Skogshistorisk Tidskrift 1997, sidan 6-13

Skog, järn, energi

En historia om välfärd och makt

Av Ulf Sundberg

Brogård, Krylbo. Född 11 september 1919 i Norns bruk, Hedemora. Sundberg har haft en mängd befattningar, bl a som professor i skogsteknik vid Skogshögskolan, platschef i Garpenberg, gästprofessor vid Yale University, New Haven, USA. Han har också varit ledamot i Skogs- och lantbruksakademien, Ingenjörsvetenskapsakademien, Membrum Epistolarum Societas Forestalis Fenniae och Det Norske Vitenskapsakademi.

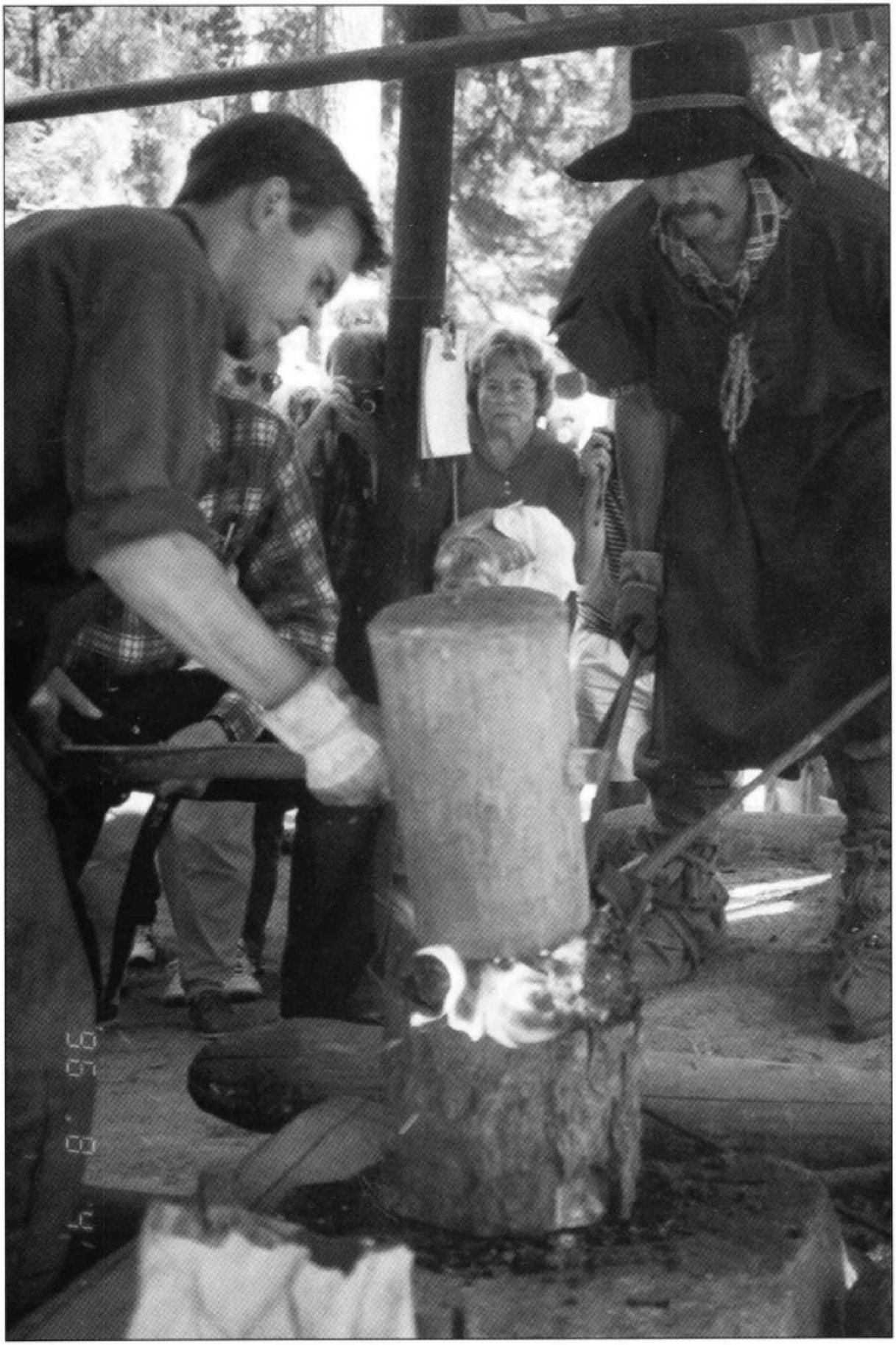
Ulf Sundberg
1919 – 1997

För några decennier sedan upptäcktes ett område där järn framställts från sedimentär järnmalm, järnockra, inom ett fem kvkm stort skogs- och myrområde strax sydväst om Riddarhyttan, den s.k. ***RÖDA JORDEN.***

Området är en sydlig utlöpare av höjderna mellan Malingsbo och Kloten. Hittills har tio gropugnar upptäckts. C14-dateringar visar att verksamheten bedrevs från c 400 f.Kr. till Kristi födelse. Enär inga kolningsplatser återfunnits tror man att i små bitar upphuggen ved användes, ej träkol, i den hand- eller fotblästrade ugnen.

Försök har genomförts i en rekonstruerad ugn. Med en påmatning av 10 l rostad,

Figur 1 a. Järnframställning i rekonstruerad gropugn vid Röda Jorden, Riddarhyttan i augusti 1996. Bilden visar hur järn/slaggklumpen tas upp ur gropugnen med en tång (som inte fanns för 2000 år sedan).



Figur 1 b. Slaggen hamras sedan bort med en träklubba. *Foton: Jöns Ryding*

