Betesmark, (oplöjd) | 0.5 | |
| Kustzoner och fiskebankar | 0.2 | (stora arealer finkammas för fångst) |
| Bebyggelse | 2.8 | (förbrukad biokapacitet) |
| Skog för CO ₂ absorption | 1.1 | |

Energibudget

Förutom delfotavtrycken för olika sorters konsumtionsvaror och bebyggelse måste användningen av olika former av energi i ett land analyseras och tillhörande arealer läggas till övriga arealer i fotavtrycket.

Sverige använder olika slag av fossil energi, kärnkraft som räknas om till oljeekvivalenter, vattenkraft, vars areal (magasin, kraftledningsgator mm) förs till kategorin bebyggd areal, samt bioenergi. Den sistnämnda bygger på skogsbruksskog eller åker och ingår redan som råvara i konsumtionsanalysen ovan. Till den direkt använda energin läggs också den inboende energin (räknad som oljeekvivalenter) i nettoimporten av varor.

För varje slag av energi har ett specifikt energi-fotavtryck beräknats som anger hur stor areal som behövs per erhållen gigajoule. Med hjälp av detta

Rättelse till tabell 2 på sidan 29 i Ekologiska fotavtryck & biokapasitet

Tabell 2. Energianvändningen i Sverige (1994 års data) och arealbehov för absorption av utsläpp och anläggningar för energikällor

| Svensk konsumtion Gigajoule/person och år | Specifikt energifotavtryck Gigajoule/ha och år | Svenskt energifotavtryck ha/person |
|---|---|--|
| Kol | 11 | 0.2064 CO ₂ skog för kol |
| Olja | 81 | 1.1469 CO ₂ skog för olja |
| Fossilgas | 3 | 0.0349 CO ₂ skog för fossilgas |
| Kärnkraft(termisk energi) | 89 | 1.2501 CO ₂ skog för kärnkraft |
| Nettoimport, inneboende Energi (oljeekvivalenter)* | -26 | -0.3656 CO ₂ skog för inneboende energi i n-imp. |
| Vattenkraft (Bioenergi ej inräknat här, se bränsle under skogsråvara i konsumtionsanalysen. | 24 32) | 0.9242 bebyggd areal för vattenkraft |

* tillskottsenergi vid areell produktion och fabrikation medförjer varor vid import och export. För Sveriges del ger varuutbytet ett negativt värde på nettoimporten av inneboende energi. Vi exporterar alltså inneboende energi.

Tabell 2. Energianvändning i Sverige (1994 års data) och arealbehov för absorption av utsläpp och anläggningar för energikällor

| Svensk konsumtion Gigajoule/person och år | | Specifikt energifotavtryck Gigajoule/person och år | ha/person | |
|--|-----|---|-----------|---|
| Kol | 11 | Kol | 55 | 0.2064 CO ₂ skog för kol |
| Olja | 81 | Olja | 71 | 1.1469 CO ₂ skog för olja |
| Fossil gas | 3 | Fossilgas | 93 | 0.0349 CO ₂ skog för fossilgas |
| Kärnkraft(termisk energi) | 89 | Kärnkraft | 71 | 1.2501 CO ₂ skog för kärnkraft |
| Nettoimport, inneboende energi (oljeekvival)* | -26 | (oljeekvival) | | -0.3656 CO ₂ skog för inneboende energi i n-imp. |
| Vattenkraft | 24 | Vattenkraft | 1 000 | 0.0242 bebyggd areal för vattenkraft |
| (Bioenergi ej inräknat här, se bränsle under skogsråvara i konsumtionsanalysen. | 32) | Bioenergi | 98 | |

* tillskottsenergi vid areell produktion och fabrikation medföljer varor vid import och export. För Sveriges del ger varuutbytet ett negativt värde på nettoimporten av inneboende energi. Vi exporterar alltså inneboende energi.

och förbrukningen per år och person beräknas energifotavtrycket per person uttryckt som skogsareal för koldioxidlagring och bebyggd areal för vattenkraft, Tab. 2. En skogsyta kan användas under tillväxtfasen tills skogen är mogen, varefter nya arealer måste tas i anspråk, så länge fossila bränslen används. Alternativ teknik behövs både för koldioxidlagring och för energiförsörjning.

Beräkning av ett nationellt ekologiskt fotavtryck med Sverige som exempel

De delfotavtryck som erhållits från konsumtionsanalysen och energibudgeten är uttryckta i hektar global genomsnittsåker för grödor/bebyggelse, genomsnittsskog för skogsbruk respektive koldioxidlagring, genomsnittlig betesmark, genomsnittlig fiskeareal. Genom multiplikation med utjämningsfaktorn för varje kategori av produktiv areal erhålls alla delfotavtrycken uttryckta i hektar global genomsnittsareal. Delfotavtrycken kan därmed läggas samman till ett ekologiskt fotavtryck uttryckt i ha global genomsnittsareal per person, Tabell 3.

Värdet 7 ha anger medelfotavtrycket per person i Sverige uttryckt som global genomsnittsareal. Införandet av begreppet global genomsnittsareal som en enhetsareal är motiverat med hänsyn till den svenska handeln, som är mycket internationell. Begreppet underlättar internationella jämförelser, eftersom biokapaciteten på produktiva arealer i alla länder kan uttryckas som produktion på en enhetsareal.

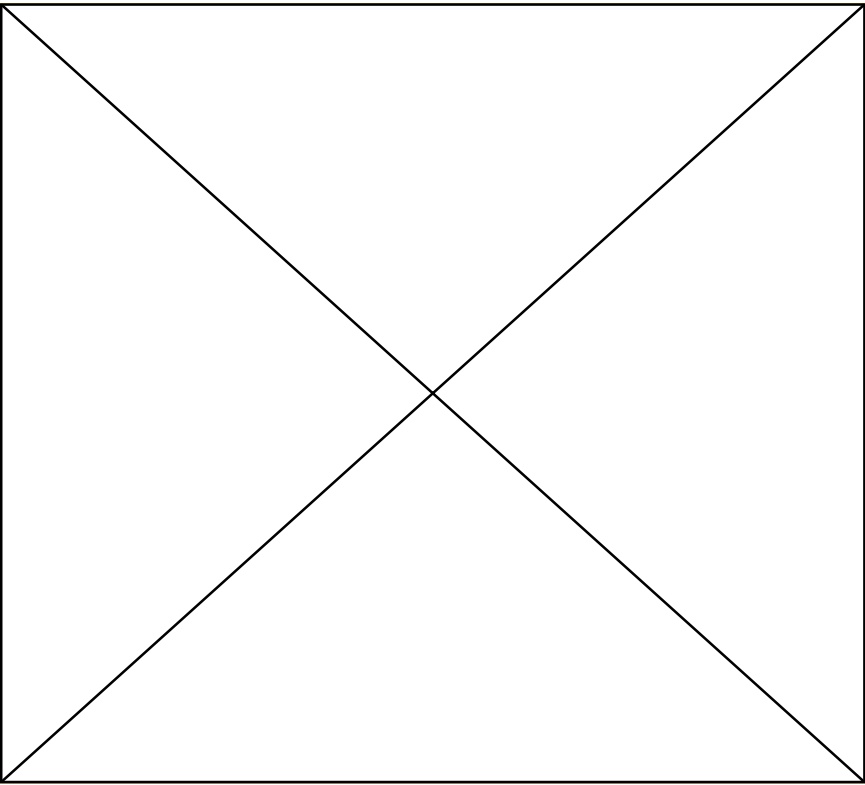
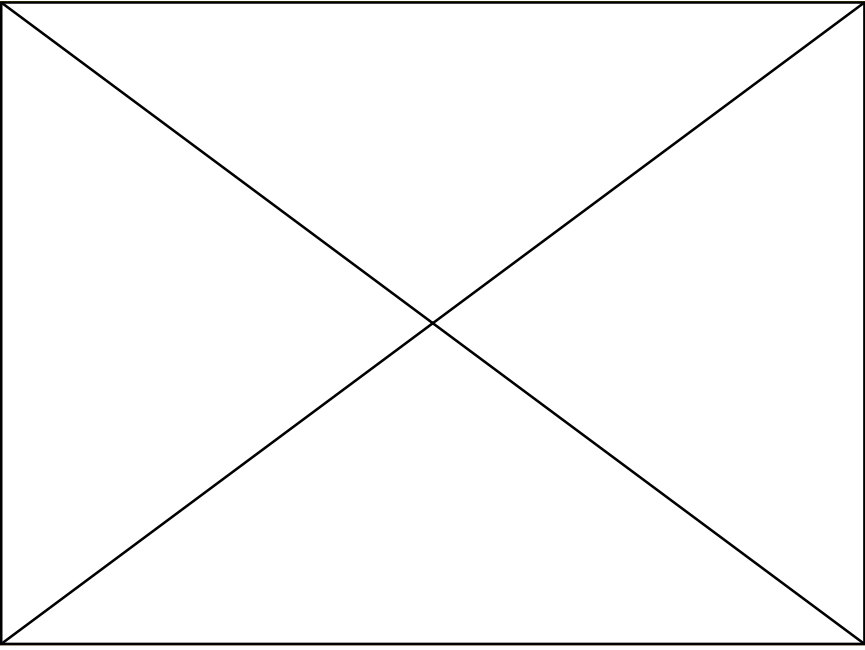
Eftersom levnadsstandard och konsumtion är likartad i hela Sverige kan medelfotavtrycket också användas i olika regioner inom landet, t ex för ett län, en kommun eller ett avrinningsområde. Däremot är det stora skillnader i ekologiska fotavtryck beroende på inkomst, mellan män och kvinnor, o s v. Detta visas bäst genom registrering av personlig konsumtion och beräkning av personliga fotavtryck.

Modeller för registrering av personliga fotavtryck finns på Internet, se Litteraturförteckningen. Se också exempel från USA, bilaga 1.

Det finns också mycket enkla tabeller som bygger på vilken sorts mat man äter, hur man färdas, hur stor bostad man har och en del annat, som ger delfotavtryck beräknade efter amerikanska förhållanden, se nedan. Resultatet sätts relation till internationella förhållanden och behov av arealer för biodiversitet.

Tabell 3. Ekologiskt fotavtryck. Behov av produktiv areal per person för Sverige

| kategori global genomsnitt- åker, -bete, - skog, etc. | ha/pers (a) | utjämnings- faktor (b) | global genomsnitt- areal, ha/pers (a x b) |
|---|----------------|------------------------------|---|
| Åker | 0.4 | 2.8 | 1.2 |
| Betesmark | 1.6 | 0.5 | 0.9 |
| Skog | 1.4 | 1.1 | 1.6 |
| Fiske | 1.5 | 0.2 | 0.3 |
| Bebyggd areal | 0.2 | 2.8 | 0.7 |
| Skog för CO ₂ absorp. | 2.3 | 1.1 | 2.6 |
| Totalt, global genomsnittsareal/pers | | | 7 ha (7.2) |



Tabell 4. Biokapacitet per person i Sverige

| Specifik kategori svenskt genomsnitt | areal ha/pers (a) | utjämningsfaktor (b) | avkastningsfaktor (c) | global genomsnittsareal ha/pers (a x b x c) |
|--|-------------------|----------------------|-----------------------|---|
| Åker | 0.27 | 2.8 | 1.6 | 1.2 |
| Vall för bete | 0.12 | 0.5 | 7.7 | 0.5 |
| Betesmark | 0.06 | 0.5 | 7.7 | 0.3 |
| Skog | 2.76 | 1.1 | 2.1 | 6.5 |
| Fiske | 0.58* | 0.2 | 1.0 | 0.7 |
| Bebyggd areal | 0.15 | 2.8 | 1.6 | 0.1 |
| Skog för CO ₂ absorp. | 0 | 1.1 | 2.1 | 0 |
| Befintlig svensk areal 4.0 ha per person | | | Biokapacitet | 9 |
| | | | Avdrag biodiversitet | 1 |
| | | | Tillgängligt | 8 ha global genomsnittsareal/person |

* svensk andel/person av internationell fiskekvot

Kan Sverige försörja sin egen befolkning?

Frågan kan delas upp på tre:

- Kan Sverige inom sina gränser åstadkomma samma varuutbud som den internationella handeln erbjuder?
- Räcker de produktiva arealerna i Sverige för att försörja den egna befolkningen?
- Erbjuder Sverige genom sin handel andra samma biokapacitet som den som importeras?

Det finns ett överflöd av importerade produkter på den svenska marknaden, som vi inte skulle kunna producera själva både beroende på klimat och kunskaper. I ett krisläge skulle den inhemska produktionen kunna diversifieras, och som en följd därav bli mer småskalig, men vi skulle inte kunna åstadkomma allt det som finns i dag. Frågan blir då om vi skulle kunna erbjuda en alternativ, mer begränsad marknad med de produktiva arealer som vi har.

För att kunna jämföra dagens konsumtion och de produktiva arealer, som krävs världen runt för att upprätthålla den, med vad som är möjligt inom landet, så måste de produktiva arealerna i Sverige uttryckas i global genomsnittsareal. Detta är också en

förutsättning för att se om vår nettoimport innebär en nettoimport av produktiva arealer.

Produktiva arealer i Sverige. Biokapacitet.

