



Global uppvärmning orsakas av värmeutsläpp

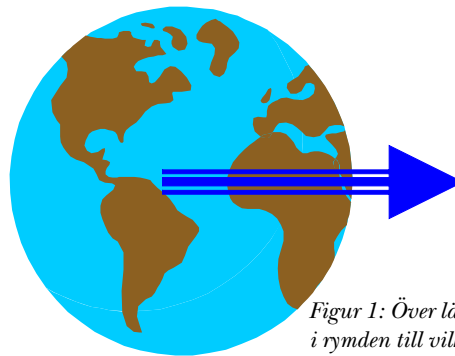
Prof. Bo Nordell

Avd. Förnyelsebar energi
Luleå tekniska universitet, SE-97187 Luleå
bon@sb.luth.se

Den globala uppvärmningen är vetenskapligt accepterad även om orsaken är omtvistad. Ofta antas uppvärmningen bero på växthuseffekten, dvs. utsläpp av växthusgaser som koldioxid till atmosfären. Den förklaring som ges här innebär istället att den orsakas av de värmeutsläpp som uppkommer vid användning av icke-förnyelsebar energi.

Eftersom den solstrålning som når Jorden återstrålar till rymden så värms inte Jorden av solen – sett över en längre tid (år). Utan denna balans skulle Jorden ha blivit allt varmare med åren. Jorden är i själva verket en värmekälla i rymden till vilken den strålar ut sin nettovärme (figur 1). Nettoutstrålningen sker från jordytan, skikt-för-skikt genom atmosfären, för att sedan stråla ut mot rymden vars temperatur är ca -270°C .

Innan den globala uppvärmningen började ca 1880 var Jordens medeltemperatur $13,6^{\circ}\text{C}$ (medelvärde av lufttemperaturen över land och hav, vilket även är jordytans medeltemperatur). Då var Jorden i termisk balans med rymden dvs nettovärmeutstrålningen var lika stor som det geotermiska värmeflödet från Jordens inre. Det geotermiska värmeflödet är den enda naturliga och ständiga nettovärmekällan på Jorden. Utstrålningen av värme från jordytan till atmosfären sker för att jordytans temperatur är högre än den i atmosfären. Atmosfärens medeltemperatur är $-18,8^{\circ}\text{C}$ vilket är precis vad som krävs för att all solinstrålning ska kunna återstråla till rymden.



Figur 1: Över längre tidsskalor (år) är Jorden en värmekälla i rymden till vilken den strålar ut sin nettovärme.

Jordens medeltemperatur har sedan 1880 höjts med $0,7^{\circ}\text{C}$ till $14,3^{\circ}\text{C}$. Denna förhöjda temperatur har medfört att även utstrålningen till rymden ökat, dvs den är nu högre än enbart värmeflödet från Jordens inre. Därför måste ny nettovärme ha tillkommit under de senaste 120 åren!

Jordens energibalans

För att åskådliggöra Jordens energibalans kan man tänka sig en vanlig jordglob som inifrån kan lysas upp av två lampor (figur 2).

Om man tänds den ena lampan kommer globens yta att bli varmare tills den når en temperatur som inte ändras. Vid denna temperatur är globen i termisk balans med sin omgivning, dvs globen är precis så varm att lampans energi kan stråla vidare ut i rummet.

Så var situationen på Jorden innan den globala uppvärmningen började. Jordens temperatur var $13,6^{\circ}\text{C}$ och det var precis vad som behövdes för att den geotermiska energin skulle stråla ut i rymden. Sedan dess har Jordens temperatur ökat, precis som om ytterligare en lampa har tänts. Både Jordens och jordglobens temperatur kommer att öka tills dess att all nytillkommen värme kan stråla ut i omgivningen.

Jordens nettovärmekällor

Det finns två betydande nettovärmekällor på Jorden; värmeflödet från Jordens inre

(se faktaruta nettovärmekällor) och den värme som bildas vid användningen av icke-förnyelsebara energikällor. Enligt termodynamikens lagar blir all energi så småningom värme, tex när vi ser på TV eller kör bil omvandlas slutligen all använd energi till värme.

Vid användningen av icke-förnyelsebar energi - fossila bränslen som tex olja, kol, gas samt kärnkraft - bildas värme som annars inte skulle ha funnits. Dessa nettovärmeutsläpp (termiska föroreningar) leder till global uppvärmning. Principen är enkel; om man släpper ut värme i ett rum så blir rummet varmare.