röd jord och 500 l ved, upphuggen i fingerlånga spånor fick man, efter förvärmning av ugnen, fram en järn/slaggklump på c 4.5 kg. Klumpen hamrades sedan ut till ett stycke smidbart järn på 1.2 kg. Man uppnådde i ugnen en temperatur på 1200°C, men 900-1000°C ansågs ge bästa resultat.

Försöken medger en ungefärlig beräkning av resursinsatsen i röda-jorden teknologin.

I tabell 1 jämförs denna teknologi (Sundberg, 1996) med framställning av stångjärn, koppar och silver på 1600-talet (Sundberg et al., 1994) 2000 år senare.

I tabell 2 anges dessa värden i en EMERGY-analys, varvid alla tal i tabell 1 omräknats med s.k. transformiteter till ett gemensamt mått, "solar energy joule", (sej). Beräkningen innebär att all den solenergi som direkt eller indirekt åtgått för resursinsatserna framtagits (Odum, 1996). Som exempel på transformitet kan nämnas att det åtgår cirka 4000 joule solenergi för växt av en träbit med värmevärdet en joule. Stamved har alltså en transformitet på 4000 (4000 sej/J). (Enheten för energi, joule, är ett litet mått, varför alla tal blir stora. En KWh är exempelvis = 3.6 x 106 J).

Tabell 1. Jämförelse av resursinsatser vid metallframställning i gropugn f. Kr. och på 1600-talet. Insats per kg metall.

	Järn		Koppar	Silver
Insats	f. Kr gropugn	1600-tal masugn	1600-tal	1600-tal
Malm, kg	3,0	2,2	25	100
Ved, m^3f	0,29	0,075	0,29	9,1
Mansdagsverken	3,7	0,24	0,55	36,1
Hästdagsverken	0	0,14	0,20	8,0
Vattenkraft, kWh	0	2,1	1,7	36

Tabell 2. EMERGY-analys av metallframställning i gropugn f. Kr. och på 1600-talet. Insats i 10^{12} sej per kilo metall.