Av den svenska landarealen, 45 miljoner ha, anses 28 miljoner ha vara produktiv mark. Uppgifter om åkerareal, skog, betesmark, mm. finns i svensk markanvändningsstatistik (SCB

1998). Det finns också uppgifter om fiskeareal och bebyggd mark. För att lägga ihop de olika kategorierna av produktiv areal, multipliceras de med respektive utjämningsfaktor, liksom vid beräkning av det ekologiska fotavtrycket. Svensk åkerareal och svensk skog ger som regel större avkastning än den globala genomsnittsåkern och genomsnittsskogen beroende på jordmån, topografi, nederbörd och odlingsteknik. I andra delar av världen kan det tvärtom vara lägre avkastning. Inom Sverige är det dessutom stor skillnad på skördar i norr och i söder. Därför införes nationella/lokala avkastningsfaktorer för beräkning av landets biokapacitet, Tabell 4. De använda nationella avkastningsfaktorerna grundar sig på genomsnittsavkastningen på några åkergrödor, betesarealer, skog, etc. i svensk statistik jämfört med motsvarande medelvärden på arealer i internationell statistik, se Tabell 1 och <http://www.darwin.biol.lu.se/zoofysiologi/Lewan/Footprint.html>

Den svenska odlingsarealen, 4 ha per person, motsvarar en biokapacitet på omkring 9 ha global genomsnittsareal per person enligt beräkningarna i Tab. 4. Även om stora arealer avsätts för naturskydd

ovanför odlingsgränsen och längs kusterna, så kan inte alla andra mer biologiskt produktiva arealer upplåtas för mänsklig konsumtion. Vilda växter och djur och god biodiversitet kräver sin andel av de produktiva arealerna i hela landet. För detta görs ett generellt avdrag på 12% av biokapaciteten. Detta värde är grundat på en uppgift i Brundtland kommissionens rapport "Vår gemensamma framtid" (WCED 1987). Efter avdraget återstår en biokapacitet på omkring 8 ha global genomsnittsareal per person i Sverige.

Biokapaciteten i ett land uttrycker förmågan till biologisk produktion snarare än hektar produktiv mark i landet. Ett avdrag på 12% för biodiversitet innebär inte att 12% av den produktiva arealen ska avsättas och lämnas absolut orörd för det vilda. Däremot kan avkastningen behöva sänkas genom mindre intensiva brukningsmetoder. En omvandling av gödslad betesmark till ogödslad innebär lägre avkastning och därmed avstående av biokapacitet till förmån för biodiversitet. Omvandling av åker till skyddszoner och dammar eller inrättande av naturreservat och naturvårdsområden i skogen är andra sätt att avsätta biokapacitet för det vilda. Den biokapaciteten som tas i anspråk i ett land eller inom ett område måste på sikt anpassas så att ekosystemfunktioner och vattenkvalitetsnormer m.m. upprätthålls. Det generella kravet på 12% av den produktiva arealen för biodiversitet är preliminärt.

En för människan tillgänglig biokapacitet på omkring 8 ha global genomsnittsareal och ett ekologiskt fotavtryck på omkring 7 ha antyder att Sverige har det väl förspänt och skulle kunna klara befolkningens försörjning inom landets gränser och till och med få biokapacitet motsvarande 1 ha global genomsnittsareal över. Hållbarheten beror dock på hur biokapaciteten används!

Är Sveriges markanvändning hållbar?

Hållbarheten i ett lands utveckling måste bedömas ur både sociala och ekologiska perspektiv. Ekonomin är ett redskap för hushållning med naturresurser och produktiva arealer, men kan inte i sig själv åstadkomma hållbara förhållanden utan den fysiska resursbasen. Ekologiska fotavtryck och biokapacitetsberäkningar kan användas vid analyser av och jämförelser mellan ekonomiska transaktioner.

En jämförelse mellan den svenska konsumtionens behov av olika arealer enligt det ekologiska fotavtrycket och de tillgångar som framgår av biokapacitetsberäkningen för Sverige visar dålig överensstämmelse. Detta gäller speciellt skogens användning och bristen på areal för lagring av koldioxid från fossilbränsleanvändning, jämför Figur 1 B – C.

De tre cirkelarna i Figur 1 återger proportionsenligt befintlig areal av produktiv mark per person i Sverige (A), den mycket större biokapaciteten uttryckt som ha global genomsnittsareal (B) och det ekologiska fotavtrycket uttryckt som ha global genomsnittsareal (C). Respektive cirkeldiagram visas också fördelningen på jordbruksmark (åker + betesmark), bebyggd areal, skog för skogsbruk, och fiskeareal. Inom det ekologiska fotavtrycket (C) anges också behov av skogsareal för koldioxidlagring.

Jordbruksarealen inom den svenska biokapaciteten motsvarar ungefär den som behövs för att upprätthålla den svenska livsmedelskonsumtionen enligt fotavtrycket. Skogsarealen inom biokapaciteten är däremot betydligt större än den som behövs för att leverera de trävaror och fibrer som konsumeras i Sverige enligt fotavtrycket. Fotavtrycket visar att det behövs en stor skogsareal för långtidslagring av koldioxid (C), men sådan mark finns inte avsatt och är inte redovisad i biokapaciteten (B).

A Sverige, produktiv areal, 4 ha/pers

| | |
|------------------------------|----------------|
| Areal produktiv mark | ha 3,78 |
| Jordbruksmark | 0,41 |
| Bebyggelse | 0,13 |
| Fiske | 0,58 |
| Skog | 2,66 |
| Skog för koldioxidabsorption | 0 |

B Sverige, biokapacitet, 9 ha global genomsnittsareal/pers

| | |
|------------------------------|----------------|
| Biokapacitet | ha 8,59 |
| Jordbruksmark | 1,79 |
| Bebyggelse | 0,58 |
| Fiske | 0,12 |
| Skog | 6,1 |
| Skog för koldioxidabsorption | 0 |

C Ekologiskt fotavtryck i Sverige, 7 ha global genomsnittsareal/pers, gäller även i Skåne och andra områden

| | |
|------------------------------|---------------|
| Ekologiskt fotavtryck | ha 7,3 |
| Jordbruksmark | 2,1 |
| Bebyggelse | 0,7 |
| Fiske | 0,3 |
| Skog | 1,6 |
| Skog för koldioxidabsorption | 2,6 |

Figur 1. Cirklarnas storlek illustrerar

(A) arealen produktiv mark 4 ha per person i Sverige

(B) samma areal uttryckt som biokapacitet, 9 ha global genomsnittsareal per person efter multiplikation med utjämningsfaktorer för olika sorters mark och avkastningsfaktorer för Sverige.

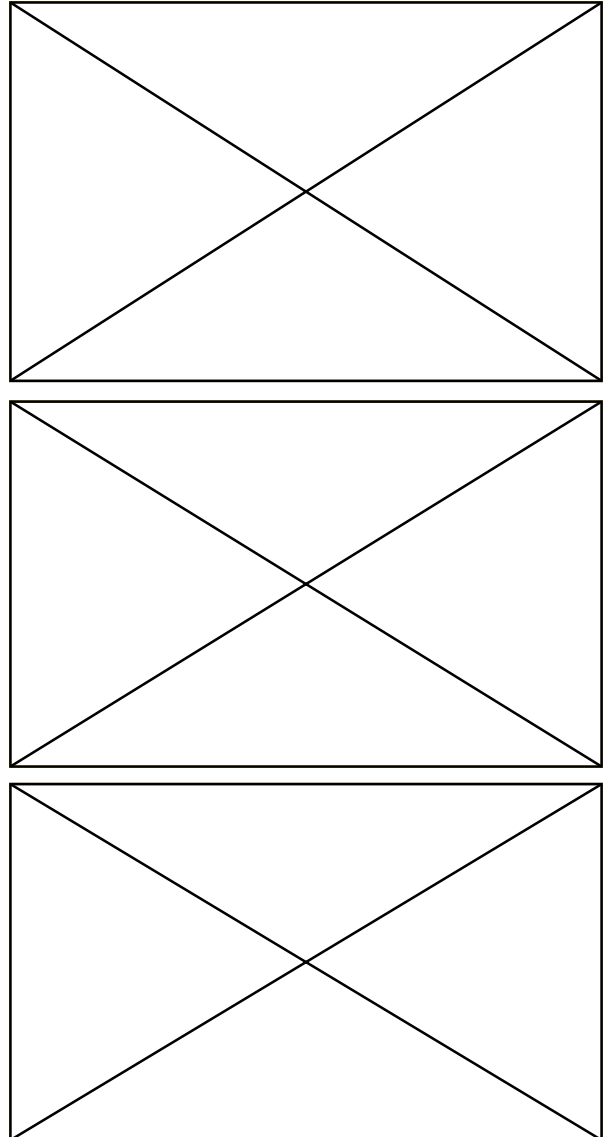
(C) det ekologiska fotavtrycket, 7 ha per person, som visar hur stor global genomsnittsareal (utspridd över världen) som den svenska konsumtionen kräver per person. Observera att

- 12 % av arealerna i A och B inte dragits ifrån för biodiversitet.
- att skog för CO₂ absorption i C inkluderar utsläpp från kärnkraft räknat som oljeekvivalenter (55%).

Tillgång på olika slag av mark (A, B) respektive behov av olika mark (C) illustreras med sektorer i cirklarna.

Lägg märke till att konsumtionen (C)

- bara behöver en mindre del av den skog som finns (B)
- behöver en stor areal skog för koldioxidabsorption (C), som inte avsatts (B)



OBS! Cirklarna visar areal/person men representerar samtidigt förhållandena i hela Sverige, eftersom en multiplikation med befolkningen (9 miljoner invånare) inte ändrar proportionerna mellan cirklarna.

Den stora skogsarealen i Sverige används för skogsbruk och export, vilket utgör basen i landets ekonomi. Fossilbränslen importeras, men mark har inte avsatts för absorption och permanent lagring av koldioxid i växande skog, och annan teknik har inte heller införts (Ishitani et al. 1996, Azar et al. 2000).

Konsumtionsanalysen som ligger till grund för det ekologiska fotavtrycket visar att Sverige genom sin handel nettoimporterar en biokapacitet motsvarande 1 ha global genomsnittsareal per person. Men hur går det ihop? Är inte Sveriges biokapacitet ett hektar större än det ekologiska fotavtrycket? Tänk på att biokapaciteten i landet mäts med utgångspunkt från befintliga produktiva arealer – detta säger ingenting om utnyttjandet av arealerna för inhemsk konsumtion respektive export. Det ekologiska fotavtrycket anger hur mycket produktiv areal som behövs för landets konsumtion – detta säger ingenting om var i världen arealerna ligger. En analys visar att Sverige i realiteten nettoimporterar biokapacitet.

Markanvändningen i det glesbefolkade Sverige är knappast hållbar så länge vi netto importerar biokapacitet från andra länder och inte tar hand om våra egna utsläpp. Arealer för absorption av läckande växtnäring från jordbruksmark och tätorter är inte medtagna i de redovisade beräkningarna, och inte heller skyddszoner för grundvatten eller de arealer med sand och grus som behövs för rening .

Ytterligare två frågor måste ställas:

- Är konsumtionens ekologiska fotavtryck i Sverige försvarbart i ett internationellt sammanhang (jämför Tabell 5)?
- Ger svensk konsumtion och livsstil sådana förebilder att det jämfört med dagens situation leder till minskad naturresursanvändning i ett globalt perspektiv, både totalt och per person?

Internationella studier

Den metodik för beräkning av ekologiskt fotavtryck och biokapacitet som här beskrivits för Sverige, har även införts i tidigare nämnda internationella studier. De påbörjades i några länder av kanadensiska forskare (Wackernagel and Rees 1996), utökades senare (Wackernagel et al. 1999 b) och omfattar nu ett 50-tal nationer med statistik från 1993, Tabell 5. Samma studie upprepas f n med data från 1995. På så sätt kan det faktiska utfallet av den pågående utvecklingen följas i ett internationellt perspektiv. Men det är de enskilda länderna, deras invånare och politiker som styr utvecklingen genom lokala initiativ, central styrning och internationellt samarbete.

Tabell 5 illustrerar genom de ekologiska fotavtrycken den ojämna fördelningen av konsumtionen/person i världen. Tabellen visar att också biokapaciteten/person är mycket ojämnt fördelad, och att världskonsumtionens behov av produktiva arealer per person i världen, med rådande teknik är större än vad planeten kan erbjuda. Det gäller inte bara att pressa ner västvärldens resursutnyttjande, utan också att göra det med teknik och livsstilar som är gångbara för social utveckling och ekologisk rehabilitering i resten av världen Studien omfattar 4.7 miljarder av närmre 6 miljarder människor 52 länder. De länder som är med omfattar 80% av jordens befolkning och står för 95% av produktionen. De har tillsammans en tillgänglig biokapacitet på nästan 87 miljoner km² global genomsnittsareal men använder 117 miljoner km², vilket innebär ett överutnyttjande av tillgängliga resurser.

Den internationella situationen är alarmerande

Resultaten från den internationella studien är alarmerande med en tillgänglig biokapacitet på 2 ha per person (12% avdraget för biodiversitet) och en konsumtion som tar närmre 3 ha per person (genomsnittligt ekologiskt fotavtryck för jordens befolkning), Tabell 5. Många länder har brist på biokapacitet i förhållande till sin konsumtion. Längst ner på skalan när det gäller tillgänglig biokapacitet per person ligger de allra fattigaste länderna som Egypten och Bangladesh samt tätbefolkade småstater som Hongkong och Singapore. De fattigaste länderna har också de minsta fotavtrycken medan Kanadas och USAs ekologiska fotavtryck är 8 ha resp. 10 ha global genomsnittsareal.

