

3

ÄR DE FÖRNYBARA RESURSERNA STORA NOG?

Björn Sandén
Linus Hammar
Fredrik Hedenus

Institution för Energi och miljö, Chalmers*

*Avdelning för miljösystemanalys (B. Sandén, L.Hammar), Avdelning för fysisk resursteori (F. Hedenus)

Är det förnybara energiflödena stora nog för att ersätta all annan energitillförsel i världen, all fossil energi och kärnkraft, och till och med öppna för ökad energianvändning? Finns det verkligen tillräckligt med sol, vindar och vattenkraft i världen för att förse tio miljarder människor med lika mycket energi som en genomsnittlig svensk använder idag? Vårt korta svar på den frågan är ja.

Att ha en känsla för potentialer är nödvändigt om man vill förstå vilken framtida utveckling som är möjlig, trolig och önskvärd. Men diskussioner om framtiden blir ofta förvirrade därför att man blandar ihop potentialer som utgår från olika sorters begränsningar. Vissa potentialer begränsas av naturlagar och fysiska flöden, andra av tekniska möjligheter, ekonomiska antaganden om kostnader och betalningsvilja eller uppskattningar av miljöpåverkan och funderingar kring social acceptans. Det är uppenbart att en del begränsningar som naturlagar och fysiska flöden är fasta och står sig över tid (om de är rätt uppskattade), medan andra, som ekonomiska förutsättningar, snabbt kan ändras. När potentialer diskuteras bör därför alltid fråga sig vad som egentligen avses.

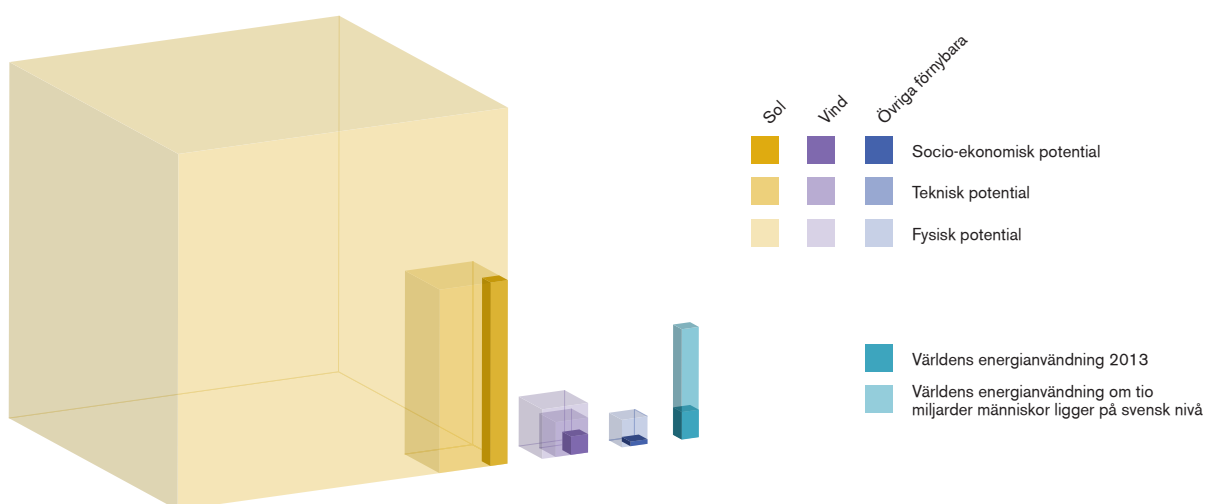
Här har vi gjort ett försök att gå igenom befintlig vetenskaplig litteratur och uppskatta vad vi valt att kalla "fysiska", "tekniska" och "socio-ekonomiska" resurspotentialer för flödande förnybara energikällor. I den fysiska potentialen ingår hela det energiflöde som i teorin skulle kunna konverteras till el vid jordens yta. I den tekniska potentialen avgränsar vi oss till den typ av områden där resursen idag utnyttjas och till dagens verkningsgrader. I den socio-ekonomiska potentialen gör vi en rimlighetsbedömning av hur stora områden som skulle kunna tänkas tas i bruk med hänsyn till konkurrerande intressen. Energiflödena härrör ursprungligen från solinstrålning, värmeflöden från jorden inre och gravitationskrafter (tidvatten). En

liten del av solenergin lagras tillfälligt i växter. Potentialen för denna "bioenergi" tas upp i boken Perspektiv på förädling av bioråvara.

Figur 3.1 illustrerar storleken på dessa potentialer i förhållande till världens samlade efterfrågan på energi. 2013 var världens totala energianvändning 150 000 TWh (den lilla turkosa kuben). Elkonsumtionen var 23 000 TWh. Om världsbefolkningen växte till tio miljarder och om dessa använde lika mycket energi (dvs. all energi inte bara el) som en svensk gör idag skulle energitillförseln fyrdubblas till 600 000 TWh.

Den fysiska solelpotentialen (den stora gula kuben) är 720 000 000 TWh per år, eller nästan 5000 gånger större än dagens energianvändning. Vår bedömning av en rimlig socio-ekonomisk solelpotential (den smala gula stapeln) är 1 000 000 TWh per år vilken därmed överskrider världens energianvändning även om den skulle fyrdubblas. Vi uppskattar att en övre gräns för vindkraftens socio-ekonomiska potential ligger runt 100 000 TWh per år. Den samlade socioekonomiska potentialen för el från övriga förnybara energiflöden, dvs. vatten-, våg-, ström- och tidvattenkraft, geotermisk kraft och el från salt- och temperaturgradienter, uppskattar vi till 10 000 TWh per år. Merparten av detta utgörs av vattenkraft varav ungefär hälften redan utnyttjas.

Solenergin är relativt jämnt fördelad över jordklotets yta och kan utvinnas överallt. Även vindresursen är ganska utspridd, medan övriga energikällor är koncentrerade till vissa områden. Detta gör att dessa kan ha stor lokal betydelse, som vattenkraften i Sverige och den geotermiska energin på Island, även om de i ett globalt perspektiv är små i förhållande till sol och vind. Ett problem med sol- och vindresurserna är att de varierar över dygnet och året. Eftersom de andra förnybara energiflödena varierar på ett annat sätt, ibland mer förutsägbart och ibland, som i vattenkraftens fall, även reglerbart, kan de utgöra viktiga komplement i elsystemet.



Figur 3.1 Hur stora är resurserna? Tre typer av potentialuppskattningar för el från solenergi, vindenergi och övriga förnybara energiflöden jämförda med världens energianvändning 2013 och om tio miljarder människor skulle använda lika mycket som en svensk gör idag.