	Järn		Koppar	Silver
Insats	f. Kr gropugn	1600-tal masugn	1600-tal	1600-tal
Malm	3,0	2,2	25,0	500
Ved	9,7	4,6	17,5	410
Manarbete	50,8	3,3	8,4	494
Hästarbete	0	0,025	0,37	14
Vattenkraft	0	1,5	0,15	3,0
Summa	63,5	11,6	51,3	1421

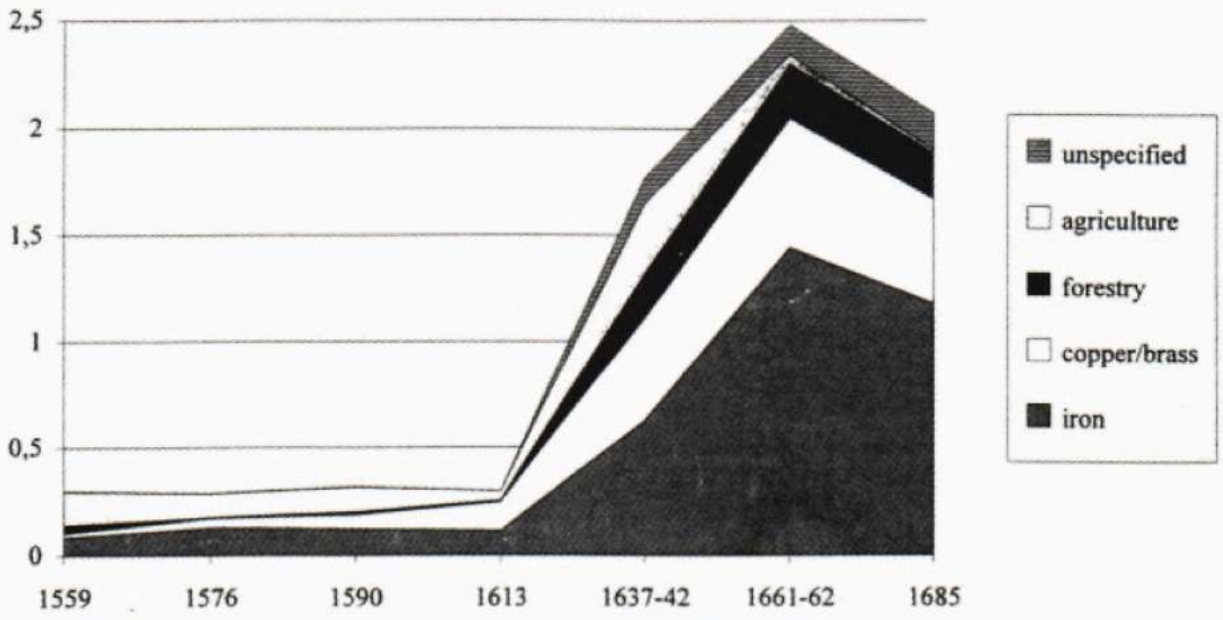
Beräkningarna, som givetvis måste betraktas som ungefärliga, visar att insatsen av mänsklig arbetskraft vid järnframställning minskat till ungefär en femtondel, vilket främst kan tillskrivas skalekonomin. Gropugnen gav drygt ett kilo per uppsättning och ugnen måste sannolikt delvis rivas för att få ut smältan. 1600-talets masugn var vanligen i kontinuerlig drift i omkring 100 dagar med avtappning av järn med regelbundna intervall. Även bruk av hästar och vattenkraft för blästrar och hammare ersatte människan. Vedåtgången visar inte lika dramatisk minskning, sammanhängande med användning av träkol på 1600-talet. Vid kolning förloras över hälften av vedens energi (varvid alltså transformiteten för träkol mer än fördubblas).