Ekologiska fotavtryck och biokapacitet är inte exakta

I den internationella studien ligger Sveriges ekologiska fotavtryck på 6 och biokapaciteten på 7 ha global genomsnittsareal per person. Dessa världen är lägre än i ovan redovisade svenska studier. De statistiska källorna var delvis olika i studierna. Skillnaderna understryker betydelsen av att bara jämföra resultat inom beräkningsserier som bygger på både likvärdig metodik och likvärdiga statistiska källor som avser samma tidsperiod. Ekologiska fotavtryck och biokapacitet kan aldrig anges exakt. Det är bättre att ange intervall. Men rangordningen av länder i en och samma studie återger förhållandet mellan konsumtionsnivåerna i olika delar av världen och

Tabell 5. Befolkning (1997), ekologiska fotavtryck, tillgänglig biokapacitet (1993 års data). Över- eller underskott av tillgänglig biokapacitet. (Wackernagel et al. 1999 b).

| | Befolkning (1997) | Ekologisk fotavtryck [ha/pers] | Tillgänglig biokapacitet [ha/pers] | Överskott/ underskott [ha/pers] |
|----------------|----------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|
| Argentina | 35 405 000 | 3,9 | 4,6 | 0,7 |
| Australia | 18 550 000 | 9,0 | 14,0 | 5,0 |
| Bangladesh | 125 898 000 | 0,5 | 0,3 | -0,2 |
| Belgien | 10 174 000 | 5,0 | 1,3 | -3,7 |
| Brasilien | 167 046 000 | 3,1 | 6,7 | 3,6 |
| Chile | 14 691 000 | 2,5 | 3,2 | 0,7 |
| Colombia | 36 200 000 | 2,0 | 4,1 | 2,1 |
| Costa Rica | 3 575 000 | 2,5 | 2,5 | 0,0 |
| Danmark | 5 194 000 | 5,9 | 5,2 | -0,7 |
| Egypten | 65 445 000 | 1,2 | 0,2 | -1,0 |
| Etiopien | 58 414 000 | 0,8 | 0,5 | -0,3 |
| Filippinerna | 70 375 000 | 1,5 | 0,9 | -0,6 |
| Finland | 5 149 000 | 6,0 | 8,6 | 2,6 |
| Frankrike | 58 433 000 | 4,1 | 4,2 | 0,1 |
| Grekland | 10 512 000 | 4,1 | 1,5 | -2,6 |
| Hong Kong | 5 913 000 | 6,1 | 0,0 | -6,1 |
| Indien | 970 230 000 | 0,8 | 0,5 | -0,3 |
| Indonesien | 203 631 000 | 1,4 | 2,6 | 1,2 |
| Irland | 3 577 000 | 5,9 | 6,5 | 0,6 |
| Island | 274 000 | 7,4 | 21,7 | 14,3 |
| Israel | 5 854 000 | 3,4 | 0,3 | -3,1 |
| Italien | 57 247 000 | 4,2 | 1,3 | -2,9 |
| Japan | 125 672 000 | 4,3 | 0,9 | -3,4 |
| Jordanien | 5 849 000 | 1,9 | 0,1 | -1,8 |
| Kanada | 30 101 000 | 7,7 | 9,6 | 1,9 |
| Kina | 1 247 315 000 | 1,2 | 0,8 | -0,4 |
| Korea, Rep | 45 864 000 | 3,4 | 0,5 | -2,9 |
| Malaysien | 21 018 000 | 3,3 | 3,7 | 0,4 |
| Mexiko | 97 245 000 | 2,6 | 1,4 | -1,2 |
| Nederländerna | 15 697 000 | 5,3 | 1,7 | -3,6 |
| Nya Zeeland | 3 654 000 | 7,6 | 20,4 | 12,8 |
| Nigeria | 118 369 000 | 1,5 | 0,6 | -0,9 |
| Norge | 4 375 000 | 6,2 | 6,3 | 0,1 |
| Pakistan | 148 686 000 | 0,8 | 0,5 | -0,3 |
| Peru | 24 691 000 | 1,6 | 7,7 | 6,1 |
| Polen | 38 521 000 | 4,1 | 2,0 | -2,1 |
| Portugal | 9 814 000 | 3,8 | 2,9 | -0,9 |
| Ryssland | 146 381 000 | 6,0 | 3,7 | -2,3 |
| Schweiz | 7 332 000 | 5,0 | 1,8 | -3,2 |
| Singapore | 2 899 000 | 7,2 | 0,1 | -7,1 |
| Spanien | 39 729 000 | 3,8 | 2,2 | -1,6 |
| Storbritannien | 58 587 000 | 5,2 | 1,7 | -3,5 |
| Sverige | 8 862 000 | 5,9 | 7,0 | 1,1 |
| Sydafrika | 43 325 000 | 3,2 | 1,3 | -1,9 |
| Thailand | 60 046 000 | 2,8 | 1,2 | -1,6 |
| Tjeckien | 10 311 000 | 4,5 | 4,0 | -0,5 |
| Turkiet | 64 293 000 | 2,1 | 1,3 | -0,8 |
| Tyskland | 81 845 000 | 5,3 | 1,9 | -3,4 |
| Ungern | 10 037 000 | 3,1 | 2,1 | -1,0 |
| USA | 268 189 000 | 10,3 | 6,7 | -3,6 |
| Venezuela | 22 777 000 | 3,8 | 2,7 | -1,1 |
| Österrike | 8 053 000 | 4,1 | 3,1 | -1,0 |
| VÄRLDEN | 5 892 480 000 | 2,8 | 2,1 | -0,7 |

visar i vilken riktning utvecklingen måste gå, om hållbara förhållanden ska åstadkommas.

Olika framtidsscenarios skulle kunna analyseras med hjälp av fotavtrycksberäkningar och biokapacitet-sanalyser. Detta undviks dock, eftersom framtidsstudier innehåller många osäkra faktorer. Det betydelsefulla är att fånga det som verkligen genomförs av teknikförbättringar, miljöhänsyn, befolkningsutveckling, markhushållning etc. under den dynamiska utveckling som pågår.

Kan man använda mer biokapacitet än vad som finns?

Många opponerar sig mot redovisade resultat, när det gäller världsbefolkningens och ländernas ekologiska fotavtryck och biokapacitet. Man kan väl inte använda mer naturresurser än vad som finns! Jo, det kan man – naturen har inget staket och ingen stoppsignal som blinkar rött. Utsläppen från bilens eller flygplanets avgasrör röner inget motstånd. Det gör inte heller utsläppen från dränerings- och avloppsrör. Det vi ser av utarmad biodiversitet, luftföroreningar och sänkt vattenkvalité är ett resultat av överutnyttjandet av naturresurserna.

För Sveriges del räcker det inte med att beakta de regionala och lokala förhållandena. Vi är starkt beroende av de internationella förhållandena och den osäkerhet som gäller beträffande befolkningsutvecklingen, luftföroreningarna, vattentillgångarna och klimatfrågorna. Handel och ekonomi löser inte problemen med överutnyttjandet av naturresurser. Det behövs en tydlig koppling mellan marknadsmekanismerna och deras det fysiska underlaget i form av produktiva arealer.

Insikter på olika nivåer i samhället

De uppgifter som redovisats ovan, när det gäller den internationella situationen, förhållanden i Sverige och regionalt bygger på genomsnittsvärlden och ger en allmän bakgrund till den planering för naturresurshushållning, som behövs på olika nivåer i samhället. Förändringar och förbättringar börjar lokalt men måste stödjas av centrala åtgärder. Den insikt som behövs hos var och en kan möjligen utvecklas genom beräkning av personliga ekologiska fotavtryck bland olika kategorier av konsumenter. De personliga fotavtrycken åskådliggör och förmedlar mer direkt till konsumenten behovet av produktiva arealer för olika sorters inköp och aktiviteter, jämför Bilaga 1.

De som arbetar med underlag för beräkning av personliga ekologiska fotavtryck uppmuntrar ofta till spel och roliga exempel. Det måste vara en trivsamhetens kultur som kan locka till de stora omställningar som behövs för en hållbar utveckling. Behovet av omställning gäller inte bara konsumtionen utan också den industriella utvecklingen. Produktionen bör gälla nya handlingsmönster snarare än fler prylar.

Användning av det nationella ekologiska fotavtrycket i regionala studier

Det nationella genomsnittliga fotavtrycket grundar sig på betydligt säkrare uppgifter än personliga fotavtryck, där var och en räknar fram sin egen konsumtion. Beräkningar på nationell nivå får dessutom med hela verksamheten i landet, d v s även gemen-

samma nyttigheter som riksdag, regering, försvar, utbildning, sjukvård, vägar och transporter m.m. Sådant uppfattas sällan som personlig konsumtion men måste ändå fördelas på alla i ett land. Däremot missar det nationella fotavtrycket uppgifter om husbehovskonsumtion från trädgård, skog, fiskevatten, etc.

Grundat på inkomst, lägenhetsyta, bilnehav och liknande uppgifter är levnadsstandarden likartad i olika delar av Sverige, och det genomsnittliga fotavtrycket kan därför användas även i regionala och lokala studier. Multiplikation med invånarantalet i ett län, en kommun eller en stad, ett avrinningsområde eller annan enheten ger befolkningens totala ekologiska fotavtryck. Detta kan sedan jämföras med biokapaciteten inom området i fråga. Jämförelsen ger ett visst mått på konsumtionens arealbehov i förhållande till närområdets kapacitet för areell produktion, och visar behov av import respektive möjlighet till export till andra regioner.

Jämförelsen mellan kommunernas ekologiska fotavtryck och deras biokapacitet görs dock bara för att illustrera vad konsumtionen kräver. I verkligheten är de produktiva arealerna som behövs utspridda över världen. Kommunerna är inte planerade för att vara självförsörjande, när det gäller areell produktion. Det ekologiska fotavtrycket för befolkningen i Skåne, de skånska kommunerna och ett skånskt avrinningsområde har jämförts med biokapaciteten inom motsvarande områden, Fig. 2 A, B, C, Fig 3, Wackernagel et al. 1999 a.

Till skillnad från Sverige, så har Skåne i sin helhet brist på biokapacitet per person, jfr B och C nedan. Situationen i de skånska kommunerna varierar från brist (tätortskommunerna i syd och väst), över balans (Perstorp, Kristianstad) till överskott på biokapacitet (Osby, Tomelilla). I det aktuella avrinningsområdet, Kävlingeåns avrinningsområde, råder balans mellan konsumtionens behov och befintlig biokapacitet. Resultaten beror både på områdenas storlek, på förekomst av olika produktiva arealer och på befolkningssituationen.

A Skåne, produktiv areal, 1,5 ha/pers

| | |
|------------------------------|----------------|
| Areal produktiv mark | ha 1,47 |
| Jordbruksmark | 0,51 |
| Bebyggelse | 0,05 |
| Fiske | 0,58 |
| Skog | 0,33 |
| Skog för koldioxidabsorption | 0 |

B Skåne, biokapacitet, 4,6 ha global genomsnittsareal/pers

| | |
|------------------------------|----------------|
| Biokapacitet | ha 4,64 |
| Jordbruksmark | 2,76 |
| Bebyggelse | 0,27 |
| Fiske | 0,12 |
| Skog | 1,49 |
| Skog för koldioxidabsorption | 0 |

C Ekologiskt fotavtryck i Sverige, 7 ha global genomsnittsareal/pers, gäller även i Skåne och andra områden

| | |
|------------------------------|---------------|
| Ekologiskt fotavtryck | ha 7,3 |
| Jordbruksmark | 2,1 |
| Bebyggelse | 0,7 |
| Fiske | 0,3 |
| Skog | 1,6 |
| Skog för koldioxidabsorption | 2,6 |

Figur 2. Cirkelnas storlek illustrerar (A) arealen produktiv mark 1.5 ha per person i Skåne (B) samma areal uttryckt som biokapacitet, 5 ha global genomsnittsareal per person, efter multiplikation med utjämningsfaktorer för olika sorters mark och avkastningsfaktorer för Skåne. (C) det ekologiska fotavtrycket, 7 ha per person, som visar hur stor global genomsnittsareal

(utspridd över världen) som den svenska konsumtionen kräver per person. Detta fotavtryck gäller också för Skåne.

Observera

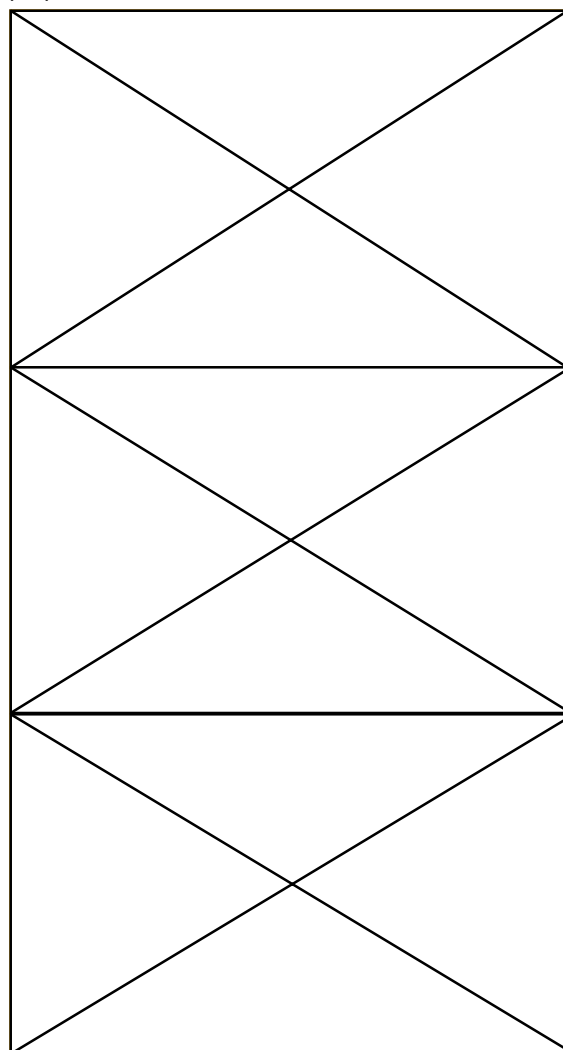
- att 12 % av arealerna i A och B inte dragits ifrån för biodiversitet.
- att skog för CO₂ absorption i C inkluderar utsläpp från kärnkraft räknat som oljeekvivalenter (55%).
- att biokapaciteten per person i Skåne (B) inte räcker till för den areal som konsumtionen kräver (C).

Tillgång på olika slag av mark (A, B) respektive behov av olika mark (C) illustreras med sektorer i cirkelnar.

Lägg märke till att konsumtionen i Skåne (C)

- kräver mer jordbruksmark än vad som finns
- beträffande skogsråvaror ungefär motsvarar den skogsmark som finns (B)
- behöver en stor areal skog för koldioxidabsorption (C), som inte avsatts (B)

OBS! Cirkelnar visar areal per person men representerar samtidigt förhållandena i hela Skåne, eftersom en multiplikation med befolkningen (1 miljon invånare) inte ändrar proportionerna mellan cirkelnar.



