

Klimat 2N: Energi-import

(På 3ⁱ minuter hinner du läsa det som står med fetstil och staplarna samt sista paragrafen. Den som börjar med "Alternativ för att fylla energi-gapet ...". **Gör det nu.** ⁱⁱ⁾)

Den här sektionen av klimat-utbildningen bygger på boken "Sustainable Energy - without the hot air". ⁱⁱⁱ All information kommer därifrån om inget annat anges. Detta mail bygger främst på kapitel 30 och kapitel 24.

Energi-import

Idag importerar vi mycket av vår energi i form av olja och andra petroleumprodukter. Kanske kan vi i framtiden importera förnybar energi i stället?

Låt oss titta på hur mycket förnybar energi det finns i Europa. Detta är den totala mängden **förnybar energi vid full utbyggnad i hela EU** (kWh/person och dygn):

Vattenkraft: **6,4 kWh/pp&d** ^{iv}

Energi-grödor: **2,5 kWh/pp&d** ^v

Skogsavfall: **3,9 kWh/pp&d** ^{vi}

Torv: **0 kWh/pp&d** ^{vii}

Biogas: **4,4 kWh/pp&d** ^{viii}

Sopförbränning: **1 kWh/pp&d** ^{ix}

Värmepumpar: **6 kWh/pp&d** ^x

Vindkraft: **28 kWh/pp&d** ^{xi}

Vindkraft till havs: **14 kWh/pp&d** ^{xii}

Sol på tak: **3,5 kWh/pp&d** ^{xiii}

Vågkraft: **2 kWh/pp&d** ^{xiv}

Tidvatten: **2,6 kWh/pp&d** ^{xv}

 **74 kWh/pp&d**

Hoppсан! **EU har ännu mindre förnybar energi än vi har i Sverige.**

För att ens producera lika mycket förnybar energi som vi så skulle EU behöva vindkraftparker som täcker mer än en femtedel av hela EU:s yta ^{xvi}, eller solkraftverk lika stora som halva Bulgarien. ^{xvii}

EU vill nog inte sälja sin dyrbara energi till oss. Tvärt om. Det verkar som om de kommer att behöva importera. **Kommer de att vänta sig att vi exporterar energi till dem?** Kom ihåg att det är omöjligt för oss att stoppa klimatförändringarna, om inte de också lyckas.

Någon ska väl kunna exportera. Låt oss titta på hur mycket förnybar energi det finns i världen. Detta är den totala mängden **förnybar energi vid full utbyggnad i hela Världen** (kWh/person och dygn):

Vattenkraft: **6,4 kWh/pp&d** ^{xviii}

Energi-grödor: **20 kWh/pp&d** ^{xix}

Skogsavfall: **11 kWh/pp&d** ^{xx}

Torv: **0 kWh/pp&d** ^{xxi}

Biogas: **4,4 kWh/pp&d** ^{xxii}

Sopförbränning: **1 kWh/pp&d** ^{xxiii}

Värmepumpar och bergvärme: **5 kWh/pp&d** ^{xxiv}

Vindkraft: **37 kWh/pp&d** ^{xxv} (Med vindkraft på en tiondel av alla världens åkrar, ängar och skogar)

Vindkraft till havs: **2,4 kWh/pp&d** ^{xxvi}

Sol på tak: **7 kWh/pp&d** ^{xxvii}

Vågkraft: **0,5 kWh/pp&d** ^{xxviii}

Tidvatten: **0,24 kWh/pp&d** ^{xxix}

 **96 kWh/pp&d**

Oj då! Finns det inte mer förnybar energi? Dagens uppgift är att fundera på det.

Kontrollräkna gärna om du känner dig upplagd för det. Notera att detta inte är en kuggfråga. Detta är verkligen de bästa värden som jag har lyckats få fram och jag är bara tacksam om du kan hitta något bättre. Maila gärna dina tankar till mig och kurskamraterna, inklusive alla källor. ^{xxx}

Trots allt så finns det länder som har ett energiöverskott. Det är främst ökenländer med låg befolkningstäthet och hög solinstrålning. Skulle vi fylla hela Sahara med solkraftverk så skulle det kunna ge hela världens befolkning 420 kWh per person och dygn. ^{xxxi} Problemet är bara att solenergin är dyr och att den inte finns där den behövs när den behövs. Bäst EROEI får man troligen genom att dra en kabel från öknen och importera elektricitet, ^{xxxii} men det finns även andra alternativ. T.ex. skulle energin kunna användas till att utvinna koldioxid från luften eller havsvattnet. Därefter kan ytterligare energi användas för att t.ex. göra om koldioxiden till bränsle. ^{xxxiii}

Export till Europa? -350 kWh per person & dygn? ^{xxxiv}

Import av energi från världens öknar kan fylla gapet mellan tillgång och efterfrågan, förutsatt att vi är beredda att betala vad det kostar

Alternativ för att fylla energi-gapet på 21 kWh per person och dygn:

104 m² solkraftverk per person i Sverige (2 promille av Sveriges yta): **21 kWh/pp&d** ^{xxxv}

Maximal potential för effektivisering av fullt utbyggd förnybar energiproduktion: **22 kWh/pp&d** ^{xxxvi}

Energi-import från hela Sahara: **420 kWh/pp&d**

Bonus: Litet men positivt: Planerna finns redan att importera energi från Sahara:

<http://www.desertec.org/global-mission/eu-mena/>

Humor-bonus ^{xxxvii}: <http://advokatdyavola.files.wordpress.com/2012/10/628x471.jpg>

Mer information om denna klimat-utbildning finns på:

<http://klimatcbt.yolasite.com/>

Dagens uppgift är att fundera på hur mycket förnybar energi det finns.