Detta gäller även för det stora globala rummet. Effekten av dessa värmeutsläpp blir särskilt tydliga i större städer. Det är vanligt att lufttemperaturen i en storstad är ca 5°C varmare än omgivande landsbygd.

Förnyelsebar energi blir också värme men ger inget värmetillskott till Jorden eftersom denna naturliga energi (vind, sol, etc) under alla förhållanden blir till värme (se faktaruta förnyelsebar energi).

Den globala användningen av fossila bränslen (inkl kärnkraft) är ca 10^{14} kWh/år vilket medför en lika stor termisk förorening.

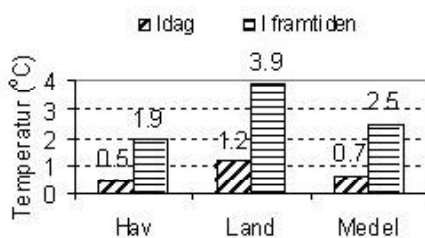
Utslaget på hela jordytan motsvarar detta $0,02 \text{ W/m}^2$ vilket kan jämföras med det geotermiska värmeflödet på ca $0,07 \text{ W/m}^2$. Den totala nettovärmen är alltså ca $0,09 \text{ W/m}^2$.

Jorden motverkar global uppvärmning

Det finns två orsaker till att det går förhållandevis sakta för Jorden att åter komma i termisk balans. För det första har användningen av icke-förnyelsebar energi ökat. För det andra dämpas uppvärmningshastigheten av att mark, jord och vatten blir varmare och att landisar och permafrost smälter. Isens lagrade kylkapacitet är så stor att det skulle ta 30.000 år att smälta all is om världens totala energianvändning nyttjades i detta syfte.

Hur varmt kan det bli?

Om vi fortsätter att använda samma energikällor och energimängder som idag kommer Jorden att bli varmare tills den på nytt kommer i termisk balans. Vid denna nya balanstemperatur strålar åter all nettovärme ut i rymden, precis som före 1880. Tills idag har Jordens medeltemperatur ökat med 0,7°C. Genomförda beräkningar visar att denna temperatur kommer att stiga ytterligare 1,8°C innan Jorden på nytt är i termisk balans, se figur 3.



Figur 3: Global temperaturökning, tills idag (snedstreckad) och beräknad i framtiden.

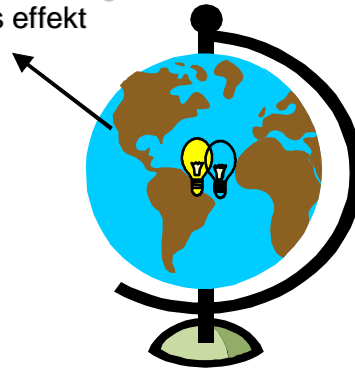
Av figuren framgår också att markytans temperatur kommer att stiga betydligt mer än havets. Även om Jorden då är i termisk balans betyder inte detta att allt är i sin ordning – åtminstone inte ur dagens människas synvinkel.

Den högre temperaturen kommer att få stora och oöverskådliga konsekvenser; bl. a. kommer havsytans nivå att stiga till följd av landisarnas fortsatta avsmältning, vissa växter och djur kommer att gynnas medan andra missgynnas.

Vad gör vi nu då?

Vad kan göras för att motverka uppvärmningen? Det pågår ett omfattande arbete för att minska koldioxidutsläpp till atmosfä-

Utgående strålning = lampans effekt



En 25 W lampa medför en viss konstant temperatur på globens yta

Två 25 W lampor ger en högre ytemperatur

Figur 2: En tid efter att den ena lampan tänds får globen en viss konstant temperatur. Vid denna temperatur är globen i termisk balans och lampans energi strålar ut i rummet. Om nu ytterligare en lampa tänds ökar globens temperatur tills dess att de bägge lampornas energi strålar ut.

Förnyelsebar energi ger ingen nettovärme

VINDKRAFT: Vindenergi omvandlas till elenergi i vindkraftverk. När denna el används avges lika mycket värme som den friktionsvärme, som skulle ha bildats om inte vindenergin utvunnits.