Balans mellan befintlig biokapacitet inom ett land eller mindre område som en skånsk kommun eller ett avrinningsområde och invånarnas anspråk på produktiva arealer för sin konsumtion säger dock ingenting om ”hållbarheten”. Denna är framförallt en fråga om hur den lokala biokapaciteten används, jämför Fig. 1 och 2.

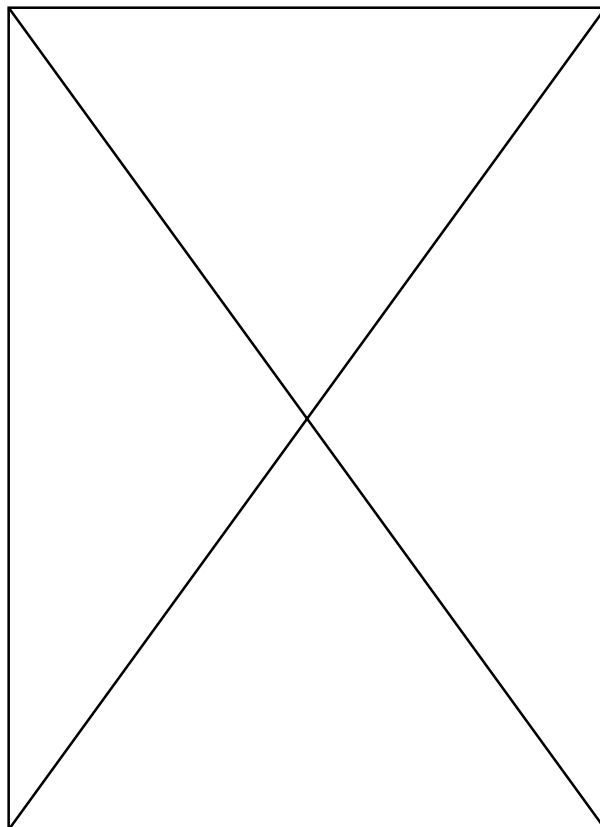
De frågor som gäller naturresursanvändning och hållbar utveckling i Sverige gäller också de olika regionerna:

- Har 12% av biokapaciteten avsatts för biodiversitet?
- Tar kommunen hand om sina egna utsläpp?
- Är konsumtionen sådan att Sveriges nettoimport av biokapacitet från andra länder minskar?
- Är konsumtionsnivån och därmed det ekologiska fotavtrycket sådant att det kan försvaras i internationella sammanhang?
- Hålls den lokala avkastningen vid en sådan nivå att kvalitén på grundvattnet och kvalitén i vattendrag, sjöar och hav säkras?

Ekologiska fotavtryck och biokapacitet i kommunal/regional planering

En kommun vill gärna se sitt eget handlande och framåtskridande i förhållande till andra kommuner i landet. Som framgår av studierna i Skåne och skånska kommuner kan konsumtionsanalysen för det nationella ekologiska fotavtrycket per person i Sverige användas för att åskådliggöra situationen i en kommun.

För att kommunerna ska komma i gång med egna analyser av ekologiska fotavtryck, som inte bara bygger på nationella genomsnitt utan också visar den lokala särarten, behövs dock ett grundläggande utredningsarbete och riktlinjer från nationell central nivå. Detta behövs också för att de kommunala beräkningarna ska bli pålitliga som indikatorer och



Figur 3. Skånska kommuner rangordnade efter överskott respektive underskott av biokapacitet. Kommunens biokapaciteten i ha per person har reducerats med det genomsnittliga fotavtrycket i Sverige, 7 ha per person. (Lewan, Ekberg 1999). Figuren illustrerar hur marknadens möjligheter snarare än biokapacitet per person styr urbaniseringen utan hänsyn till den goda jorden och biokapaciteten per hektar.

användbara i planeringen. Bl a behövs anvisningar för hur handelsstatistik och markanvändningsdata ska hanteras. De riktlinjer som ges måste i sin tur vara anpassade till internationella analyser och beräkningar för att visa kommunens och Sveriges situation i världen och för att underlätta internationellt samarbete. För att passa in i nationella och kommunala budgetsystem behövs också en uppdelning av konsumtionen på olika samhällssektorer.

Riktlinjerna skulle bl a kunna omfatta

- Uppgifter om hur stor den för nationen gemensamma kakan i det ekologiska fotavtrycket är. Det gäller verksamheter som ligger under reger-

ing, riksdag, statliga verk, försvar, undervisning, sjukvård etc. Detta måste slås ut på alla invånare och beräknas per person i landet. Resten av landets genomsnittliga fotavtryck kan variera mellan kommunerna.

- Anvisningar för hur varje kommun ska beräkna sina gemensamma åtaganden för fullmäktige och kommunstyrelse, kommunala inrättningar, skola, sjukvård, åldringsvård etc. Denna konsumtion måste slås ut på invånarna och beräknas per person i kommunen.
- Därtill kommer den privata konsumtionen i företag, organisationer och hushåll. Dessa kan medverka genom att beräkna företagsmässiga ekologiska fotavtryck, respektive personliga ekologiska fotavtryck för det egna hushållet. Information kan också finnas hos konsumentvägledare eller andra kommunala tjänstemän.
- För att bli lättare att känna igen och för att registrera kommunal förbrukning behöver varorna i den ovan nämnda nationella konsumtionsanalysen organiseras om.

| Konsumtion varor och tjänster | mängd per mån/år | delfotavtryck, areal (åker, bete, skog, bebyggelse, CO ₂ absorp.) |
|---|---------------------|--|
| fiske, | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Mat <ul style="list-style-type: none"> - vegetabilisk - animalisk - vatten • Boende/arbetslokaler <ul style="list-style-type: none"> - lägenhetsyta - trädgård/park - uppvärmning • Transporter <ul style="list-style-type: none"> - bil - tåg - flyg • Övriga varor <ul style="list-style-type: none"> - byggvaror - papper - kläder och skor - övrigt • Övrig energi <ul style="list-style-type: none"> - fossila bränslen - kärnkraft - vattenkraft - vindkraft - bioenergi • Service <ul style="list-style-type: none"> - vård - skola - nöjen • Avfall, utsläpp | | |

Möjligen kan en tabell för kommunal/personlig användning innehålla nedanstående poster med fler detaljer och kompletterade med nationellt/lokalt användbara korrektionsfaktorer (jämför Bilaga 1):

I varje kommun kan många frågor ställas för bedömning av den egna situationen, t ex

- Hur skiljer sig kommunen från genomsnittet?
- Hur mycket fossila bränslen används privat och kommunalt inom kommunen?
- Medför den industriella verksamheten något speciellt?
- Har Agenda 21 arbetet lett till någon markant förändring, som gör att kommunen avviker från det svenska genomsnittet?
- Vilka riktlinjer för sin planering kan kommunen välja för att medverka till hållbar utveckling i ett internationellt perspektiv?

Analys inom avrinningsområden

Avrinningsområden har i motsats till socknar och kommuner naturliga gränser och är nu föremål för utredningar i anslutning till EUs nya direktiv för vatten och förslag till avrinningsområdebaserad miljöadministration. Vatten är en betydelsefull naturresurs och i stora delar av världen är tillgången mycket knapp.

De begränsningar i biokapitetens utnyttjande som behövs i många länder för god vattenkvalité borde beaktas i samband med beräkningar av ekologiska fotavtryck och biokapitet. I Sverige finns sedan 1992 avrinningsbaserad statistik över markanvändningen inom avrinningsområden. Ett första försök att använda ett avrinningsområde för att jämföra

ekologiskt fotavtryck och biokapacitet har gjorts för Kävlingeåns avrinningsområde i Skåne. Åkerarealens biokapacitet har reducerats för införandet av dammar, våtmarker och skyddszoner för växtnäringsretention (Wackernagel et al. 1999 a).

Det är först i samband med analyser av biokapaciteten på lokal/regional nivå som nödvändiga restriktioner i de produktiva arealernas utnyttjande kan införas och markeras i olika planer. Detta begränsar den totala biokapaciteten inom området även om olika former av samordning kan ske när det gäller arealer för biodiversitet, för retention av växtnäring och för absorption och lagring av koldioxid. Med tanke på hållbar utveckling kan de nationellt beräknade värdena på befintlig biokapacitet förmodas vara överskattade.

Ekologiska fotavtryck inom SAMS-projektet

Modifikationer av det ekologiska fotavtrycket har prövats som planeringsinstrument inom projektet Samhällsplanering med Miljömål i Sverige (SAMS) som drivs gemensamt av Boverket och Naturvårdsverket i samverkan med sju kommuner och fem länsstyrelser samt Regionplane- och trafikkontoret i Stockholm (RTK) med stöd från EU:s miljöfond Life 1997-2000.

Trollhättemetoden

Ett första försök till tillämpning av ett modifierat ekologiskt fotavtryck som planeringsinstrument gjordes i Trollhättans kommun som ett examensarbete (Sånnek 1999). Efter ytterligare modifikation användes metoden i Borlänge kommun och i Faluns kommun (Sånnek et al. 2000). Det ekologiska fotavtrycket har också tillämpats i ett försök att illustrera trafikarbetets arealbehov för anläggningar och absorption av utsläpp i Burlövs kommun (Haraldsson 2000). Burlövs kommun jämförs därvid med Storumans kommun, när det gäller export av ekologisk service (biokapacitet) till andra kommuner.

Försöket att använda det ekologiska fotavtrycket som planeringsinstrument i Trollhättans kommun gjordes med utgångspunkt i informationen i boken "Our Ecological Footprint – Reducing Human Impact on the Earth" (Wackernagel & Rees 1996). Boken är mer en problembeskrivning än en metodbeskrivning, och den metodutveckling som ägt rum senare (Wackernagel et al. 1999 a, b) och beskrivits ovan finns inte med. För tillämpningen i Trollhät-

tan och senare i Falun och Borlänge gjordes därför en modifikation för svenska förhållanden. Den modifierade metoden innebär närmast en bedömning av vilka arealer i närmiljön som skulle behövas för att göra kommunen självförsörjande, när det gäller svenskodlade livsmedel och energi. För livsmedel gäller det att råvarorna måste kunna produceras inom kommunen, för energi gäller det en blandning av alternativa metoder som bygger på energiogrödor, sol, vind, etc. I Trollhättans kommun skulle detta innebära ett arealbehov på 3.6 ha per person eller 187 000 ha för hela befolkningen. Kommunen har en areal på 42 780 ha, så beräkningarna visar att Trollhättans kommun får en arealbrist om lokal självförsörjning eftersträvas.

Trollhättemetoden för beräkning av arealbehov för fullständig självförsörjning, när det gäller lokalt odlade livsmedel och förnyelsebar energi, har också tillämpats i Faluns och Borlänge kommuner. Utöver självförsörjningsgraden har man också undersökt tillgången på odlingsareal och sjöar, som utan risk för övergödning, kan användas för cirkulation av fosfor inom kommunen. Tonvikten i studien ligger på möjligheter till självförsörjning med alternativa energikällor. Medan proportionen mellan olika alternativa energikällor i Trollhättestudien bestämdes av försöksledningen, så bestämdes proportionerna i Falun och Borlänge av Naturvårdsverkets framtidsstudie med *Vägvinnaren* och *Stigfinnaren* som två framtida möjligheter. Resultaten visar att *Vägvinnaren* skulle kunna uppnå 100% självförsörjning med alternativ energi i Faluns kommun. I öv-

rigt är möjligheterna sämre och arealerna otillräckliga för lokal självförsörjning både när det gäller energi och livsmedel.

Infrastrukturens miljöbelastning i Burlövs kommun och jämförelse med Storumans kommun

Burlövs kommun ligger inklämd mellan Malmö och Lunds kommuner och gränsar till kustkommunen Lomma med bl a Alnarp, Lantbruksuniversitetets sydligaste enhet, Här finns Sveriges bästa åkerjord, men hälften av kommunens 19 km² är hårdgjord, folktätheten är 770 invånare/km², stambanan och tre motorvägar passerar, och ytterligare en motorväg är planerad. Trafiken, speciellt lastbilstrafiken, beräknas fördubblas under den närmaste 10-årsperioden. Genomfartstrafiken sätter ett stort extra fotavtryck som i studien läggs på invånarna i Burlövs kommun. Detta kan diskuteras. Det hade varit mer renodlat att beräkna trafiksektorns ekologiska fotavtryck. Detta är omfattande och berör hela landet, inte bara de områden med störst trafikapparat. Trafikbördan i Burlövs kommun innebär samtidigt en service till grannkommunerna.

Storumans kommun i norr är till skillnad från Burlöv glest befolkad och exporterar både skog och elektricitet till resten av Sverige. Detta kan räknas om till ett flöde av biokapacitet söderut motsvarande 5 ha per invånare i Storuman (Haraldsson 2000). Allmänt kan man säga att landets glesbygdskommuner förser tätortskommunerna med biokapacitet. Detta värderas dock inte ekonomiskt, som glesbygdsstödet gör.

Ett första försök att koppla hållbarhetsstudier till arealbehov

Studierna i Trollhättan, Falun och Borlänge är ett första försök att koppla hållbarhetsstudier till areal-

behov för konsumtionen. Men det är mycket som saknas:

- Dagens konsumtion och dess energibehov är mycket mer omfattande än vad som analyserats i de tre kommunerna.
- Biologisk mångfald nämns som miljömål, men areal för detta har inte redovisats.
- Innan vi kommer så långt att alternativa energikällor är införda, använder vi fossila bränslen som ger stora koldioxidutsläpp. Koldioxiden måste tas om hand genom absorption i växande skog för permanent lagring eller genom annan teknik. Oavsett hur, så kräver det arealer, ända tills avvecklingen är genomförd.
- Dricksvattenförsörjningen har inte beaktats
- Den använda metodiken ger inte de möjligheter till internationella jämförelser, som eftersträvas med en enhetlig metodik för beräkning av ekologiska fotavtryck och biokapacitet.