En intressant fråga är varför verksamheten inom området Röda Jorden synbarligen övergavs vid tiden för Kristi födelse. Vid den tidpunkten förekom järnframställning baserad på myr- och sjömalm inom många regioner i Sverige och tusentals gropugnar har återfunnits, som regel belägna i bebyggda trakter. Kanske fann man det mera praktiskt att forsla den röda jorden från det ödsliga skogsområdet fram till bebyggelsen och framställde järnet där. Bebyggelse fanns vid denna tid i Fellingsbrotrakten på c 20 km avstånd. Myr- och sjömalm innehåller 35-40 % järn, medan analyser av den röda jorden visar på ett järninnehåll av 40-60 %. Malmerna borde därför vara ungefärligen likvärdiga. Pågående undersökningar av bl.a. Viking Wedberg kanske kan ge svar på frågan.

Teknologi

Mina försök att studera metallframställning i det förgångna har inriktats på skogens roll som energiråvara, och i någon mån på teknologi. Mest arbetskraft krävde brukens försörjning med träkol.

Vad först teknologi anbelangar tycker jag mig finna en tendens att undervärdera våra förfäders finurlighet. Under senare tid har metallframställning daterats allt längre bakåt i tiden, exempelvis vid Falu koppargruva, malmfälten vid Garpenberg, Lapphyttan i Norberg och Röda Jorden. Givetvis har vår kultur, liksom alla andra, tillförts impulser utifrån, men jag är övertygad om att våra förfäder utvecklade sin egen teknologi på en sådan grund. Av de valloner som Louis de Geer omkring 1640



Figur 2. Värde och sammansättning av svensk export 1559-1685. (Källa: Lindegren, 1995).

tog in till sina nyanlagda bruk var ungefär hälften kolare. Allmänt tillskrivs detta att vallonerna var skickligare kolare än våra egna. Jag håller detta som föga sannolikt. Vi hade kolat i hundratals år och hade då säkert lärt oss konsten. Det finns en annan mycket naturligare förklaring. Mellan 1615 och 1660 tiodubblades den svenska produktionen av järn, vilket naturligtvis skapade ett enormt sug efter kolare.

En smart industriledare måste givetvis finna det högst ändamålsenligt att ta in utlärda och arbetslösa kolare från Vallonien – urvalet skedde med största omsorg – hellre än att konkurrera på en överhettad svensk kolarmarknad. Om man dessutom beaktar att vi under ifrågavarande period fortvarigt hade en stående krigsmakt på över 40 000 man som måste rekryteras såväl genom åldersavgång som på grund av årliga förluster av 4 000 man, är det inte svårt att föreställa sig att uppväxande bruk hade svårt att skaffa kolare och att befintliga bruk inte i brådrasket släppte kolare och kolarsöner ifrån sig.