Skriv gärna till kurskamraterna och mig och berätta om dina tankar. ^{xxxviii} Att peppa andra är nästan lika viktigt som att agera själv. :-)

Försök att alltid utföra dagens uppgift direkt när du får mailet. Om du bara har 3 minuter, så slutför uppgiften så bra som den hinner bli på 3 minuter. ^{xxxix}

Detta mail kan även laddas ner som PDF från:

http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2N_Energiimport.pdf

Bonus: Nästa mail kan laddas ner som PDF från:

http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat3C_AterstaendeUtrymmelAtmosfaren.pdf

Om du vill gå kursen så kontakta mig på <http://klimatcbt.yolasite.com/kontakt.php>

(Du har väl lagt till <http://klimatcbt.yolasite.com/kontakt.php> antingen i din adressbok, eller bland betrodda avsändare i ditt spamfilter? Annars kan vissa kursmail fastna i ditt spamfilter. Skriv till mig på <http://klimatcbt.yolasite.com/kontakt.php> om du vill ha hjälp med det, eller om du saknar något kursmail.)

Det som står i fotnoterna är alltid bonusmaterial.

ⁱ Fotnot 0.14: Tre minuter per mail räcker för att följa kursen Klimat-CBT. (Fotnot 0.20:)

På tre minuter per mail får man en översiktlig helhetsbild. För den som önskar en djupare förståelse finns möjligheten att läsa resten av mailet. De flesta mail innehåller följande typer av information:

- 3-minuters: På 3 minuter hinner man läsa de viktigaste rubrikerna och slutsatserna så att man kan följa kursen.

- Brödtext: Den löpande texten ger en fördjupad beskrivning av ämnet i mailet.

- Bonus: Intressant information som berör ämnet men inte egentligen hör till kursen.

- Footer: Nedanför brödtexten finns lite information om kursen. Den är i princip likadan i alla mail.

- Fotnoter: I fotnoterna finns alla beräkningar och källor. Läs i fotnoterna (bara) om du vill veta hur jag har räknat, tänkt och resonerat.

Mer information om kursen finns på <http://klimatcbt.yolasite.com/>

ⁱⁱ Fotnot 0.20: Detta är det rekommenderade upplägget: Ägna 3 minuter åt att göra den obligatoriska delen direkt när du får e-mailet. Avsluta den obligatoriska delen då även om du inte är säker på att du gör den på det bästa sättet. Om du har tid och lust (det kan vara omedelbart, senare, eller en annan dag) så kan du göra bonusdelen, eller göra om den obligatoriska delen på ett bättre sätt.

ⁱⁱⁱ Fotnot 0.3: Boken "Sustainable Energy – without the hot air" beskrivs under Källor. (<http://klimatcbt.yolasite.com/kallor.php>)

Det här är en föreläsning på engelska där professor David MacKay som har författat boken sammanfattar mycket av de slutsatser vi kommer att komma fram till. (

<http://www.youtube.com/watch?v=GFosQtEqzSE>) Filmen är drygt en timme lång. Föredraget är 47 minuter, och resten av tiden är en frågestund efter filmen.

I föredraget nämner han den här kalkylatorn: (<http://2050-calculator-tool.decc.gov.uk/>)

Detta är ett annat föredrag av professor David MacKay som också är väl värt att titta på. Det är

knappt 20 minuter långt (<http://www.youtube.com/watch?v=-5bVbfWuq-Q>) och detta är de slides han visar under presentationen (<http://www.inference.phy.cam.ac.uk/mackay/presentations/tesd/>)

^{iv} Fotnot 2.2.X.4: "Hydroelectric production in Europe totals 590 TWh/y, or 67 GW; shared between 500 million, that's 3.2 kWh/d per person. ... If every country doubled its hydroelectric facilities ... then hydro would give 6.4 kWh/d per person." (

http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c30/page_232.shtml) (Fotnot 0.3:)

^v Fotnot 2.2.X.86: I Sverige kan man få ut 15 MWh biobränsle netto per ha och år. (Fotnot XXX:) Låt oss räkna på samma avkastning i EU.

EU har 1270361 km² jordbruksmark och 1717129 km² skog. (Fotnot 2.3.G:) Låt oss räkna med att odla energigröda på 10% av den ytan. (För Sverige räknade vi med att använda dubbla jordbruksarealen. (Fotnot KM.2D:)) Då får EU:s ca 500 miljoner medborgare (Fotnot 2.3.G:) ungefär 2,5 kWh per person och dygn:

$10\% * (1270361 + 1717129) \text{ km}^2 * 15 \text{ MWh/ha\&år} / 500000000 \text{ EU medborgare} / 365 \text{ dygn} \sim 2,46 \text{ kWh/pp\&d}$

Fotnot XXX: På varje hektar med energigröda får man ut netto ungefär 15-25 MWh biobränsle per år netto i Götalands södra slättbygder. (

<http://www.sweden.gov.se/content/1/c6/08/19/74/1c5245b7.pdf> Figur 3.5)

I resten av Sverige får man ut mindre. (

<http://www.sweden.gov.se/content/1/c6/08/19/74/1c5245b7.pdf> Tabell 2.2)

Låt oss räkna med ca 15 MWh biobränsle per ha och år i genomsnitt. Det motsvarar 0,4 kWh per m² och dygn.