Utredaren ifrågasätter om självförsörjande kommuner inom ett land ska eftersträvas.

Frågan är motiverad. Förhållandena och förutsättningarna är mycket olika i olika delar av Sverige. Ur ett hållbarhetsperspektiv är det rimligare att fråga sig var bebyggelse och trafikapparater ska placeras och hur stora de ska tillåtas bli i ett hållbart samhälle. Den värdefullaste åkerarealen i södra Göta-lands slättbygder är en tillgång för hela landet, något som är svårt att beakta i självstyrande kommuner/regioner, som strävar efter fysisk tillväxt, kommunikationsmöjligheter och gott skatteunderlag.

Man kan också ifrågasätta om traditionella administrativa gränser ger lämpliga geografiska områden för omställning till hållbar utveckling.

Vad är hållbart för Burlövs kommun och västra Skåne? Nuvarande kommuner har sitt ursprung i socknar och gammal kyrklig organisation. Sedan dess har kunskaperna vuxit. Bl a har ekosystemens, vattnets och vattenkvaliténs betydelse blivit tydlig.

Men problemen är gränsöverskridande. Rimligt stora avrinningsområden/vattendistrikt skulle vara bättre administrativa enheter än dagens län/regioner och kommuner. EU har tagit ett viktigt initiativ genom införandet av vattendistrikt i anslutning till sitt nya vattendirektiv. Samhälle och natur möts på ett tydligare sätt inom ett avrinningsområde än inom dagens administrativa enheter. Avrinningsområdet är en minsta fungerande enhet både för ekosystemfunktion och ekosystemtjänster och för bosättning och konsumtion. Vatten är nödvändigt för allt levande och vattenkvalitén får inte riskeras i samband med socioekonomisk utveckling. Tekniska lösningar måste utvärderas ur ett långsiktigt perspektiv mot bakgrund av ständigt nya kunskaper och nya överraskningar.

Ekologiska fotavtryck och biokapacitet i SAMS kommunerna, metodik för ett internationellt perspektiv

En preliminär beräkning av biokapaciteten i SAMS kommunerna och jämförelse med det genomsnittliga ekologiska fotavtrycket i Sverige har gjorts med ovan beskriven metodik enligt Wackernagel et al.(1999 a). Beräkningsunderlaget finns i Bilaga 2. Förhållandena i Sverige och Skåne har tagits med som exempel. Resultaten som redovisas i Tabell 6 och illustreras i Figur 4 visar som tidigare att Sverige totalt sett har ett litet överskott av biokapacitet i förhållande till den som behövs för den inhemska konsumtionen, som dock bygger på internationell produktion och handel. Skåne och alla SAMS kommunerna utom Storuman har underskott av biokapacitet. Resultaten kan sättas i relation till de internationella förhållanden som redovisas i Tabell 5.

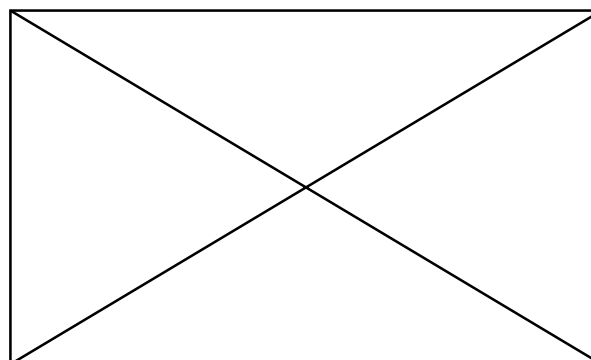
Som redovisats i Figur 1 och i Figur 2 så är överskott på biokapacitet i förhållande till det ekologiska fotavtrycket ingen garanti för hållbar utveckling. Det helt avgörande är hur biokapaciteten används. Över-

Tabell 6. Genomsnittligt ekologiskt fotavtryck i Sverige, Biokapacitet i SAMS kommunerna, Skåne och Sverige. Global genomsnittsareal/person.

| Område | Ekol fotavtryck/person ha global genomsnittsareal | Biokapacitet/person* ha global genomsnittsareal |
|-------------|---|---|
| Sverige | 7 | 8 |
| Skåne | 7 | 4 |
| Storuman | 7 | 50 |
| Falun | 7 | 6 |
| Borlänge | 7 | 3 |
| Stockholm | 7 | 0 |
| Trollhättan | 7 | 2 |
| Helsingborg | 7 | 1 |
| Burlöv | 7 | 1 |

* 12% avdraget för biodiversitet

Figur 4. SAMS kommunerna samt Sverige och Skåne rangordnade efter överskott respektive underskott av biokapacitet per person. Biokapaciteten inom varje område har reducerats med det genomsnittliga fotavtrycket i Sverige, 7 ha global genomsnittsareal per person. Obs! Stapeln för Storuman går utanför diagrammet.



skottet i Sverige innebär närmast frihet och möjligheter att lägga om till hållbar markanvändning, dvs utnyttja produktiva arealer för att också ta hand om utsläppen och att parallellt skynda på den övergång till alternativa tekniker och kretsloppsanpassning som planeras. Om varje kommun/annat område, sektorssystem och privata aktörer blir medvetna om situationen och måste ansvara för omhändertagandet/reduktionen av sina utsläpp – ”pollut-

ers pay principle”- så underlättas omställningen. Om omhändertagandet inte kan ske inom den egna kommunen skulle avtal kunna slutas med annan lokal/regional enhet med större biokapacitet. En marknad för absorptionsarealer och reellt omhändertagande av t ex koldioxid och växtnäringsutsläpp som komplement till handel med utsläppsrätter skulle göra situationen mer konkret. Då skulle bristen på produktiva arealer kunna bli tydlig och värdet på sådana arealer stiga.

Räcker det inte med handel med utsläppsrätter och marknadsmekanismer för att klara miljöproblemen?

Personligen tror jag inte det. Marknaden styrs av människors preferenser, och dessa är mer grundade på personligt välbefinnande och reklam än på kunskaper om vad som behövs för ekologiskt hållbar utveckling. Det är svårt att få politiskt gehör för att det ekologiskt hållbara är grunden för hållbar socioekonomisk utveckling. Enkla kunskapsbaserade system som illustrerar sambandet mellan konsumtion och effekter på miljön behövs. Uppgifter om biokapacitet och ekologiska fotavtryck är ett sådant system, administration inom vattendistrikt och kontroll över vattenflöden och vattenkvalité är ett annat. Att lägga ansvaret så nära konsumenten som möjligt genom att denne själv bekostar absorptionen av sina utsläpp är ett tredje. Krav på att visa att det finns arealer för absorptionen är ett sätt att tydliggöra bristen på produktiva arealer på jordklotet och innebär en möjlighet att styra utvecklingen i rätt riktning.

Accepteras det ekologiska fotavtrycket som planerings- och utvärderingsverktyg?

Möjligheter att använda det ekologiska fotavtrycket och beräkningar av biokapacitet som planerings- och utvärderingsverktyg diskuteras internationellt (Ecological Economics Forum 1999, 2000; Letters to the Editor 2000, Van den Berg 1999). Somliga forskare är entusiastiska, andra är kritiska. Några har missförstått metodiken, andra anser att den dynamiska förändring, som teknikutvecklingen innebär, inte beaktas. Ekonomer anser att metoden är negativ i förhållande till handelns utvecklingsmöjligheter och möjligheten att producera där det är billigt.

Det är viktigt att komma i håg att den föreslagna metodiken inte gör anspråk på användning för analys av dynamisk utveckling. Avsikten är att fånga situationen som den är med den genomsnittsteknik som har införts internationellt. Successivt upprepade beräkningar gör den till en indikator i utvecklingsarbetet. Beräkningarna och resultaten kan också ge riktlinjer i planeringsarbetet.

Fortsatt utveckling av metodiken behövs. Speciellt behöver användningen av statistiska uppgifter och införda utjämnings- och avkastningsfaktorer diskuteras.

Korrektion för möjligheter till fortsatt absorption av koldioxid i havet måste införas i den här beskrivna metoden, och möjlig absorption och lagring av kol i mark måste beaktas. Behovet av produktiva arealer för de nya tekniker för omhändertagande av koldioxid

eller frånskiljande av kol vid framställning av bränsle som föreslås (Ishitani et al. 1996; Azar et al. 2000) behöver utvärderas. Deras verkliga införande och bidrag till reducerade fotavtryck behöver följas upp. Beräkningsmetodikens användning i samhällssystemet förutsätter också en sektoruppdelning och ett sektorsansvar.

Allmänt så finns det en motsättning mellan ekonomers/samhällsvetares syn på samhället, ekonomin och utvecklingen och den som representeras av naturvetare. Samhällsvetarnas uppfattning är antropocentrisk och grundar sig på människans önskemål och rätt att själv välja vad hon tycker är bäst. Detta är förhandlingsbart på ett annat sätt än de mer omutliggbara naturlagar och mätresultat som ligger till grund för naturvetarnas omvärldsuppfattning. Det ekologiska fotavtrycket och beräkningar av biokapacitet erbjuder en kompromiss. Metodiken syftar inte till exakt information om läget, när det gäller naturresursutnyttjande och hållbar utveckling. Syftet är snarare att använda befintlig statistik för att så långt det är möjligt ge ett fysiskt underlag för värderingar av naturresurser som komplement till det antropocentriska värderingssystem som styr det ekonomiska tänkandet.

Litteratur

- Azar, CC., Lindgren, K., Andersson, B. A. 2000 Hydrogen or methanol in the transportation sector. 69 pp. Dept Physical Resource Theory, Chalmer's Univ. Technology, Gothenburg.
- Ecological Economics, Forum, 1999. Ecological Economics 29/1, 1-60.
- Ecological Economics Forum, 2000. Ecological Economics 32/3, 337-391.
- Ecological Economics. 2000. Letters to the Editor Ecol. Economics 31/3, 317-322
- Folke, C., Jansson, Å., Larsson, J. and Costanza, R. 1997. Ecosystem Appropriation by Cities. *Ambio*, Vol. 26 No. 3 pp. 167-172
- Haraldsson, H. 2000 Burlövs kommun – översikt av infrastruktur och dess miljöbelastning, SAMS Boverket, Naturvårdsverket.
- Internet adresser till anvisningar för beräkning av personliga ekologiska fotavtryck som bygger på analys av den egna konsumtionen per år.
- www.mec.ca/coop/communit/meccomm/ecofoot.htm
 - www.utexas.edu/courses/resource
 - come.to/ecofoot (har svensk version)
 - www.rprogress.org
 - www.bestfootforward.com
 - Ishitani, H., Johansson, T.B. 1996 Energy Supply Mitigation Options. In Climate Change. IPCC Report, Working group 2. Chapter 19, 588-647.
- Jansson, Å., Folke, C., Rockström, J., Gordon, L., 1999 Linking fresh water flows and ecosystem services appropriated by people: the case of the Baltic Sea drainage basin. *Ecosystems* 2, 351-366.
- Lewan, L. Ekberg, A. 1999. Konsumtionens behov av produktiva arealer och tillgångar. Regionala studier i Skåne och de skånska kommunerna. *Geografiska Notiser* 4, 220-231.
- Rees, W. 1992. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. *Environment and Urbanization* 4/2, 121-130.
- SCB. 1995. Statistik för avrinningsområden 1992, Na11 SM9501, Statistiska Centralbyrån och Naturvårdsverket, Stockholm.
- SCB. 1998. Statistik för avrinningsområden 1995, Na11 SM9501, Statistiska Centralbyrån och Naturvårdsverket, Stockholm
- SCB. 1998. Markanvändningen i Sverige, 1998 års länsindelning.
- Simmons, C., Lewis, K., Moore, J. 2000 Two feet – two approaches: a component-based model of ecological footprinting *Ecological Economics* 32/3 375-380.

Sverige 2021 – vägen till ett hållbart samhälle Naturvårdsverket Rapport 4858

Sånnek, R. 1999. Ekologiska fotavtryck – metodansats och tillämpning i samhällsplaneringen. Examens-arbetet, KTH, ISBN 91-7147-549-4.

Sånnek, R. 2000. Ekologiska fotavtryck – kompletterande studier i Falun och Borlänge, SAMS Boverket, Naturvårdsverket.

Van den Berg, J.C.J.M., Verbruggen, H. 1999. Spatial sustainability, trade and indicators: an evaluation of the 'ecological footprint'. *Ecol.Economics* 29/1 61-72.

Wackernagel, M. 1997. The Ecological Footprint of Santiago de Chile. Submitted Local Environment.

Wackernagel, M., Rees, W. 1996. Our Ecological Footprint – Reducing Human Impact on the Earth . New Soc Publ, Gabriola Island, BC, ISBN 0-86571-312-X.

Wackernagel, M., Lewan, L., Borgström-Hansson, C. 1999 a. Evaluating the Use of Natural Capital with the Ecological Footprint. Applications in Sweden and Subregions. *Ambio* 28/7 604-612.

Wackernagel, M., Onisto, L., Callejas Linares, A., López Falfán, I.S., Méndez García, J., Suárez Guerrero, A.I. and Suárez Guerrero, M.G. 1999 b. National Natural Capital Accounting with *Ecological Footprint Concept*. *Ecol. Economics* 29/3 375-390

WCED. 1987. Our Common Future. P. 147, p 166, Oxford University Press, Oxford.