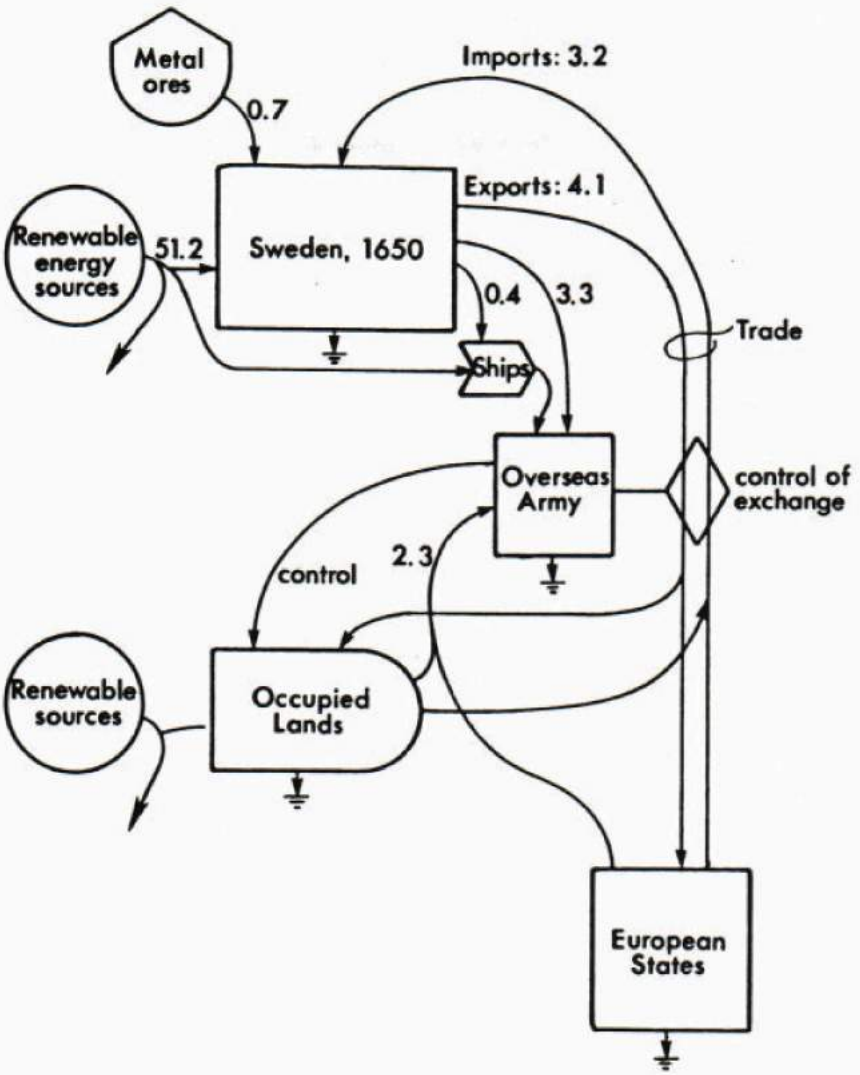
För kolning under 1900-talet räknade man med två mansdagsverken per m^3s kol, varvid man huvudsakligen använde klent gallringsvirke och skatar från gagnvirkesträd. Under 1600- och 1700-talen var, enligt min bedömning, effektiviteten högre. Man kalhögg bestånd med 150-200 m^3sk/ha av lämplig träddimension, man kvistade inte i onödan – topparna fick ligga kvar – medelsläpvägen till milbotten torde rört sig om 50-75 meter och forvägen till bruken var kort. Man hade yxor med god skärpa som var lika bra som såg. Det gick nog inte åt stort mer än ett mansdagsverke per m^3s kol utvunnet ur en m^3f ved.

Ett annat exempel är framställning av tjära, som också genomgick en spektakulär expansion under 1600-talets första hälft, fast inom andra regioner av det svenska riket än järnets. Tekniköverföring vid tjärbränning från Preussen till Finland och Sverige i början av 1600-talet har betonats av olika forskare. Villstrand (1996) påpekar emellertid att odiskutabla bevis härför lyser med sin frånvaro.

Energi

Vår hushållning studeras vanligen med pengar som värdemätare, pengar som flödar i systemet eller läggs på hög. I energi- och EMERGY-analyser används energi för kvantifieringen av flödena av varor och tjänster, vilka går i motsatt riktning till pengarna. Metoderna kompletterar varandra och ger från olika invallsvinklar en ökad insikt i vår hushållning. En viktig skillnad är att pengar endast flödar till människor, aldrig till naturen för dess bidrag i form av exempelvis solsken, vatten, malm, kol, olja och grus. Penningekonomi ger därför en ofullständig, ofta snedvriden, bild av de ekologiska system vi alla är en del av. Det är naturen och dess energiflöden vi lever på. Biofysiska mått som energi ger säkrare underlag än pengar för en klok och hållbar hushållning.