På en yta motsvarande alla Sveriges 27 tusen km² åker (Fotnot 2.1.N:) skulle man då få ut:

$15 \text{ MWh} * 27500 \text{ km}^2 / 9500000 \text{ svenskar} / 365 \text{ dygn} \approx 12 \text{ kWh per person och dygn}$

För att producera bränslet behövs ungefär 10 MWh per ha och år, så bruttoproduktionen är ca 25 MWh per ha. (<http://www.sweden.gov.se/content/1/c6/08/19/74/1c5245b7.pdf> Figur 3.5) Det motsvarar en ERoEI på 2,5:

$(15 \text{ MWh/ha} + 10 \text{ MWh/ha}) / 10 \text{ MWh/ha} \sim 2,5$

Fotnot 2.3.G: Europa

Population: 593367928 människor

Land: 5699617 km²

Agricultural land: 1784517 km²

Forest: 2114680 km²

Coastal length: 104087 km

EU-27

Population: 498774956 människor

Land: 4275555 km²

Agricultural land: 1270361 km²

Forest: 1717129 km²

Coastal length: 67800 km

Sverige

Population: 9514406 människor

Land: 410335 km²

Agricultural land: 24409 km²

Forest: 307850 km²

Coastal length: 3218 km

Källor:

(http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_population) (

http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_and_outlying_territories_by_total_area) (

http://en.wikipedia.org/wiki/Land_use_statistics_by_country) (

http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_forest_area) (http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_length_of_coastline)

Fotnot KM.2D: Kurs-mail "Klimat 2D: Persontransporter, Energigröda, Skogsavfall och Torv" (http://klimatcht.yolasite.com/resources/Klimat2D_PersontransporterEnergigrodaSkogsavfallTorv.pdf)

Fotnot XXIX: Idag används 3456049 ha till åker och betesmark. Det är ca 7,7% av Sveriges landyta. (Fotnot 2.1.N:)

Fotnot 2.1.N: Marktäckedata för riket som helhet omkr. år 2000. (http://www.scb.se/Pages/PressRelease_106451.aspx)

27469,29km² Åkermark
7091,2km² Betesmark
221376,45km² Skog
12695,85km² Myr, skogsklädd
38956km² Myr, ej skogsklädd
34855,18km² Gräsmark, hedmark, busksnår, osv.
4486,19km² Berg i dagen och blockmark, ej skogsklädd
177,36km² Grus- och sandtag
147,48km² Flygplats och flygfält
229,95km² Golfbana
5210,4km² Tätortsmark
31034,1km² Inlandsvatten exkl. de fyra största sjöarna
8926km² Vätern, Vättern, Mälaren och Hjälmaren
450295km² Totalareal

^{vi} Fotnot 2.2.X.85: Från det svenska skogsavfallet kan vi utvinna 130 TWh/år. (Fotnot XXXII:) ERoEI är upp till 30 gånger för "firewood": (<http://www.esf.edu/efb/hall/2009-05Hall0327.pdf>

Figure 10) Netto energin blir alltså högst:

$130\text{kWh/pp\&d} - 130\text{kWh/pp\&d} / 30 = 126\text{ TWh/år}$

Sveriges skogar är 307000 km² och EU:s skogar är 1717000 km². EU:s befolkning är ca 500 miljoner. (Fotnot 2.3.G:)

Om EU:s skogar producerar lika mycket skogsavfall per km² som Sveriges skogar så producerar de: $126\text{TWh/år} * 1717000\text{km}^2 / 307000\text{km}^2 / 500000\text{EUmedborgare} / 365\text{dygn/år} \sim 3,9\text{ kWh/pp\&d}$ i EU

Fotnot XXXII: "I dag utvinna vi omkring 130 TWh varje år från skogs-råvara i Sverige" enligt en artikel på baksidan av Energivärlden nr 3/2011

(http://213.115.22.116/System/ViewResource.aspx?p=Energimyndigheten&rl=default:/Resources/Permanent/Static/720cf2d8367a41f6a3c8a9010db7649b/EV3_2011.pdf) (

<http://213.115.22.116/System/TemplateView.aspx?p=Energimyndigheten&view=default&cat=/Tidning&id=720cf2d8367a41f6a3c8a9010db7649b>)

Jag vet inte exakt vad som ingår i den siffran. Den kanske går att öka om vi är mer noga med att samla upp allt skogsavfall, men å andra sidan kanske energiskog räknas in, och i så fall räknar vi det dubbelt eftersom vi räknar det som energigröda. Hjälpa mig gärna att hitta säkrare siffror.

Låt oss räkna med att potentialen för bioenergi från skogsavfall är 130 TWh.

^{vii} Fotnot 2.2.X.53: EU har så vitt jag vet inga stora och växande torvmarker utanför Sverige och Finland. Därför uppskattar jag totala potentiella förnybara energiproduktionen är mycket låg. (Försök gärna hitta en bättre uppgift och maila den till mig.)
(Tillväxten av torven i Sverige räcker till ca 7 kWh per svensk och dygn. (Fotnot KM.2D:) Om det ska fördelas på EU:s ca 500 miljoner medborgare (Fotnot 2.3.G:) blir det inte mycket till var och en.)

^{viii} Fotnot XXXIV: Jag har helt enkelt antagit att EU har ungefär lika mycket avfall per person som Sverige har (Fotnot KM.2E:), till att gör biogas av.