Rapportlista

Rapporter på svenska

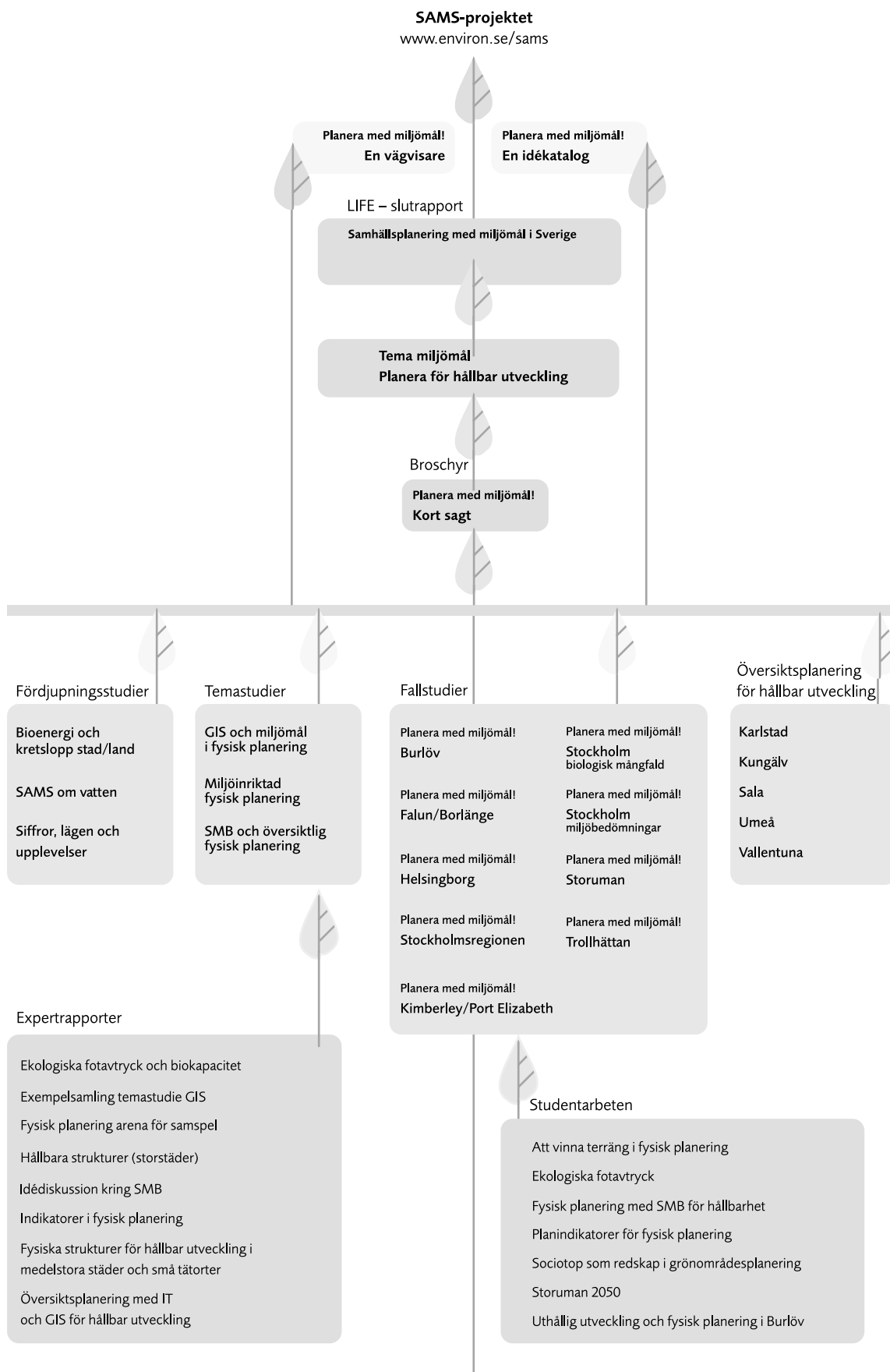
1. Bioenergi och kretslopp stad/land - en samsyn. 2000. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket 91-7147-625-3, Naturvårdsverket 91-620-5099-0
2. Eggimann, B. 2000. Fysisk planering med strategisk miljöbedömning (SMB) för hållbarhet. En teoretisk diskussion och förslag till SMB-process med Stockholms stad som modell. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket 91-7147-583-4, Naturvårdsverket 530-620-5041-9.
3. Exempelsamling temastudie GIS. 2000. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). Se SAMS hemsida på Internet: www.viron.se/sams.
4. Falkheden, L och Malbert, B. 2000. Fysiska strukturer för hållbar utveckling i medelstora och små städer och tätorter. En kunskaps-sammanställning. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS), Chalmers tekniska högskola, Arkitektursektionen, Tema Byggd miljö och Hållbar utveckling. Se SAMS hemsida på Internet: www.viron.se/sams
5. För en bärkraftig samhällsutveckling – miljö-mål och indikatorer i fysisk planering. 1997. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN 91-7147-368-8.
6. GIS och miljömål i fysisk planering. 2000. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket 91-7147-619-9, Naturvårdsverket 91-620-5093-1
7. Hållbara strukturer. 1999. Regionplane- och trafikkontoret. Promemoria 15:99. ISSN 1402-134X, RTN 9710-0189. Medfinansierad av Boverket och Naturvårdsverket (SAMS).
8. Idédiskussion kring SMB i planering. 2000. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket 91-7147-626-1, Naturvårdsverket 91-620-5100-8.
9. Indikatorer i fysisk planering, En kunskapsöversikt. 1999. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket 91-7147-493-5, Naturvårdsverket 91-620-4930-5.
10. Lerman, P. 2000. Fysisk planering arena för samspel: miljömål, miljö kvalitetsnormer, indikatorer konsekvensanalyser. Se SAMS hemsida på Internet: www.viron.se/sams
11. Lewan, L. Ekologiska fotavtryck och biokapacitet – verktyg för planering och uppföljning av hållbar utveckling i ett internationellt perspektiv. Rapport till SAMS-projektet, Boverket och Naturvårdsverket (SAMS), Miljövetenskapligt centrum, Lunds universitet, april 2000. ISBN Boverket 91-7147-647-4, Naturvårdsverket 91-620-5123-7.

12. Miljöinriktad fysisk planering. 2000. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket 91-7147-621-0, Naturvårdsverket 91-620-5095-8.
13. Miljömål och indikatorer i fysisk planering – Port Elizabeth och Kimberley i Sydafrika, Delrapport 1. 1998. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket 91-7147-484-6, Naturvårdsverket 91-620-4922-4.
14. Nordiskt projekt om SMB för planer och program. Bilaga till rapporten SMB och översiktlig fysisk planering. 2000. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). Se SAMS hemsida på Internet: www.environ.se/sams.
15. Planera med miljömål! En idékatalog. 2000. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket 91-7147-618-0, Naturvårdsverket 91-620-5092-3.
16. Planera med miljömål! En vägvisare. 2000. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket 91-7147-617-2, Naturvårdsverket 91-620-5091-5.
17. Planera med miljömål! Fallstudie Burlöv, livsmiljöprojektet . 2000. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket 91-7147-627-X, Naturvårdsverket 91-620-5101-6.
18. Planera med miljömål! Fallstudie Falun/Borlänge, skogs- och odlingslandskapet. 2000. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket 91-7147-632-6, Naturvårdsverket 91-620-5106-7.
19. Planera med miljömål! Fallstudie Helsingborg, tillgänglighet till miljöanpassade transportsystem. 2000. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket 91-7147-628-8, Naturvårdsverket 91-620-5102-4.
20. Planera med miljömål! Fallstudie Storuman, scenarier för hållbar utveckling. 2000. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket 91-7147-633-4, Naturvårdsverket 91-620-5107-5.
21. Planera med miljömål! Fallstudie Stockholm, biologisk mångfald i fysisk planering. 2000. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket 91-7147-630-X, Naturvårdsverket 91-620-5104-0.
22. Planera med miljömål! - Fallstudie Stockholm, miljöbedömningar i fysisk planering. 2000. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket 91-7147-631-8, Naturvårdsverket 91-620-5105-9.
23. Planera med miljömål! Fallstudie Stockholmsregionen, miljöbedömning av Regionplan 2000. 2000. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket 91-7147-634-2, Naturvårdsverket 91-620-5108-3.
24. Planera med miljömål! Fallstudie Trollhättan, god bebyggd miljö. 2000. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket 91-7147-629-6, Naturvårdsverket 91-620-5103-2.
25. Planera med miljömål! Kort sagt. 2000. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). Boverket nr 7147-644-X, ISBN Naturvårdsverket 91-620-8007-5
26. Samhällsplanering med miljömål i Sverige, Lägesredovisning 1. 1998. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket 91-7147-489-7, Naturvårdsverket 91-620-4927-5.

27. Samhällsplanering med miljömål i Sverige, Lägesredovisning 2. 1998. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket 91-7147-491-9, Naturvårdsverket 91-620-4928-3.
28. Samhällsplanering med miljömål i Sverige, Lägesredovisning 3. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). 1999. ISBN Boverket 91-7147-555-9, Naturvårdsverket 91-620-4928-3.
29. Samhällsplanering med miljömål i Sverige, Terrimrapport och Lägesredovisning 4. 2000. Boverket och Naturvårdsverket. ISBN Boverket 9147-7147-581-8, Naturvårdsverket 91-620-5032-X.
30. Samhällsplanering med miljömål i Sverige, slutredovisning. 2000. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket 91-7147-646-6, Naturvårdsverket 91-620-5122-9.
31. Sams om vatten - samhällsplanering för en långsiktigt hållbar vattenförsörjning. 2000. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket 91-7147-623-7, Naturvårdsverket 91-620-5097-4.
32. SAMS - SMB, vad finns inom olika sektorer ? En genomgång av olika rapporter mm. Bilaga till rapporten SMB och översiktlig fysisk planering. 2000. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). Se SAMS hemsida på Internet: www.viron.se/sams.
33. Siffror, lägen och upplevelser – idéskisser för användning av GIS i samhällsplanering. 2000. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket 91-7147-624-5, Naturvårdsverket 91-620-5098-2.
34. SMB och översiktlig fysisk planering. 2000. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket 91-7147-622-9, Naturvårdsverket 91-620-5096-6.
35. Sännek, R. 1999. Ekologiska fotavtryck - metodansats och tillämpning i samhällsplaneringen. KTH: Institutionen för infrastruktur och samhällsplanering. KTH examensarbete nr 98 – 79. ISBN 91-7147-549-4.
36. Tema miljömål: Planera för hållbar utveckling. 2000. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket ISBN 91-7147-643-1, Naturvårdsverket 91-620-8006-7.
37. Översiktplanering för hållbar utveckling - exempel från 5 kommuner. 2000. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket 91-7147-620-2, Naturvårdsverket 91-620-5094-X.
38. Översiktsplanering med IT och GIS för hållbar utveckling – rapport från tre seminariedagar våren 1999. 2000. Boverket och Naturvårdsverket (SAMS). ISBN Boverket 91-7147-577-X, Naturvårdsverket 91-620-5025-7.

Rapporter på engelska

1. Environmental Indicators in Community Planning – A presentation of the Literature. 1999. The Board of Regional Planning and Urban Transportation, The National Board of Housing, Building and Planning and The Swedish Environmental Protection Agency (SAMS). ISBN NBHBP 91-7147-558-3, SEPA 91-620-5011-7.
2. Environmental Objectives and Indicators in Port Elizabeth and Kimberley, South Africa, progress report 1. 1998. The National Board of Housing, Building and Planning and The Swedish Environmental Protection Agency (SAMS). ISBN NBHBP 91-7147-463-3, SEPA 91-620-4923-2.
3. Environmental Objectives and Indicators in Spatial Planning and Strategic Environmental Assessments (SEA), Progress report no 1. 1998. The National Board of Housing, Building and Planning and The Swedish Environmental Protection Agency (SAMS). ISBN NBHBP 91-7147-490-0, SEPA 91-620-8011-7.
4. Environmental Objectives and Indicators in Spatial Planning and Strategic Environmental Assessments (SEA). Interrimreport and Progress report no 4. 2000. The National Board of Housing, Building and Planning and The Swedish Environmental Protection Agency (SAMS). ISBN NBHBP 91-7147-582-6, SEPA 91-620-5033-8.
5. Environmental Objectives and Indicators in Spatial Planning and SEA, Kimberley and Port Elisabeth, South Africa. Final report. 1999. The National Board of Housing, Building and Planning and The Swedish Environmental Protection Agency (SAMS). ISBN NBHBP 91-7147-565-6, SEPA 91-620-5014-1.
6. Planning with environmental objectives! A guide. 2000. The National Board of Housing, Building and Planning and The Swedish Environmental Protection Agency (SAMS). ISBN NBHBP 91-7147-650-4, SEPA 91-620-5124-5.
7. Planning with environmental objectives! In short. 2000. Planning for sustainable development. 2000. The National Board of Housing, Building and Planning and The Swedish Environmental Protection Agency (SAMS). NBHBP No 7147-651-2, ISBN SEPA 91-620-8009-1.
8. Theme environmental objectives: Planning for sustainable development. 2000. The National Board of Housing, Building and Planning and The Swedish Environmental Protection Agency (SAMS). ISBN NBHBP 91-7147-649-0, SEPA 91-620-8008-3.
9. The Use of Indicators in Spatial Planning – A Situation Report. 1999. The National Board of Housing, Building and Planning and The Swedish Environmental Protection Agency (SAMS). ISBN NBHBP 91-7147-559-1, SEPA 91-620-5010-9.
10. Towards Sustainable Development – Environmental Objectives and Indicators in Spatial Planning. 1998. The National Board of Housing, Building and Planning and The Swedish Environmental Protection Agency (SAMS). ISBN NBHBP 91-7147-464-1, ISBN SEPA 91-620-4905-4.



Assess your Household's Ecological Footprint

U.S. Household Ecological Footprint Calculator (2014) | U.S. Environmental Protection Agency | Page 12 of 22

Final (and optional) calculation: how many minutes of 75-watt energy it takes to earn one dollar (given your income and hours worked).

