

## Klimatet och mänsklighetens energiförsörjning

Under de senaste aderton åren har FN i olika delar av världen organiserat nitton klimattoppmöten och nästan 30 tekniska klimatmöten. Över 180 000 registrerade deltagare från c. 190 stater har använt över en miljard dollar i resor och uppehållen. Under de senaste 16 åren har koldioxidens andel i atmosfären stigit med 10 % till följd av användningen av fossila bränslen men världens medeltemperatur har inte stigit. Den internationella mellanstatliga klimatpanelen, IPCC, har förutspått att världens medeltemperatur kan stiga med 2 – 6 °C före seklets slut om inte koldioxidutsläppen minskar. Osäkerhetsgränserna beror på olika åsikter om hur klimatkänsligheten svarar på exempelvis en fördubbling av koldioxidhalten.

År 1972 beställde Romklubben, som representerar politiker, forskare och ekonomer, en rapport som uppskattade sambandet mellan jordens naturresursers tillgångar och befolkningsökningen. Man oroade sig för de sinande energikällorna. En av rapportens slutsatser då var att oljan skulle räcka i högst 20 – 50 år framöver. Uppskattningen var en felbedömning och nu, 40 år senare, förefaller oljan att räcka till ännu i årtionden. Enligt de nyaste uppskattningarna finns det stenkol ännu för tusen år.

Den 23 juni 1988 presenterade en forskare från Harvard universitet, James Hansen, inför USA:s kongress en oroväckande rapport som påstod att användningen av fossila bränslen skulle leda till en livshotande uppvärmning av jordens medeltemperatur. Dramatiken kring tillfället hade underbyggts av senatoren Timothy Wirth, som föregående natt öppnade mötesrummets fönster och kopplade bort luftkonditioneringen. Hansens framställning blev en succé och 1992 organiserade FN ett möte i Brasilien där man kom överens om det s.k. Rioavtalet, som sedermera ledde till det första internationella klimattoppmötet i Berlin 1995. Kyoto avtalet från år 1997 fastställde målsättningarna för utsläppen fram till 2012. Vid klimattoppmötet i Doha i Qatar 2012 kom man överens om att förlänga Kyotoavtalet till 2020. Greenpeace, WWF, Jordens Vänner, Oxfam m.fl. har redan länge kraftfullt krävt omfattande insatser för övergång till en energiproduktion utan fossila bränslen och kärnkraft. Tillsvidare ser man dock ingen förändring i utsläppen.

## Världens energiproduktion

Alla energiformer kan jämföras sinsemellan genom att transformera dem till en gemensam måttenhet. Det finns flera alternativa måttenheter men här används Mtoe eller en miljon oljekvivalentton eftersom den är intuitivt lättast att förstå. I tabellform framställs strukturen för den globala energiproduktionen år 2011. De olika energiformernas produktion ges i miljoner oljekvivalentton och deras relativa andel i %. Den sammanlagda globala produktionen och konsumtionen är i praktiken lika stor men för de enskilda länderna varierar värdena beroende på export och import.

Den globala energiproduktionen (och således också konsumtionen) var knappt 12000 Mtoe varav 86,3 % erhöles av fossila bränslen. Bortsett från storskalig vattenkraft fås endast 2 % av energin från

förnybara energiformer. Trä, avfall, jordvärme, småskalig vattenkraft, solenergi, vindkraft, våg- och tidvattenkraft används mycket begränsat, regionalt eller också ingår de i vissa kombinerade former. Mängder och procenter matchar inte helt på grund av oberoende avrundningar.

Den globala energianvändningen är mycket beroende av fossila bränslen (se tabell 1). Problemet är tudelat. Hur skall man ersätta den sinande fossilenergin och hur skall man minska koldioxidhalten i atmosfären ifall just koldioxiden leder till en snabb uppvärmning av klimatet? I vardera fallet har utgångspunkten varit att ersätta den fossila energin med förnybar energi. Vissa förnybara energiformer kan inte expandera utan miljöproblem. Biobränslen tär på skogsarealen och/eller näringsproduktionen. En ansenlig utökning av storskalig vattenkraft inverkar på biodiversiteten. Torv är en mycket kontroversiell och lokal energiform. Det förmodade klimatproblemet skulle förutsätta en snabb tidtabell men sinande fossila energitillgångar är inte ett akut problem.