Fotnot KM.2E: Kurs-mail "Klimat 2E: Mat, Vatten, Jordbruk, Biogas och Sopförbränning" (http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2E_MatJordbrukBiogasSopforbranning.pdf)

^{ix} Fotnot 2.2.X.6: Jag har helt enkelt antagit att EU har ungefär lika mycket avfall per person som Sverige har, till att elda. (Fotnot KM.2E:)

^x Fotnot XXXV: Bergvärme och jordvärme är en beprövad teknik för att värma upp hus, men inte för att producera el. Jag har gissat på att behovet per person i EU för att värma upp hus, är ca 1/4 av behovet i Sverige. Vi bedömde att vi behöver 30 kWh per person och dygn i Sverige till att värma upp hus. (Fotnot KM.2F:) Låt oss säga att behovet i EU är 8 kWh per person och dygn. Av det kan högst drygt 2/3 täckas av geotermisk energi eftersom värmepumpen måste drivas av elektricitet. Detta är naturligtvis en mycket grov uppskattning. Försök gärna att hitta en bättre uppgift och maila den till mig.
(Bergvärme för elproduktion är en teknik på experimentstadiet (Fotnot KM.2R:))

Fotnot KM.2F: Kurs-mail: "Klimat 2F: Värme, Kyla, Värmepumpar" (http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2F_VarmeKylaVarmepumpar.pdf)

Fotnot KM.2R: Kurs-mail "Klimat 2R: Tekniker på experimentstadiet" (http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2R_TeknikerPaExperimentstadiet.pdf)

^{xi} Fotnot 2.2.X.55: Hur mycket får man ut om man gör om en tiondel av EU:s åkrar, ängar och skogar till vindkraftparker?
EU har ca 3 miljoner kvadratkilometer jordbruksmark och skog, och ca 500 miljoner innevånare: (Fotnot 2.3.G:)
I en vindpark kan man få ut ca 46000 kWh/km²&dygn efter korrigering för EROEI. (Fotnot 2.1.BY:) så om vi bygger vindkraftverk på en tiondel av åkrarna och skogarna skulle vi kunna få ut:
 $1/10 * 3000000\text{km}^2 * 46000\text{kWh/km}^2\&\text{dygn} / 500000000\text{människor} \approx 28 \text{ kWh per person och dygn}$

Fotnot 2.1.BY: Hur mycket vindenergi finns det? Vindkraftverk kan inte stå för nära varandra, för då tar de vinden för varandra. Bygger man dem större så måste de stå ännu längre isär, så det ger inte

heller en påtagligt större total-energi. I en vindkraftspark så får man ut ca 2 W/m². (http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c4/page_32.shtml) (Fotnot 0.3:)

Det motsvarar 48000 kWh per km² och dag:

$2\text{W/m}^2 * 24\text{h/dygn} \sim 48000 \text{ kWh/km}^2\&\text{dygn}$

Med korrigering för en EROEI på 8 (Fotnot 2.1.AD:) så blir det:

$48000\text{kWh/km}^2\&\text{dygn} - 48000\text{kWh/km}^2\&\text{dygn} / 8 \sim 46000 \text{ kWh/km}^2\&\text{dygn}$

^{xii} Fotnot L: Jag gissar att EU har ungefär lika mycket mindre potential för vindkraft till havs (per person) jämfört med England, som de har mindre våg och tidvatten-energi.

Summan av våg- och tidvatten-energin i England är: $4+11=15\text{kWh/pp}\&\text{d}$. (

http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c12/page_74.shtml) (

http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c14/page_86.shtml) (Fotnot 0.3:)

Summan av våg- och tidvatten-energin i EU är $2+2,6=4,6\text{kWh/pp}\&\text{d}$. (Fotnot 2.2.AC:) (Fotnot 2.2.AD:)

Det innebär att EU har motsvarande $4,6/15$ mindre energi till havs (per person) jämfört med England

Mängden vindkraft till havs i England brutto är $16+32=48\text{kWh/pp}\&\text{d}$. (

http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c10/page_60.shtml) (Fotnot 0.3:)

Då blir mängden vindkraft till havs i EU:

$4,6/15 * 48\text{kWh/pp}\&\text{d} \approx 14,7 \text{ kWh per person och dygn vindkraft till havs i EU brutto}$

Med en EROEI på 51 (Fotnot 2.1.AG:) så blir det 14,4 per person och dygn netto:

$14,7\text{kWh/pp}\&\text{d} - 14,7\text{kWh/pp}\&\text{d} / 51 \sim 14,4 \text{ kWh/pp}\&\text{d}$

Fotnot 2.1.AG: EROEI för vindkraft till havs (51,3) kommer från (

http://www.soest.hawaii.edu/GG/FACULTY/ITO/GG410/Wind/Kubiszewski_EROI_Wind_RenEn10.pdf Table 1)

I tabellen finns ett enda "operational", "off shore" vindkraftverk. Dess data är så här:

Year of study: 2000

Location: Denmark

Operational/conceptual:o

EROI: 51.3

CO₂ Intensity(gCO₂/kWh): 16.5

Power rating (kW): 500

Lifetime (yr): 20

Capacity factor (%):40

Energy payback time(yr): 0.39

Turbine information:3-blades

On/off shore: off

(Hjälp mig gärna att hitta bättre siffror för EROEI. Siffran 51,3 låter otroligt högt jämför med vindkraft på land som har EROEI 24 (Fotnot 2.1.AD:), men detta är den enda EROEI jag har hittat för vindkraft till havs.

Det gör dock ingen jättestor skillnad. I det ena fallet måste man investera 4% av energin för att kunna utvinna energin, i det andra fallet 2%. I båda fallen får man ut mer än 95% av energin som användbart överskott.)