Energi driver alla levande system – inget system kan existera utan tillförsel av energi. Ju mer som tillförs desto vitalare blir systemet, desto mer kan produceras. Det skapar för mänskliga system välstånd och makt. Detta är den bakomliggande orsaken till att energipolitik är en het potatis i varje nations ekonomi och att energiförsörjning i vid bemärkelse ligger bakom många tidigare och nutida konflikter och krig. Temat är härvid att säkra och helst öka energitillförseln till det egna systemet. Kampen om herravälden kan historiskt sett ses som en kamp om energi. Till en början gällde det att lägga under sig bördigt land, sedan kom oljan. Hitlers generalplan var att med en kniptång över Stalingrad och Nordafrika lägga händerna på Persiska



Figur 3. EMERGY-diagram över energiflöden till och från svenska riket (fönstret Sweden 1650) under stormaktstiden. 10^{20} solar energy joule (sej) per år.

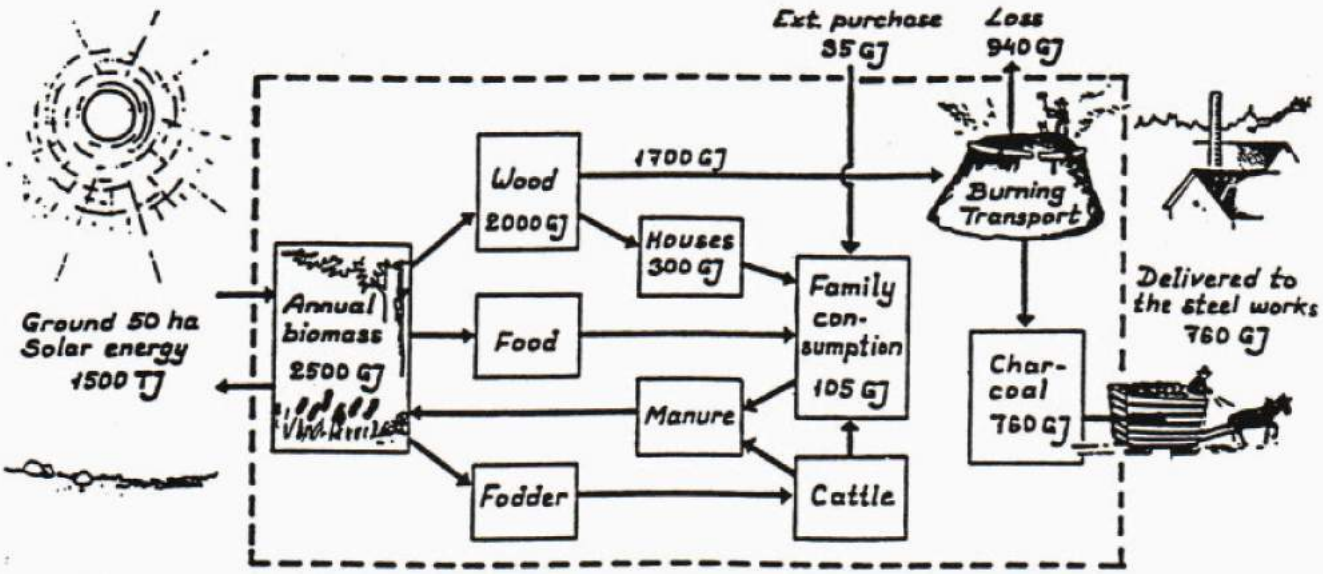
viken, och samma drivkraft förklarar idag närvaron av USA:s hangarkryssare där.

Energi kan inte skapas, endast omvandlas. Den enda tillförseln till vår planet är solenergin (samt tidvatten skapat av gravitationskrafter). Kol, olja, gas och biomassa är lagrad solenergi, biomassa är förnybar med en årsrytm, de andra i mänskligt perspektiv ej förnybara. Vi vet att de fossila bränslena tar slut i den meningen att det förr eller senare ej blir lönsamt med fortsatt utvinning. Vi måste då som tidigare försörja oss på förnybar energi, exempelvis vattenkraft och biomassa. Studier av vår hushållning i energiperspektivet framstår därför som högst meningsfulla och det gäller inte minst skogens roll, vår största solfångare.