**Tabell 1**

År 2011	Världen Mtoe	%	Finland Mtoe	%
<b>Totalt</b>	11853,2	100,00	33,254	100,00
<b>Kol</b>	3995,5	33,70	8,068	24,2
<b>Olja</b>	2954,8	24,93	3,543	10,7
<b>Gas</b>	3276,2	27,64	3,106	9,3
<b>Kärnkraft</b>	599,3	5,06	5,801	17,4
<b>Vattenkraft</b>	791,5	6,68	1,056	3,2
<b>Biomassa (träbaserad)</b>	135,9	1,15	7,554	22,7
<b>Torv</b>	<10	<0,1	2,029	6,1
<b>Biobränsle (diesel)</b>	58,9	0,497	--	--
<b>Vindkraft</b>	36,5	0,31	0,041	0,12
<b>Solenergi</b>	4,64	0,04	--	--
<b>Elimport</b>	--	--	1,191	3,6
<b>"övriga"</b>	--	--	0,864	2,6

Tabell 1. Världens energiproduktion (Mtoe = miljoner oljeekvivalentton). Finlands statistik bifogad för jämförelse.

## Förnybar energi, BNP och nedskärning av fossil energi

Global statistik på investering i förnybar energikapacitet är tillgänglig för åren 2004 – 2011 (tabell 2). Den viktigaste parametern är enhetspriset för tilläggskapacitet på de centrala energiformerna. Vid jämförelsen av de relativa priserna för tilläggskapacitet framgår, att solenergi är 200 gånger dyrare än fossilenergi, vindkraft är 28 gånger dyrare än fossil energi och biobränslen 5 gånger dyrare än fossilenergi. Om investeringarna i sin helhet skulle koncentreras på en energiform, får vi helhetspriset på de enskilda förnybara energiformerna, som skulle ersätta den fossila energin. Global investeringsstatistik för kärnkraft är inte tillgänglig men Kina har infogats som jämförelse i tabellen.

Tabell 2

Energiform världen	Investeringar 2004-2011, Mrd \$	Kapacitet-ökning 2004-2011, Mtoe	Enhetspris Mrd \$ / Mtoe	Kostnad för ersättande av fossilenergi Mrd \$
<b>Fossil energi totalt</b>	1238	2353,8	0,53	
<b>Förnybar energi totalt</b>	1134			
<b>Solenergi</b>	447,1	4,48	100	1022600
<b>Vindkraft</b>	440,9	31,17	14,1	144200
<b>Bioenergi</b>	106,4	44,19	2,4	24540
<b>Vatten (småskaligt)</b>	37,4	--	--	
<b>Jordvärme</b>	15,1	--	--	
<b>Våg + tidvatten</b>	2,6	--	--	
<b>Kärnenergi (Kina)</b>			1,43 – 2,86	17000 – 34000

Tabell 2. Investeringarna i olika energiformer och deras kapacitet (Mrd = miljard, Mtoe = miljoner oljeekvivalentton). I den sista kolumnen kostnaden för att ersätta den fossila energin med de viktigaste förnybara formerna. Som jämförelse anges det uppskattade enhetspriset för Kinas kärnkraft år 2012, samt kostnaderna för ersättande av fossilenergi med kärnkraft om Kinas prismodell skulle implementeras globalt.

Det går att beräkna hur länge det skulle ta för att ersätta den fossila energin med förnybar energi med olika årliga investeringsnivåer (Tabell 3). Mänsklighetens bruttonationalprodukt (BNP) år 2011 var 70 000 miljarder (Mrd) dollar. Den årliga medelinvesteringen i förnybar energi för åren 2004 – 2011 var 0.2 % av mänsklighetens BNP. OECD:s målsättning år 1972 för utvecklingshjälpen var 0.7 % av BNP. Fortsättningskriget i Finland (1941-44) kostade årligen approximativt 16 % av landets BNP.