Fotnot 2.1.AD: När det gäller EROEI för Vattenkraft(100), Vindkraft(24) och Kärnkraft(15) så har jag valt det högsta värdet från de här två artiklarna:

- "ANNALS OF THE NEW YORK ACADEMY OF SCIENCES", "Issue: Ecological Economics Reviews", "Year in review—EROI or energy return on (energy) invested", Ann. N.Y. Acad. Sci. ISSN 0077-8923 (<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1749-6632.2009.05282.x/pdf> Table 2.)

- "Revisiting the Limits to Growth After Peak Oil" (<http://www.esf.edu/efb/hall/2009-05Hall0327.pdf> Figure 10)

För internationell solenergi har jag använt värdet från artiklarna (8). EROEI för Svensk solenergi beräknas i (Fotnot 2.1.CD:)

Fotnot 2.1.CD: EROEI för solceller i Sverige är ca 5,6:

Det krävs 600 kWh för att producera 1 m² kiselceller. (

<http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/35489.pdf>)

Solpaneler på ett tak i Sverige producerar ca 0,37 kWh/m²&dygn brutto och har en livstid på ca 25 år. (Fotnot 2.1.T:)

Alltså är EROEI för kiselceller i Sverige ca 5,6:

$0,37 \text{ kWh/m}^2 \text{ & dygn} * 365 \text{ dygn} * 25 \text{ år} / 600 \text{ kWh/m}^2 \sim 5,6$

Det tar ca 4,5 år innan energiinvesteringen är "återbetald":

$0,37 \text{ kWh/m}^2 \text{ & dygn} * 365 \text{ dygn} * 4,5 \text{ år} \sim 600 \text{ kWh/m}^2$

(Detta är EROEI för solcellerna. Hjälp mig gärna att hitta EROEI för solpanelerna inklusive montering.)

Fotnot 2.1.T: Solpanelerna på Enografiska museets tak:

Solpanel brutto: 0,37 kWh/m²&dygn *

Solpanel netto: 0,3 kWh/m²& dygn **

Solpanel effektivitet brutto: 13,9% ***

Solcellskraftverk netto: 0,2 kWh/m²& dygn ****

Solpanel investeringskostnad: 3214 kr/m² *****

Solpanel investeringskostnad: 8760 kr/(kWhBrutto/dygn) *****

-

Enografiska museets i Stockholm installerade 2011 solpaneler på sitt tak. De kostade 1,8 miljoner kronor och producerar ca 75000 kWh per år. Arealen är 560 m² och livslängden beräknas till 25 år.

Då blir bruttoproduktionen från solpanelerna 0,37 kWh per m² och dygn:

$75000 \text{ kWh/år} / 560 \text{ m}^2 / 365 \text{ dygn/år} \sim 0,37 \text{ kWh/m}^2 \text{ & dygn}$

** Låt oss räkna med en EROEI på 5,6 (Fotnot 2.1.CD:) (även om EROEI naturligtvis borde bli lägre för ett solcellskraftverk än för de enskilda solcellerna). Då blir nettoproduktionen från en solpanel 0,3 kWh per m² och dygn efter korrigeringsfaktor för EROEI:

$0,37 \text{ kWh/m}^2 \text{ & dygn} - 0,37 \text{ kWh/m}^2 \text{ & dygn} / 5,6 \approx 0,3 \text{ kWh/m}^2 \text{ & dygn}$

*** Vid etnografiska museet i Stockholm är normal globalstrålning under ett år är ca 965 kWh/m² (<http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/stralning/1.2927>)

Det motsvarar 965 kWh/m²/år / 365 dygn/år = 2,64 kWh/m²&dygn

Solpanelerna producerar 0,37 kWh/m²&dygn* så effektiviteten är:

$0,37 \text{ kWh/m}^2 \text{ & dygn} / 2,64 \text{ kWh/m}^2 \text{ & dygn} \sim 13,9\%$

**** I ett stort solcellskraftverk är inte hela ytan täckt av solpaneler. Man måste lämna plats för vägar, förråd, transformatorstation, skuggor, m.m. Låt oss säga att ytan av de belysta solpanelerna motsvarar två tredjedelar av solcellskraftverkets yta. Då blir nettoproduktionen från ett stort solcellskraftverk 0,2 kWh per m² och dygn:

$2/3 * 0,3 \text{ kWh/m}^2 \text{ & dygn} \approx 0,2 \text{ kWh/m}^2 \text{ & dygn}$

**** Investeringskostnaden var 3214 kr per kvadratmeter:

$1800000 / 560 \text{ m}^2 \sim 3214 \text{ kr/m}^2$

... eller 8760 kr för att få ut 1 kWh brutto per dygn:

$1800000 / (75000/365) \text{ kWh/dygn} \sim 8760 \text{ kr/(kWh/ dygn)}$

-

Källa: Energivärlden Nr 3/2012 (

http://213.115.22.116/System/DownloadResource.ashx?p=Energimyndigheten&url=default/Resources/Permanent/Static/a957d3ca204c4612ac0a642532affa91/EV3_2012.pdf sid

13 & 10) (

<http://213.115.22.116/System/TemplateView.aspx?p=Energimyndigheten&view=default&id=a957d3ca204c4612ac0a642532affa91>)

^{xiii} Fotnot 2.2.X.7: Hur mycket energi producerar solpaneler i EU?