1.5 min. (1.5 min. per \$1.00) 2.0 min. (2.0 min. per \$1.00) 2.5 min. (2.5 min. per \$1.00) 3.0 min. (3.0 min. per \$1.00) 3.5 min. (3.5 min. per \$1.00) 4.0 min. (4.0 min. per \$1.00) 4.5 min. (4.5 min. per \$1.00) 5.0 min. (5.0 min. per \$1.00)

1.6 min. (1.6 min. per \$1.00) 1.7 min. (1.7 min. per \$1.00) 1.8 min. (1.8 min. per \$1.00) 1.9 min. (1.9 min. per \$1.00) 2.0 min. (2.0 min. per \$1.00) 2.1 min. (2.1 min. per \$1.00) 2.2 min. (2.2 min. per \$1.00) 2.3 min. (2.3 min. per \$1.00) 2.4 min. (2.4 min. per \$1.00) 2.5 min. (2.5 min. per \$1.00) 2.6 min. (2.6 min. per \$1.00) 2.7 min. (2.7 min. per \$1.00) 2.8 min. (2.8 min. per \$1.00) 2.9 min. (2.9 min. per \$1.00) 3.0 min. (3.0 min. per \$1.00) 3.1 min. (3.1 min. per \$1.00) 3.2 min. (3.2 min. per \$1.00) 3.3 min. (3.3 min. per \$1.00) 3.4 min. (3.4 min. per \$1.00) 3.5 min. (3.5 min. per \$1.00) 3.6 min. (3.6 min. per \$1.00) 3.7 min. (3.7 min. per \$1.00) 3.8 min. (3.8 min. per \$1.00) 3.9 min. (3.9 min. per \$1.00) 4.0 min. (4.0 min. per \$1.00) 4.1 min. (4.1 min. per \$1.00) 4.2 min. (4.2 min. per \$1.00) 4.3 min. (4.3 min. per \$1.00) 4.4 min. (4.4 min. per \$1.00) 4.5 min. (4.5 min. per \$1.00) 4.6 min. (4.6 min. per \$1.00) 4.7 min. (4.7 min. per \$1.00) 4.8 min. (4.8 min. per \$1.00) 4.9 min. (4.9 min. per \$1.00) 5.0 min. (5.0 min. per \$1.00)

8. Select a country that you want to work with (other than the U.S.): Country: per \$1.00 earned, in that country.

9. To help explain your monthly consumption in column 6, (you can give by consumption in column 6) Optional: put the following amount(s) in column 6.

Number of people in the household: (0-100,000,000 people)

| Category | Units | Amount | Rate | Value | Energy | Land | Water | Other | Other | Other |
|---|------------|--------|--------------|--------------|------------|------|-------|-------|-------|-------|
| Energy | | | | | | | | | | |
| One kilowatt-hour of electricity is equal to 3,412 BTUs. One gallon of oil is equal to 138,683 BTUs. One barrel of oil is equal to 5,800,000 BTUs. One ton of coal is equal to 20,000,000 BTUs. One cubic foot of natural gas is equal to 1,000,000 BTUs. One cubic foot of propane is equal to 91,500 BTUs. One gallon of gasoline is equal to 120,000 BTUs. One gallon of kerosene is equal to 130,000 BTUs. One gallon of diesel is equal to 137,000 BTUs. One gallon of heating oil is equal to 138,683 BTUs. One gallon of fuel oil is equal to 138,683 BTUs. One gallon of kerosene is equal to 130,000 BTUs. One gallon of diesel is equal to 137,000 BTUs. One gallon of heating oil is equal to 138,683 BTUs. One gallon of fuel oil is equal to 138,683 BTUs. | | | | | | | | | | |
| Electricity | kWh | 1000 | 0.12 | 120 | 3,412 | | | | | |
| Gas | cubic feet | 1000 | 0.0000000001 | 0.0000000001 | 1,000,000 | | | | | |
| Oil | gallons | 1000 | 0.0000000001 | 0.0000000001 | 138,683 | | | | | |
| Coal | tons | 1000 | 0.0000000001 | 0.0000000001 | 20,000,000 | | | | | |
| Propane | gallons | 1000 | 0.0000000001 | 0.0000000001 | 91,500 | | | | | |
| Heating Oil | gallons | 1000 | 0.0000000001 | 0.0000000001 | 138,683 | | | | | |
| Fuel Oil | gallons | 1000 | 0.0000000001 | 0.0000000001 | 138,683 | | | | | |
| Gasoline | gallons | 1000 | 0.0000000001 | 0.0000000001 | 120,000 | | | | | |
| Kerosene | gallons | 1000 | 0.0000000001 | 0.0000000001 | 130,000 | | | | | |
| Diesel | gallons | 1000 | 0.0000000001 | 0.0000000001 | 137,000 | | | | | |
| Other | | | | | | | | | | |
| Land | | | | | | | | | | |
| Grassland | acres | 1000 | 0.0000000001 | 0.0000000001 | | | | | | |
| Forest | acres | 1000 | 0.0000000001 | 0.0000000001 | | | | | | |
| Other | | | | | | | | | | |
| Water | | | | | | | | | | |
| Drinking Water | gallons | 1000 | 0.0000000001 | 0.0000000001 | | | | | | |
| Other | | | | | | | | | | |
| Other | | | | | | | | | | |
| Other | | | | | | | | | | |

| Category | Units | Amount | Rate | Value | Energy | Land | Water | Other | Other | Other |
|----------------|------------|--------|--------------|--------------|------------|------|-------|-------|-------|-------|
| Electricity | kWh | 1000 | 0.12 | 120 | 3,412 | | | | | |
| Gas | cubic feet | 1000 | 0.0000000001 | 0.0000000001 | 1,000,000 | | | | | |
| Oil | gallons | 1000 | 0.0000000001 | 0.0000000001 | 138,683 | | | | | |
| Coal | tons | 1000 | 0.0000000001 | 0.0000000001 | 20,000,000 | | | | | |
| Propane | gallons | 1000 | 0.0000000001 | 0.0000000001 | 91,500 | | | | | |
| Heating Oil | gallons | 1000 | 0.0000000001 | 0.0000000001 | 138,683 | | | | | |
| Fuel Oil | gallons | 1000 | 0.0000000001 | 0.0000000001 | 138,683 | | | | | |
| Gasoline | gallons | 1000 | 0.0000000001 | 0.0000000001 | 120,000 | | | | | |
| Kerosene | gallons | 1000 | 0.0000000001 | 0.0000000001 | 130,000 | | | | | |
| Diesel | gallons | 1000 | 0.0000000001 | 0.0000000001 | 137,000 | | | | | |
| Other | | | | | | | | | | |
| Land | | | | | | | | | | |
| Grassland | acres | 1000 | 0.0000000001 | 0.0000000001 | | | | | | |
| Forest | acres | 1000 | 0.0000000001 | 0.0000000001 | | | | | | |
| Other | | | | | | | | | | |
| Water | | | | | | | | | | |
| Drinking Water | gallons | 1000 | 0.0000000001 | 0.0000000001 | | | | | | |
| Other | | | | | | | | | | |
| Other | | | | | | | | | | |
| Other | | | | | | | | | | |

Ecological Footprint Assessment: The Results

Your per capita footprint is **2,0** hectares.

The minimum is **0,1** hectares.

The Ecological Footprint per household member

| Component | FOOD PRODUCTION | HOUSING | TRANSPORT | ENERGY | RECREATION | WASTE | TOTAL |
|--------------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Food | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 |
| Housing | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 |
| Transport | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 |
| Energy | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,5 |
| Recreation | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,5 |
| Waste | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,5 |
| TOTAL | 1,0 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 2,0 |

Per household member

| Component | FOOD PRODUCTION | HOUSING | TRANSPORT | ENERGY | RECREATION | WASTE | TOTAL |
|--------------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Food | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 |
| Housing | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 |
| Transport | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 |
| Energy | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,5 |
| Recreation | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,5 |
| Waste | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,5 |
| TOTAL | 1,0 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 2,0 |

Ecological Footprint distribution

| Component | FOOD PRODUCTION | HOUSING | TRANSPORT | ENERGY | RECREATION | WASTE | TOTAL |
|--------------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Food | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 |
| Housing | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 |
| Transport | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 |
| Energy | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,5 |
| Recreation | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,5 |
| Waste | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,5 |
| TOTAL | 1,0 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 2,0 |

Note: The ecological footprint is a measure of the demand on Earth's ecosystems. It is the sum of all the direct and indirect demands on the planet's ecosystems. It is the sum of the area of land and water required to produce the goods and services consumed by the population, plus the area of land and water required to absorb the waste generated. The ecological footprint is a measure of the demand on Earth's ecosystems. It is the sum of all the direct and indirect demands on the planet's ecosystems. It is the sum of the area of land and water required to produce the goods and services consumed by the population, plus the area of land and water required to absorb the waste generated.

Biokapacitet i SAMS-kommunerna – Jämförelse med faktiska arealer och befolkningens ekologiska fotavtryck

Biokapaciteten är ett mått på befintliga arealers (ha) biologiska produktion jämfört med en global genomsnittsareal. Biokapaciteten uttrycks som ha global genomsnittsareal (ha gga).

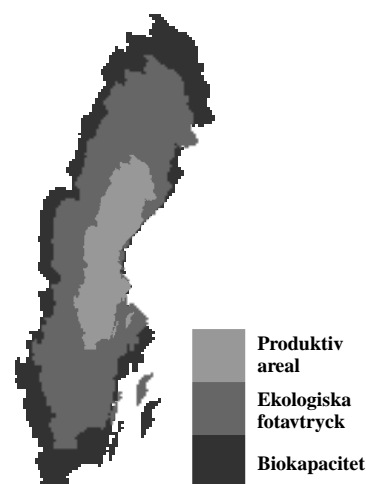
Det ekologiska fotavtrycket i Sverige, som antas vara detsamma i alla delar av landet, ca 7 ha per person, anges också i global genomsnittsareal.

Uppgifter om markanvändning är från ”Markanvändning i Sverige”, tredje utgåvan, 1998 års länsindelning (SCB). Utjämningsfaktorerna för olika produktiva arealer är generella och grundar sig på internationell statistik (Wackernagel et al. 1999 a, b). Avkastningsfaktorerna är beräknade för resp. svensk kommun, alternativt län eller odlingsområde på grundval av svensk skogs- och jordbruksstatistik (SCB). OBS! Statistiska uppgifter från olika år under 1990-talet har använts.

Med undantag för fjällkedjan och impediment består den svenska landarealen innanför kustlinjen av produktiv mark. Produktiva fiskearealer tillkommer. Hela den produktiva arealen är grå på kartbilden. Klimat, jordmån och odlingsteknik ger god avkastning och räknat som biokapacitet (global genomsnittsareal) motsvarar Sverige en betydligt större areal (grön). Det ekologiska fotavtrycket (rött), d v s summan av de internationellt utspridda arealer som behövs för den svenska konsumtionen och för absorption av utsläpp skulle rymmas inom biokapaciteten, även sedan 12% av den produktiva arealen avsatts för det vilda och biologisk variation.

Sverige: Landareal 45 000 000 ha, 8.8 miljoner invånare=5.11 ha/inv

| Areal kategori | Areal ha/pers faktor, allmän (a) | Utjämningsfaktor, lokal (b) | Avkastningsha gga/pers (c) | Biokapacitet, (a x b x c) |
|----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Åker | 0,34 | 2,8 | 1,6 | 1,52 |
| Betesmark | 0,07 | 0,5 | 7,7 | 0,27 |
| Skog | 2,66 | 1,1 | 2,1 | 6,1 |
| Fiske | 0,58* | 0,2 | 1 | 0,12 |
| Bebygg | 0,13 | 2,8 | 1,6 | 0,58 |
| CO ₂ abs | 0 | 1,1 | 2,1 | 0 |
| Total produktiv Areal/pers | 3.8 ha | | | ** |



* Svensk per capita andel av internationell fiskekvot

** Biokapacitet, totalt (9 ha gga), minus 12%, biodiversitet (1 ha gga), tillgänglig biokapacitet (8 ha gga)

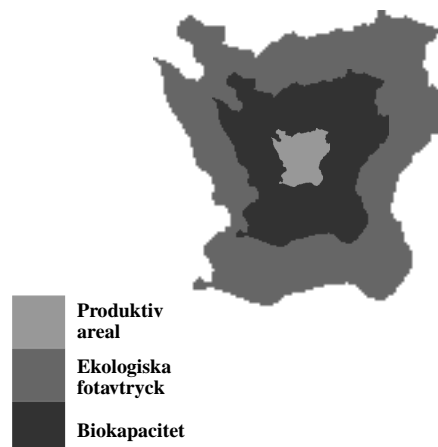
Skåne Landareal 1 134 600 ha, 1 111 731 invånare=1.02 ha/inv

| Areal kategori | Areal ha/pers (a) | Utgjänningsfaktor, allmän (b) | Avkastningsfaktor, lokal (c) | Biokapacitet ha gga/pers (a x b x c) |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Åker | 0.44 | 2.8 | 1.9 | 2.34 |
| Betesmark | 0.07 | 0.5 | 12 | 0.42 |
| Skog | 0.33 | 1.1 | 4.1 | 1.49 |
| Fiske | 0,58* | 0.2 | 1.0 | 0.12 |
| Bebygg | 0.05 | 2.8 | 1.9 | 0.27 |
| CO ₂ abs | 0 | 1.1 | 4.1 | 0 |
| Total produktiv areal/pers | 1,5 ha | | | ** |

* Svensk per capita andel av internationell fiskekvot

** Biokapacitet, totalt (5 ha gga), minus 12%, biodiversitet (1 ha gga), tillgänglig biokapacitet (4 ha gga)

Biokapaciteten i Skåne (grön) blir genom stor andel åker och god avkastning betydligt större än den faktiska produktiva arealen (grå), men räcker ändå inte för befolkningens ekologiska fotavtryck (rött).