Tabell 3

Investeringar i % av BNP	Mrd \$ / år	Solkraft	Vindkraft	Bioenergi	Kärnkraft (Kina)
<b>0,2 %</b>	140	7300 år	1030 år	175 år	121 – 242 år
<b>0.7 %</b>	490	2087 år	294 år	50 år	35 – 70 år
<b>1 %</b>	700	1460 år	206 år	35 år	24 – 48 år
<b>2 %</b>	1400	730 år	103 år	18 år	12 – 24 år
<b>4 %</b>	2800	365 år	52 år	9 år	6 – 12 år
<b>8 %</b>	5600	182 år	26 år	4,5 år	3 – 6 år
<b>16 %</b>	11200	91 år	13 år	2,2 år	1 – 3 år

Tabell 3. Investeringar ges både i % av BNP och som Mrd \$ / år samt hur länge det skulle ta att ersätta den fossila energin med respektive förnybar energiform eller kärnkraft (Kinas kostnadsmodell) utgående från olika investeringsgrader.

I statistiken har inte kostnader för service eller ersättandet av föråldrad teknik beaktats. Ett vindkraftverk håller inte i tusen år. Den genomsnittliga livscykeln för landbaserad vindkraft är 15 –

20 år och för havsbaserad vindkraft 10 – 15 år (enligt statistik från England och Danmark på c. 1100 vindkraftverk med minst 10 års data). Både tid och pris stiger till flerdubbla nivåer från givna värden. En annan begränsande faktor är att sol- och vindenergi inte direkt kan kopplas till stamnätet. Oregelbunden energiproduktion skadar nämligen elnätets infrastruktur. Avbrott i elproduktionen från enskilda enheter måste omedelbart ersättas av reservenergi som vanligen kommer från kraftverk som drivs från fossila bränslen, oftast dieselolja. Vindkraft har också ett allvarligt råvaruproblem. Behovet av en av de viktigaste jordartsmetallerna i generatorerna, neodym, är sex gånger större än de för närvarande beräknade globala tillgångarna, fastän man beaktar återanvändning av metallen från nedmonterade äldre kraftverk. Dessutom används neodym också i bilmotorer. En realistisk övre gräns för global investering i förnybar energi kan således kanske läggas inom intervallet 2 – 4 % av BNP.

En slutsats av statistiken på energiproduktionen är att vi har ett dilemma där vi med förnybar energi inte kan minska på eller stoppa utsläppen av koldioxid innan de fossila bränslena redan har tagit slut.

## Energiförsörjningens framtid i Finland

Hur ser Finlands situation ut i ljuset av världsstatistiken (tabell 4)? Strukturen av Finlands nuvarande energiproduktion är mycket fördelaktig jämfört med världsproduktionen: fossila bränslen 47,1 % (globalt 86,3 %) och förnybar energi (trä, vatten, vind + “övriga”) 30,5 % (globalt 8,7 %). Både vattenkraften och den träbaserade energiproduktionen ligger dock nära den möjliga övre gränsen. Industrins energiinbesparing kan inte heller märkbart effektiveras.

Tabell 4

Finland år 2011	Mrd \$	BNP %
<b>Bruttonationalprodukt</b>	246,4 Mrd \$	100 %
<b>Budget</b>	65,5 Mrd \$	26,6 %
<b>Försvarsmakten</b>	3,71 Mrd \$	1,5 %
<b>Utvecklingsbiståndet</b>	1,429 Mrd \$	0,58 %
<b>Krishanterig</b>	0,156 Mrd \$	0,063 %
<b>Förnybar energi</b>	0,0715 Mrd \$	0,029 %
<b>Kostnad för framställda krav:</b>		
<b>Vindkraft 2013 – 2050</b>	<b>5,6 – 11,2 Mrd \$ / år</b>	<b>2,27 – 4,54 % +</b>
<b>Reservenergi</b>	<b>2,5 – 5,0 Mrd \$ / år</b>	<b>1 – 2 %</b>
<b>Totalt</b>	<b>8 – 16 Mrd \$ / år</b>	<b>3,27 – 6,54 %</b>

Tabell 4. Finlands BNP, statsbudget samt vissa budgetmoment och valda investeringar år 2011. Understa raden avser kostnaden för kravet att ersätta den fossila energin med kolneutral energi produktion utan kärnkraft före 2050 i Finland.

Solenergi kan inte utvecklas i Finland på grund av den låga verkningsgraden vid höga latituder. Solen stiger helt enkelt inte tillräckligt högt upp på himlen. Förnybar energi är också mycket svår att lagra. Enligt en färsk undersökning, som publicerades år 2012, motsvarar kända batteri- och

ackumulatorlösningar inte på långt när konsumenternas eller industrins behov av användbar verkningsgrad. Deras livscykel borde ökas minst tiofalt. Den enda praktiskt användbara lösningen är stora vattenbassänger dit vatten pumpas upp i under tider av låg elkonsumtion. Tyvärr förstör sådana bassänger värdefulla kolsänkor, men övriga lösningar kostar 10 – 100 gånger mera per energienhet.