Solinstrålningen i EU är ungefär 1050 kWh/m²&år. (

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>) Om vi räknar med att solpanelerna är 14% effektiva (Fotnot 2.1.T:) så producerar varje kvadratmeter:

$14\% * 1050 \text{ kWh/m}^2\&\text{år} / 365\text{dygn/år} \sim 0,4 \text{ kWh/m}^2\&\text{dygn}$ brutto

Efter korrigering för en EROEI på 8 (Fotnot 2.1.AD:) så blir det:

$0,4\text{kWh/m}^2\&d - 0,4\text{kWh/m}^2\&d / 8 \approx 0,35 \text{ kWh per kvadratmeter och dygn netto}$

10 m² solpaneler per person skulle alltså kunna producera: $10\text{m}^2 * 0,35\text{kWh/m}^2\&\text{dygn} \sim 3,5$ kWh/pp&d netto

50 m² solpaneler per person skulle alltså kunna producera: $50\text{m}^2 * 0,35\text{kWh/m}^2\&\text{dygn} \sim 17,5$ kWh/pp&d netto

^{xiv} Fotnot 2.2.AC: Vågkraft: "Taking the whole Atlantic coastline (about 4000 km) and multiplying by an assumed average production rate of 10 kW/m, we get 2 kWh/d per person. The Baltic and Mediterranean coastlines have no wave resource worth talking of." (

http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c30/page_232.shtml) (Fotnot 0.3:)

^{xv} Fotnot 2.2.AD: "Doubling the estimated total resource around the British Isles ... to allow for French, Irish and Norwegian tidal resources, then sharing between a population of 500 million, we get 2.6 kWh/d per person. The Baltic and Mediterranean coastlines have no tidal resource worth talking of." (http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c30/page_232.shtml) (Fotnot 0.3:)

^{xvi} Fotnot 2.2.X.107: För att få lika mycket förnybar energi som Sverige så skulle EU utöver övrig förnybar energi dessutom behöva vindkraftparker som täcker mer än en femtedel av hela EU:s yta. Inräknat 28 kWh/pp&d från vindkraftpark på 299000 km² (Fotnot 2.2.X.55:) så har EU sammanlagt 74 kWh/pp&d förnybar energi. För att nå upp till Sveriges 129 kWh/pp&d förnybar energi så behöver EU t.ex. 82 kWh/pp&d vindkraft:

$129\text{kWh/pp}\&d - 75\text{kWh/pp}\&d + 29\text{kWh/pp}\&d \sim 82 \text{ kWh/pp}\&d$

I en vindpark kan man få ut ca 46000 kWh/km²&dygn efter korrigering för EROEI (Fotnot 2.1.BY:) och det bor ungefär 500 miljoner människor i EU (Fotnot 2.3.G:), så det krävs 889000 km² vindkraftpark för att producera 82 kWh/pp&d:

$82 \text{ kWh/pp}\&d * 500000000 \text{ människor} / 46000\text{kWh/km}^2\&\text{dygn} \sim 889000 \text{ km}^2$

EU:s yta är ca 4276000 km² så en såda vindpark skulle täcka ca 21% av EU:s yta:

$889000\text{km}^2 / 4276000\text{km}^2 \sim 21\%$

Stora delar av EU har svagare vindar än de vi har räknat med (

http://withouthotair.com/c30/page_232.shtml) så troligen krävs en ännu större yta, och då har vi inte ens börjat titta på att täcka in förbrukningen.

^{xvii} Fotnot XXXVI: Det nordligaste lönsamma solkraftverket jag känner till ligger i Harper Lake, på 35 grader nordlig bredd. (<http://en.wikipedia.org/wiki/SEGS>) Det producerar 125 MWh värmeenergi per år på 484 m², d.v.s. 453000 kWh per km² och dygn. Till 500 miljoner EU-medborgare krävs det då 59000 km² solkraftverk för att täcka en mellanskillnad mellan EUs tillgängliga förnybara energi (75 kWh/pp&d) och Sveriges tillgängliga förnybara energi (129 kWh/pp&d).

(129kWh/pp&d - 75kWh/pp&d) * 500000000personer / 453000kWh/km²/dag ≈ 59000km²
Det är en yta som är stor som halva Bulgarien (http://en.wikipedia.org/wiki/Countries_by_area)
och då har vi inte ens börjat titta på att täcka in förbrukningen (eller ERoEI, eller förluster vid konvertering till el).

^{xviii} Fotnot 2.2.X.8: “the world’s total technical feasible hydro potential at 14,000 TWh/year” (http://www.ieahydro.org/How_much_hydro_power_could_be_built_at_undeveloped_sites.html)
Det motsvarar 6,4 kWh/pp&d (http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c30/page_237.shtml) (Fotnot 0.3:)

^{xix} Fotnot 2.1.L: “potential for liquid biofuels in the order of 75–300 EJ year⁻¹” (<http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2006.09.002>) (E står för exa som är 1000 upphöjt till 6.)
Låt oss räkna på 188 som är genomsnittet av 75 och 300. Mängden energi per person och dygn blir då:
188EJ/år / 7000000000människor / 365dygn ≈ 20 kWh per person och dygn

^{xx} Fotnot XXXVII: 32% av jordens 149 miljoner kvadratkilometer land är skog. (http://en.wikipedia.org/wiki/Earth#Natural_resources_and_land_use)
Sveriges 220000 kvadratkilometer skog (Fotnot 2.1.N:) producerar skogsavfall motsvarande 130 TWh energi som kan tillvaratas. (Fotnot XXXII:) Om världens 32% * 149Mkm = 47 miljoner kvadratkilometer skog producerar lika mycket skogsavfall per km² som Sveriges skog så blir det:
130TWh * 47Mkm² / 220000km² = 28000TWh per år
Om man fördelar det på jordens befolkning så blir det:
28000TWh / 7000000000människor / 365dygn ~ 11kWh per person och dygn.