Skåne 1:10 000 000

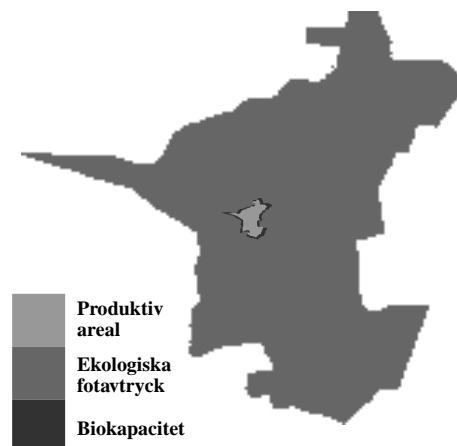
Burlöv: Landarea 1 890 ha, 14 641 invånare =0.13 ha/inv

| Areal kategori | Areal ha/pers (a) | Utgjänningsfaktor, allmän (b) | Avkastningsfaktor, lokal (c) | Biokapacitet ha gga/pers (a x b x c) |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Åker | 0.05 | 2.8 | 1.9 | 0.27 |
| Betesmark | 0 | 0.5 | 12 | 0 |
| Skog | 0 | 1.1 | 4.1 | 0 |
| Fiske | 0,58* | 0.2 | 1.0 | 0.12 |
| Bebygg | 0.05 | 2.8 | 1.9 | 0.27 |
| CO ₂ abs | 0 | 1.1 | 4.1 | 0 |
| Total produktiv areal/pers | 0.7 ha | | | ** |

* Svensk per capita andel av internationell fiskekvot

** Biokapacitet, totalt (1 ha gga), minus 12%, biodiversitet (0 ha gga), tillgänglig biokapacitet (1 ha gga)

Burlöv är en liten kommun med stor befolkning, som ger ett stort ekologiskt fotavtryck (rött). Kommunen saknar egen kust, men till den lilla landarealen kommer befolkningens andel av Sveriges fiskeareal. Hälften av landarealen är bebyggd. Den verkliga arealen (grå) bestående av åker, bebyggd areal och fiskevatten motsvarar en något större areal räknat som biokapacitet (grön), men räcker inte alls för det ekologiska fotavtrycket. (Lägg märke till att enligt gällande beräkningsregler så bidrar den bebyggda arealen till biokapaciteten med samma avkastningsfaktor som åker.)



Burlöv: 1:1 000 000

Helsingborg: Landareal 34 670 ha, 114 339 invånare =0.30 ha/inv

| Areal kategori | Areal ha/pers (a) | Utjämningsfaktor, allmän (b) | Avkastningsfaktor, lokal (c) | Biokapacitet, ha gga/pers (a x b x c) |
|-----------------------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| Åker | 0.21 | 2.8 | 1.9 | 1.12 |
| Betesmark | 0.01 | 0.5 | 12 | 0.06 |
| Skog | 0.00 | 1.1 | 4.1 | 0 |
| Fiske | 0,58* | 0.2 | 1.0 | 0.12 |
| Bebygg | 0.04 | 2.8 | 1.9 | 0.21 |
| CO ₂ abs | 0 | 1.1 | 4.1 | 0 |
| Total produktiv areal/pers | 0,84 ha | | | ** |

* Svensk per capita andel av internationell fiskekvot

** Biokapacitet, totalt (1 ha gga), minus 12%, biodiversitet (0,2 ha gga), tillgänglig biokapacitet (1,33 ha gga)

Helsingborgs befolkning sätter ett stort ekologiskt fotavtryck (rött), som är mycket större än den faktiska arealen (grå) och dess biokapacitet (grön). Precis som för Burlöv, så är det kommunens åkermark, den bebyggda arealen samt befolkningens andel av Sveriges fiskevatten som bidrar till biokapaciteten. Den lilla betesmarken har en mycket hög avkastningsfaktor beroende på fodertillskott från andra marker.

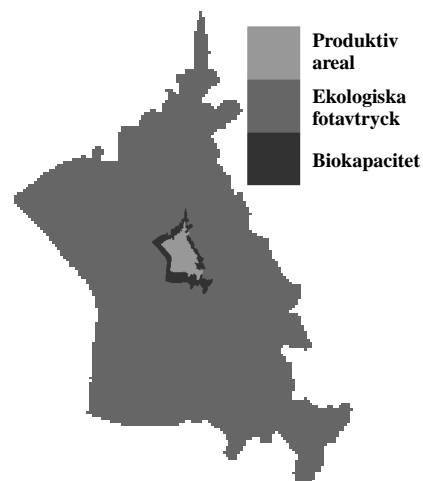
Trollhättan: Landareal 42 930 ha, 52 482 invånare =0.95 ha/inv

| Areal kategori | Areal ha/pers (a) | Utjämningsfaktor, allmän (b) | Avkastningsfaktor, lokal (c) | Biokapacitet, ha gga/pers (a x b x c) |
|-----------------------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| Åker | 0.20 | 2.8 | 1.6 | 0.90 |
| Betesmark | 0,02 | 0.5 | 6.9 | 0.07 |
| Skog | 0.25 | 1.1 | 3.0 | 0.82 |
| Fiske | 0,58* | 0.2 | 1.0 | 0.12 |
| Bebygg | 0.05 | 2.8 | 1.6 | 0.22 |
| CO ₂ abs | 0 | 1.1 | 3.0 | 0 |
| Total produktiv areal/pers | 1,1 ha | | | ** |

* Svensk per capita andel av internationell fiskekvot

** Biokapacitet, totalt (2 ha gga), minus 12%, biodiversitet (0,3 ha gga), tillgänglig biokapacitet (2 ha gga)

Trollhättan är inte fullt så tätbefolkat som Burlöv och Helsingborg, men även här är det ekologiska fotavtrycket (rött) betydligt större än den faktiska arealen (grå) och dess biokapacitet (grön). I Trollhättans kommun ger skogen ett väsentligt bidrag till biokapaciteten.



Helsingborg:
1:1 000 000



Produktiv areal
Ekologiska fotavtryck
Biokapacitet



Trollhättan: 1:1 000 000

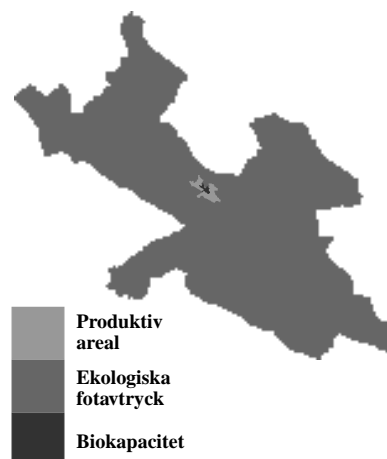
Stockholm: Landareal 21 550 ha, 711 119 invånare=0.03 ha/inv

| Areal kategori | Areal ha/pers (a) | Utjämningsfaktor, allmän (b) | Avkastningsfaktor, lokal (c) | Biokapacitet, ha gga/pers (a x b x c) |
|----------------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| Åker | 0.00 | 2.8 | 1.5 | 0 |
| Betesmark | 0.00 | 0.5 | 9.2 | 0 |
| Skog | 0.00 | 1.1 | 2.7 | 0 |
| Fiske | 0,58* | 0.2 | 1.0 | 0.12 |
| Bebygg | 0.02 | 2.8 | 1.5 | 0.08 |
| CO ₂ abs | 0 | 1.1 | 2.7 | 0 |
| Total produktiv areal/pers | 0,6 ha | | | ** |

* Svensk per capita andel av internationell fiskekvot

** Biokapacitet, totalt (0 ha gga), minus 12%, biodiversitet (0 ha gga), tillgänglig biokapacitet (0 ha gga)

Stockholms kommun är den mest tätbefolkade inom SAMS projektet, och befolkningens ekologiska fotavtryck (rött) är mycket större än vad som erbjuds av de produktiva arealerna (grå). Till dessa bidrar befolkningens andel av Sveriges fiskevatten och den bebyggda arealen. Utslaget på den stora befolkningen ger detta dock ingen nämnvärd biokapacitet.



Stockholm: 1:1 000 000

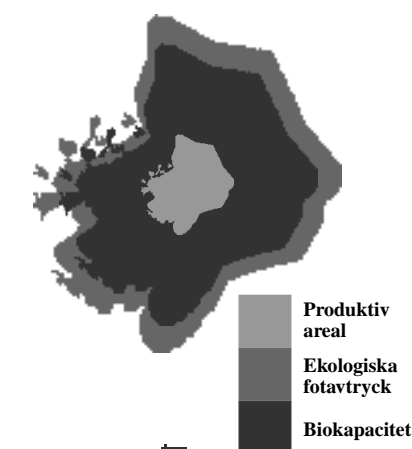
Falun: Landareal 228 930 ha, 55 088 invånare =4.2 ha/inv

| Areal kategori | Areal ha/pers (a) | Utjämningsfaktor, allmän (b) | Avkastningsfaktor, lokal (c) | Biokapacitet, ha gga/pers (a x b x c) |
|----------------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| Åker | 0.14 | 2.8 | 1.5 | 0.59 |
| Betesmark | 0.05 | 0.5 | 3.1 | 0.08 |
| Skog | 2.90 | 1.1 | 1.8 | 5.74 |
| Fiske | 0,58* | 0.2 | 1.0 | 0.12 |
| Bebygg | 0.08 | 2.8 | 1.5 | 0.34 |
| CO ₂ abs | 0 | 1.1 | 1.8 | 0 |
| Total produktiv areal/pers | 3,8 ha | | | ** |

* Svensk per capita andel av internationell fiskekvot

** Biokapacitet, totalt (7 ha gga), minus 12%, biodiversitet (1 ha gga), tillgänglig biokapacitet (6 ha gga)

I Faluns kommun ger summa av de produktiva arealerna (grå) en biokapacitet (grön), som nästan motsvarar befolkningens ekologiska fotavtryck Skogen ger det största bidraget till biokapaciteten.



Falun: 1:1 000 000

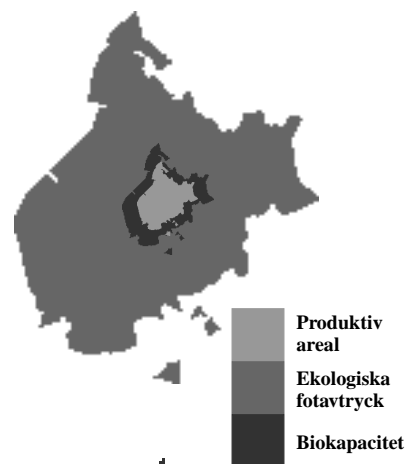
Borlänge: Landareal 63 860 ha, 48 461 invånare 1.3 ha/inv

| Areal kategori | Areal ha/pers (a) | Utjämningsfaktor, allmän (b) | Avkastningsfaktor, lokal (c) | Biokapacitet, ha gga/pers (a x b x c) |
|-----------------------------------|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|--|
| Åker | 0.17 | 2.8 | 1.4 | 0.67 |
| Betesmark | 0.02 | 0.5 | 3.1 | 0.03 |
| Skog | 0.75 | 1.1 | 1.8 | 1.49 |
| Fiske | 0,58* | 0.2 | 1.0 | 0.12 |
| Bebygg | 0.08 | 2.8 | 1.4 | 0.16 |
| CO ₂ abs | 0 | 1.1 | 1.8 | 0 |
| Total produktiv areal/pers 1,6 ha | | | | ** |

* Svensk per capita andel av internationell fiskekvot

** Biokapacitet, totalt (3 ha gga), minus 12%, biodiversitet (0,3 ha gga), tillgänglig biokapacitet (3 ha gga)

I den mer tätbefolkade Borlänge kommun ger summan av de produktiva arealerna (grå) inte tillräckling biokapacitet (grön) för att matcha det ekologiska fotavtrycket (rött). I förhållande till befolkningens storlek har Borlänge lite mer åkermark än Falun men inte alls lika mycket skogsmark.



Borlänge: 1:1 000 000

Storuma: Landareal 830 090 ha, 7 438 invånare =111 ha/inv

| Areal kategori | Areal ha/pers (a) | Utjämningsfaktor, allmän (b) | Avkastningsfaktor, lokal (c) | Biokapacitet, ha gga/pers (a x b x c) |
|----------------------------------|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|--|
| Åker | 0.34 | 2.8 | 0.97 | 0.92 |
| Betesmark | 0.10 | 0.5 | 2.3 | 0.12 |
| Skog | 39 | 1.1 | 1.4 | 60 |
| Fiske | 0,58* | 0.2 | 1.0 | 0.12 |
| Bebygg | 0.10 | 2.8 | 0.97 | 0.27 |
| CO ₂ abs | 0 | 1.1 | 1.4 | 0 |
| Total produktiv areal/pers 40 ha | | | | ** |

* Svensk per capita andel av internationell fiskekvot

** Biokapacitet, totalt (60 ha gga), minus 12%, biodiversitet (7 ha gga), tillgänglig biokapacitet (50 ha gga)

Det ekologiska fotavtrycket för befolkningen i Storumans kommun (rött) är mycket mindre än kommunens faktiska areal (grå) och dess biokapacitet (grön). Det är fram förallt skogen, som bidrar till den stora biokapaciteten



Storuman: 1:10 000 000

Hur kan vår samlade konsumtion uttryckas i markbehov? Hur många hektar skog behövs för att ta hand om koldioxidutsläppen?

Ekologiska fotavtryck och biokapacitet

– verktyg för planering och uppföljning av hållbar utveckling i ett internationellt perspektiv

beskriver bakgrunden till och beräkningssättet för begreppet ekologiska fotavtryck. I rapporten utvecklas också resonemanget om möjligheterna att använda denna metod för jämförelser över tiden för att se om en stad, en kommun, en region eller ett land går mot hållbarhet eller ej.

Studien är ett uppdrag genomfört inom ramen för ett idé- och metodutvecklingsprojekt, SAMS - Samhällsplanering med miljömål i Sverige, som drivits av Boverket och Naturvårdsverket i samverkan med flera kommuner och regionala myndigheter. Ett nära samarbete mellan miljöexperter och planerare genom hela planeringsprocessen har varit en grundtanke i projektet. Denna studie har utförts av Lillemor Lewan, Lunds Universitet.

De samlade erfarenheterna från SAMS sammanfattas i rapporterna *Planera med miljömål! En vägvisare* samt *Planera med miljömål! En idékatalog*.