Kraven på att Finland borde nå en koldioxidneutral energiproduktion utan kärnkraft fram till år 2050 är helt orealistiska. Ökningen av vindkraftskapaciteten skulle med prisnivån år 2011 kosta 207,3 – 414,6 Mrd \$. År 2011 använde Finland 0,029 % av BNP till att bygga ut förnybar energikapacitet (vind, biogas, träflis, träbränning). Om alla investeringar skulle koncentreras på vindkraft borde Finland omedelbart (år 2013) öka investeringarna till minst 2,27 % av BNP och fram till år 2050 öka dem till 4,54 % så att den föråldrade vindkraftskapaciteten kan förnyas och upprätthållas även i framtiden. Den verkliga investeringsnivån stiger vidare till minst 6 – 7 % eftersom ett nytt elnät måste utvecklas och på samma gång måste en ny energireserv skapas, som omedelbart kan tas i bruk då det inte blåser. Det innebär en summa som i praktiken är minst 25 % av statsbudgeten.

Finland har med möda nått en utvecklingshjälpnivå på 0,58 % av BNP under 40 år trots att det ursprungliga målet var 0,7 %. En satsning på den förnybara energin skulle förutsätta minst en tiodubblad andel. Investeringen i förnybar energikapacitet borde öka 200 gånger från 0,029 % av BNP år 2011.

Utgående från den aktuella statistiken är Finland i en likadan återvändsgränd som den övriga världen vad det gäller utsläppen. Med nuvarande premisser kan den förnybara energin inte minska på utsläppen för att inte tala om att sänka koldioxidkoncentrationen i atmosfären.

## **Koldioxid och den globala energiförsörjningens framtid**

Betydelsen av sol- och vindenergin har i media bedömts felaktigt. I verkligheten har deras kapacitet betydligt överdrivits. Världsstatistiken visar att den realiserade kapaciteten för solenergin är endast 8 % och för vindenergin endast 18 % av den nominella kapaciteten. Av detta följer en felaktigt propagerad publicitet för lösningar som inte har någon essentiell betydelse för lösningen av varken verkliga eller förmodade problem. De riktiga vinnarna hittills, har varit ägarna till de bolag som säljer den s.k. gröna teknologin och som med framgång har lyckats flytta allmänna medel i egen ficka.

Allt är inte förlorat. I verkligheten finns det flera möjligheter. En bristfälligt känd lösning är dumpningen av koldioxid i jordskorpan eller havsbotten. En norsk anläggning har från år 1996 årligen dumpat en miljon ton koldioxid 1000 meter ner i havsbotten inom Sleipners gasfält väster om Bergen. Globalt finns det 24 anläggningar som årligen dumpar 6 – 7 miljoner ton koldioxid och 42 nya anläggningar testas för närvarande. Systemet kan i princip upprätthålla en fortsatt fossil energiproduktion utan koldioxidutsläpp. Detta förutsätter att stora energikraftverk planeras om. Det finns dock mycket erfarenheter av lösningen.

Kärnkraftverk som använder torium som bränsle har testats sedan årtionden men de har inte utnyttjats kommersiellt. Ett toriumkraftverk behöver endast ett ton torium som bränsle i relation till dagens kärnkraftverk som kräver 250 ton uran. Det producerar mycket litet högaktivt radioaktivt avfall. Kraftverkstypen har inte utvecklats färdigt eftersom man inte kan producera kärnvapen med denna metod.

Orsakerna till misslyckandena av klimatmötena måste sökas i överdrifterna av klimathoten kombinerade med orealistiska målsättningar att bemöta dem. Miljöorganisationerna har låst sig i att godkänna bara sådana energilösningar som inte i praktiken kan genomföras. Om man bedömer att klimatförändringen är ett verkligt och yttersta hot mot mänskligheten, då skulle den billigaste lösningen vara som ett spöke som sprider sig i Europa och annanstans: kärnkraftens spöke.

Larry Huldén fil.dr