^{xxi} Fotnot 2.2.X.54: Ny torv produceras huvudsakligen på mark där glaciärer under istiden har skrapat bort det gamla marklagret. Därför gissar jag att den totala potentiella energiproduktionen är mycket låg. Detta är en uppgift som jag är mycket osäker på. Det finns torv även på andra platser, t.ex. i regnskogen. Försök gärna hitta en bättre uppgift och maila den till mig.

^{xxii} Fotnot 2.2.AI: Jag har helt enkelt antagit att folk i världen har ungefär lika mycket avfall per person som Sverige har (Fotnot KM.2E:), till att gör biogas av.

^{xxiii} Fotnot 2.2.X.9: Jag har helt enkelt antagit att folk i världen har ungefär lika mycket avfall per person som Sverige har, till att elda. (Fotnot KM.2E:)

^{xxiv} Fotnot 2.2.X.10: Med dagens teknik gissar jag att potentialen för bergvärme och värmepumpar inte är högre än 5 kWh/pp&d. (Fotnot XXXV:) Hjälp mig gärna att göra en bättre uppskattning. (Tekniker på experimentstadiet tar vi upp i ett senare mail. (Fotnot KM.2R:))
Nuvarande produktion är 0,03 kWh per person i världen. (Fotnot 2.2.AP:)

Fotnot 2.2.AP: "The International Geothermal Association (IGA) has reported that 10,715 megawatts (MW) of geothermal power in 24 countries is online, which is expected to generate 67,246 GWh of electricity in 2010." (http://en.wikipedia.org/wiki/Geothermal_energy#Electricity)

67246 GWh/år motsvarar 184 GWh per dygn:

67246GWh/år / 365dagar ~ 184 GWh/dygn

184 GWh per dygn fördelat på världens 7 miljarder människor blir:

184GWh/dygn / 7Gmänniskor ~ 0,026 kWh/pp&d

^{xxv} Fotnot 2.2.X.56: Hur mycket får man ut om man gör om en tiondel av världens åkrar, ängar och skogar till vindkraftparker?

Det finns ca 56 miljoner kvadratkilometer jordbruksmark och skog i världen: (Fotnot 2.3.G:)

I en vindpark kan man få ut ca 46000 kWh/km²&dygn efter korrigering för EROEI (Fotnot 2.1.BY:) så om vi bygger vindkraftverk på en tiondel av åkrarna och skogarna skulle vi kunna få ut:

$1/10 * 56000000 \text{ km}^2 * 46000 \text{ kWh/km}^2 \text{ & dygn} / 7000000000 \text{ människor} \approx 37 \text{ kWh per person och dygn}$

Se även (Fotnot 2.2.BO:)

Fotnot 2.2.BO: Statistik om vindkraft i världen:

http://en.wikipedia.org/wiki/Wind_power_by_country

^{xxvi} Fotnot XXXIX: Jag gissar att världen har ungefär lika mycket mindre vindkraft till havs (per person) jämfört med England, som den har mindre våg och tidvatten-energi.

Summan av våg- och tidvatten-energin i England är: $4+11=15 \text{ kWh/pp&d}$. (

http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c12/page_74.shtml) (

http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c14/page_86.shtml) (Fotnot 0.3:)

Summan av våg- och tidvatten-energin i Världen är ca: $0,24+0,5=0,74 \text{ kWh/pp&d}$. (Fotnot 2.2.AB:)
(Fotnot 2.2.AK:)

Det innebär att världen har motsvarande $0,74/15$ mindre energi till havs (per person) jämfört med England

Mängden vindkraft till havs i England är: $16+32=48 \text{ kWh/pp&d}$. (

http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c10/page_60.shtml) (

http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c10/page_62.shtml) (Fotnot 0.3:)

Då blir mängden vindkraft till havs i världen:

$0,74/15 * 48 \text{ kWh/pp&d} = 2,4 \text{ kWh per person och dygn}$

^{xxvii} Fotnot 2.2.AA: Jorden tar emot ungefär $3 * 10^{15} \text{ kWh}$ från solen.

Jordens yta är ungefär 510 miljoner km². (Fotnot 2.2.BM:)

Det betyder att en kvadratmeter på jorden i genomsnitt tar emot 6 kWh/m²/dag.

Antag att varje människa har i genomsnitt 10 m² solceller med 13% verkningsgrad. (Fotnot 2.1.T:) Då blir det i genomsnitt:

$10 \text{ m}^2 * 13\% * 6 \text{ kWh/m}^2 \text{ / dygn} \approx 8,1 \text{ kWh/pp&d}$ brutto

Efter korrigering för en EROEI på 8 (Fotnot 2.1.AD:) så blir det:

$9,0 \text{ kWh/pp&d} - 9,0 \text{ kWh/pp&d} / 8 \approx 7,0 \text{ kWh per person och dygn netto}$

Det här är en grov uppskattning. Genom att vinkla solpanelen mot solen kan man få ut mer energi per kvadratmeter solpanel än man annars skulle ha fått. Samtidigt "skuggas" en solpanel på jorden av moln och annat i atmosfären. Hjälp mig gärna att hitta eller göra en bättre uppskattning.