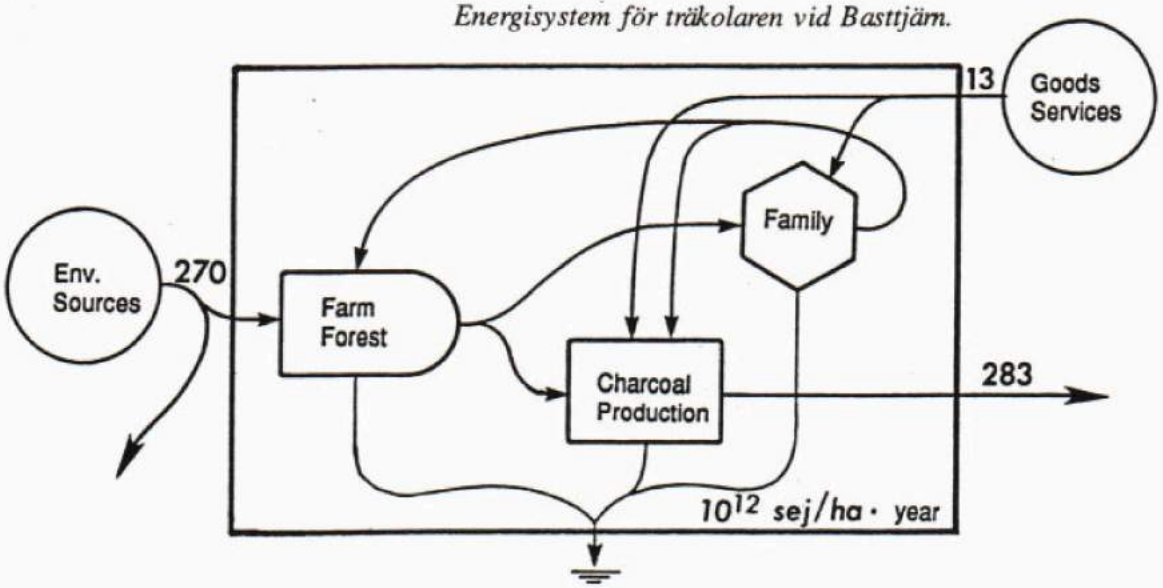
Med stor hjälp av några medarbetare har jag i en EMERGY-studie sökt belysa den roll skogen spelade för vårt stormaktsvälde (Sundberg et al., 1994, 1995), omfattande en beräkning av energiflödena till och från Sverige omkring 1650, "fönstret Sweden 1650" i figur 3.

Utflödet av energi för export av koppar, stångjärn och tjära utgjorde 4.1 (mätt som EMERGY i enheten 10^{20} solar energy joule, sej), varav c 60 % kom från skogen och skogsarbetet. Dessutom försåg skogen oss med värme och virke för husbehov, vartill tre fjärdedelar av årsavverkningen gick åt. Vårt framträdande som stormakt hade ej varit möjligt utan nyttjande av skogen. Som Perlin (1989) övertygande visat var tillgång till skog en förutsättning för alla andra välden, allt intill kol och olja bröt detta monopol. Skillnaden mellan "in" och "ut" förbrukades i "fönstret" (inom riket) dels som föda och andra förnödenheter, dels som värmeförluster i omvandlingar av energi i samhällets verksamheter. Ett exempel på en sådan verksamhet är träkolning, figur 4.

Det övre diagrammet visar en energianalys av en träkolares verksamhet. Ved med ett energiinnehåll av 1700 GJ omvandlade



Energisystem för träkolaren vid Basttjärn.