VATTENKRAFT: Den elenergi som utvinns i ett vattenkraftverk räcker precis till att värma älvvattnet så mycket som det kyls genom energitvinningen. Detta ger alltså ingen nettovärme men värmen har flyttas från älven till den tätort, där den används.

BIOBÄNSLE: Vid användning av biobränsle (tex ved, flis) frigörs den kemiskt lagrade energin som värme. Om biobränsleanvändningen inte överstiger tillväxten bildas ingen nettovärme, eftersom nybildningen av biobränsle binder lika mycket energi som frigörs vid dess förbränning.

AKTIVITETER: Människor (djur) kan inte generera nettovärme genom att tex springa. Den värme som uppenbarligen bildas vid kroppsarbete innebär, att energin i den mat vi ätit avges som värme. Om maten inte hade ätits skulle samma värmemängd ha frigjorts genom tex förruttelse. Vi har alltså bara omvandlat och flyttat på redan tillgänglig energi.

Jordens nettovärmekällor

GEOTERMISKT VÄRMEFLÖDE: Ett ständigt värmefflöde från Jordens inre upp mot jordytan. Det genomsnittliga värmefflödet är ca 0,07 W/m² vilket är 3,5 ggr större än den globala energianvändningen.

METEORITER: När en meteorit träffar jordytan omvandlas dess rörelseenergi till värme. I normala fall dvs för små meteoriter, är detta värmebidrag litet. I geologiskt tidsperspektiv finns exempel på meteoritnedslag som gett enorma värmemängder, motsvarande många tusentals år av den nuvarande årliga energianvändningen.

VULKANUTBROTT: Vid vulkanutbrott frigörs stora värmemängder. Exempelvis motsvarade energin från Mount St. Helene, USA (1980), ca 25% av världens energianvändning. Detta var inget stort vulkanutbrott, sett i ett längre tidsperspektiv.

JORDBÄVNINGAR: Även vid jordbävningar omvandlas energi till värme. Det finns enkla formler som utgående från jordbävningens styrka, ger frigjord värme.

KÄRNVAPENTESTER: Under 1900-talets senare hälft genomfördes ett stort antal kärnvapentester. Den värme som frigjordes vid dessa sprängningar är relativt liten.

KRIG: Inverkan av krig, bomber och granater, har också studerats. Det visar sig dock att effekterna av kriget, tex brinnande oljekällor resulterar i mycket mer nettovärme än bomberna i sig.

ren. Det finns också planer på att lagra koldioxid under mark. Vissa länder bygger ut kärnkraften vilket ofta motiveras med minskade koldioxidutsläpp. Ingen av dessa åtgärder kommer att motverka den globala uppvärmningen eftersom de inte minskar nettovärmeutsläppen.

Ni har säkert hört framtidsvisioner om energiproduktion i rymden. Det skulle inte ens hjälpa med förnyelsebar energi från Mars, i sin allra renaste form.

Genom att använda denna "rymdenergi" skulle vi släppa ut värme på Jorden som normalt inte skulle ha funnits här. Därför orsakar även denna energi värmeutsläpp som måste bidra till den globala uppvärmningen.

Den enda möjligheten att motverka den globala uppvärmningen är, att användningen av icke-förnyelsebar energi minskar. Detta kan endast ske genom energibesparing, och att vi i ökande utsträckning övergår till förnyelsebara energikällor.

Fortsatt arbete

Denna förklaring till global uppvärmning publicerades i en vetenskaplig tidskrift [1] under hösten 2003. Det är en kontroversiell hypotes som går emot mer etablerade uppfattningar. Den vanligaste kritiken mot hypotesen är att värmeutsläpp som uppkommer vid användning av fossila bränslen och kärnkraft är alldeles för små för att orsaka den uppvärmning som skett. Hypotesen har emellertid den stora fördelen att den är enkel att verifiera;

Den värme som inte strålat ut måste nämligen finnas kvar på Jorden, där den lagrats i mark, luft, och vatten. Om denna förklaring till global uppvärmning är riktig måste summan av dessa energier vara lika stor som de värmeutsläpp som skett sedan 1880. Sådana beräkningar görs f.n. vid Luleå tekniska universitet. Preliminära beräkningar visar att den lagrade energin matchar värmeutsläppen.

Referenser:

- [1] Nordell B (2003). Thermal Pollution Causes Global Warming. Global and Planetary Change. Vol. 38, Issue: 3-4, p. 305-312.