Figur 4. Det övre diagrammet visar en energianalys av en träkolares verksamhet under 1600-talet. Det undre återger resultatet av en EMERGY-analys av samma verksamhet. Han levererade årligen en energimängd motsvarande nära 20 ton olja per år medan hans inköp utifrån av varor och tjänster beräknas motsvara en energimängd av endast en tjugondel härav (kvoten 35/760 i övre diagrammet, 13/283 i det undre). (Källa: Sundberg et al., 1991).

han till 760 GJ träkol medan 940 GJ försvann som värme i luften vid kolningen. Med ved och träkol framställdes koppar, stångjärn och tjära som vid export gav oss resurser för underhåll av vår krigsmakt. Det undre diagrammet visar en EMERGY-analys av kolarens och hans familjs verksamhet.

Framtid

Åsikten att tillgång till energi – egen eller importerad – är en förutsättning för välstånd och makt delar jag med många. Men importerad energi måste då kunna bytas med export på energimässigt förmånliga villkor, precis som vi idag gör när vi byter trävaror, massa och papper mot olja. För varje krona från export av skogsprodukter kan vi köpa mycket mer EMERGY än som går åt för skogsvarorna. Men vad skall vi byta till oss när oljan är slut? Denna frågeställning är inte bara relevant för vårt land, utan i kanske ännu högre grad för hushållningen på hela vår sköna jord, nu i mycket hög grad driven av fossil, ändlig energi. Kärnkraft (fission) ter sig för varje år alltmer problematisk av flera skäl, även sådana som ej har med miljö att göra. Utvinningsbar uran beräknas räcka mindre än ett århundrade. Bo Lehnert, vår främste kärnfysiker, säger (1993) om fusionsenergi: "With the present level of budgeting, the fusion reactor may become a reality first after the year 2050 or later." Om det lyckas uppstår emellertid en rad andra problem, bl.a. miljömässiga. Fusionsreaktionen (vad som sker i solen) sker vid en temperatur av 50 miljoner grader Celsius och kostnaderna för att kyla ned denna enorma hetta till användbar energi (f.n. omkring 1000°C) kan förmodas närma sig eller överstiga nyttan. För en lekman framstår därför fusionskraften som en högst osäker räddningsplanka för kommande generationer.

Framtidsscenarier med pengar som måttstock blir oftast intetsägande, men med energimått kan möjligheter och begränsningar bättre belysas. Energi är en mer avslöjande valuta än pengar såväl när man söker blicka långt in i framtiden som när man tittar i backspegeln. Erfarenheter från tider då förnybar energi var vår enda energiresurs kan då kanske vara av ett visst värde. Det är i en sådan kontext här redovisade arbeten kommit till stånd.

Referenser

Lehnert, B. 1993. The Future of Fusion. In: Man and Technology in the Future. p. 87-99. IVA, Stockholm.

Lindegren, J. 1995. Maktstatens resurser. Odense Universitet. Press.

Perlin, J. 1989. A Forest Journey: the Role of Wood in the Development of Civilization. Norton, N.Y./London.

Sundberg, U. 1996. Swedish Steel 2000 Years Ago. (Opubl. manus)

Sundberg, U., Odum, H.T. & Doherty, S. 1991. 18th century charcoal production. Institutionen för skogsteknik, Sveriges lantbruksuniversitet, Garpenberg. Uppsatser och Resultat nr 212.

Sundberg, U., Lindegren, J., Odum, H.T. & Doherty, S. 1994. Forest EMERGY Basis for Swedish Power in the 17th Century. Scand. J. For. Res., Suppl. No. 1 (1994).

Sundberg, U., Lindegren, J., Odum, H.T., Doherty, S. & Steinlin, H. 1995. Skogens användning och roll under det svenska stormaktsväldet. Perspektiv på energi och makt. Skogs- och lantbr.hist. medd. nr 8. Kgl. Skogs- och Lantbr.akad. Stockholm.

Villstrand, N.E. 1996. En räddande eld. Tjärbränning i det svenska riket 1500-1800. In: Tjära, barkbröd och vildhonung. p. 62-77. Nordiska Museet. Stockholm.