Fotnot 2.2.BM: Jordens yta är 510072 km². (<http://en.wikipedia.org/wiki/Earth>)

^{xxviii} Fotnot 2.2.AB: "We can estimate the total extractable power from waves by multiplying the length of exposed coastlines (roughly 300 000 km) by the typical power per unit length of coastline (10 kW per metre): the raw power is thus about 3000 GW. Assuming 10% of this raw power is intercepted by systems that are 50%-efficient at converting power to electricity, wave power could deliver 0.5 kWh/d per person." (http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c30/page_237.shtml) (Fotnot 0.3:)

^{xxix} Fotnot 2.2.AK: "There are several places in the world with tidal resources on the same scale as the Severn estuary ... In Argentina there are two sites: San Jos e and Golfo Nuevo; Australia has the Walcott Inlet; the USA & Canada share the Bay of Fundy; Canada has Cobequid; India has the Gulf of Khambat; the USA has Turnagain Arm and Knik Arm; and Russia has Tugur. And then there is the world's tidal whopper, a place called Penzhinsk in Russia with a resource of 22 GW – ten times as big as the Severn! Kowalik (2004) estimates that worldwide, 40–80 GW of tidal power could be generated. Shared between 6 billion people, that comes to 0.16–0.32 kWh/d per person." (http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c30/page_237.shtml) (Fotnot 0.3:)

^{xxx} Fotnot 0.6: Klicka på "Svara" eller "Reply" från det h r mailet, för att skicka ett svar till kursens diskussionsgrupp (och mig).

Kontrollera att mailet skickas till: klimatcbt-diskussionsgrupp@googlegroups.com

- Om du vill skriva bara till dem som har fått samma mail som du (och mig), så klicka på "Svara alla" eller "Reply to all". Ta bort mottagaren klimatcbt-diskussionsgrupp@googlegroups.com och skicka därefter mailet som vanligt.

- Vill du skicka ett mail bara till mig som ger kursen så skickar du det istället till:

<http://klimatcbt.yolasite.com/kontakt.php>

( ven om diskussionen oftast kommer att vara mellan er kurskamrater, så är jag alltid intresserad av vad ni har att säga. Särskilt nu när kursen fortfarande  r under utveckling.)

Bonusuppgift: Diskussionsforumet  r fortfarande ganska nytt. Hjälp mig gärna genom att berätta för mig hur det fungerar och vad som är bra och dåligt.

^{xxxii} Fotnot LIII: Saharas yta  r 9,4 miljoner kvadratkilometer. (<http://en.wikipedia.org/wiki/Sahara>)

Ett solkraftverk i öknen kan producera 15W/m² ≈ 360000 kWh per km² och dygn. (

http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c25/page_177.shtml) (Fotnot 0.3:)

Det betyder att ett solkraftverk som är lika stort som Sahara kan producera:

9400000km² * 360000kWh/km² / 7000000000m nniskor = 483kWh per person och dygn

Efter korrigering f r en EROEI p  8 s  blir det: 483kWh/pp&d - 483kWh/pp&d / 8 ≈ 423 kWh per person och dygn netto

^{xxxiii} Fotnot 2.2.X.11: "Under the DESERTEC proposal, concentrating solar power systems, photovoltaic systems and wind parks would be spread over the desert regions in Northern Africa like the Sahara desert. Produced electricity would be transmitted to European and African countries by a super grid of high-voltage direct current cables" (<http://en.wikipedia.org/wiki/Desertec>)

"European Energy Commissioner Guenther Oettinger announced that Europe will start importing solar energy from the Sahara within the next five years." (

<http://www.inhabitat.com/2010/06/21/solar-energy-from-sahara-will-be-imported-to-europe-within-5-years/>)

^{xxxiii} Fotnot 2.2.K: De här artiklarna handlar om hur man kan fånga in koldioxid och återanvända den som bränsle:

”Can We Make Jet Fuel From Seawater?” (<http://www.asian-defence.com/2012/10/can-we-make-jet-fuel-from-seawater.html>)

”Forskare gör bränsle av koldioxid” (

http://www.nyteknik.se/nyheter/innovation/forskning_utveckling/article55013.ece)

”Synthetic Air Capture Technology: How Artificial Trees Can Do More than Decorate your Living Room” (<http://breakthroughgen.wordpress.com/2008/07/22/synthetic-air-capture-technology-how-artificial-trees-can-do-more-than-decorate-your-living-room/>)

Notera att det kostar energi att hämta koldioxiden från luften. Minimum som fysikens lagar tillåter är 200kWh per ton koldioxid. (

http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c31/page_244.shtml) (Fotnot 0.3:) Med

befintlig teknik krävs högst 4,3 kWh per kg CO₂ (Fotnot 2.1.Q:) När koldioxiden väl är infångad kan man tillföra den kemiska energin som sedan kan förbrukas av t.ex. en bil.

En liter bensin innehåller 0,61 kg kol (Fotnot 2.2.AF:)

Ett kilo kol motsvarar 3,7 kg koldioxid (Fotnot 1.C:)

Ett kg CO₂ räcker alltså till:

$1\text{kgCO}_2 / 3,7\text{kgCO}_2/\text{kgKol} / 0,61\text{kgKol}/\text{literBensin} \approx 0,45$ liter bensin

Då krävs det högst: $4,3\text{kWh}/\text{kgCO}_2 / 0,45\text{l}/\text{kgCO}_2 \approx 9,6$ kWh per liter bensin

Vi måste alltså lägga till 9,6 kWh extra per liter bensin, utöver bilens energiförbrukning. (En liter bensin innehåller i sig ca 10kWh) (

http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c3/page_29.shtml) (Fotnot 0.3:)

Fotnot 2.1.Q: Koldioxid skulle kunna tas bort direkt ur luften. Den här artikeln räknar på hur mycket det skulle kosta med befintliga industriella metoder. (<http://arxiv.org/abs/0804.1126>) (Fotnot 2.1.BX:) Av TABLE B.3 framgår energiåtgången per ton kol för de olika process-stegen: Calcination 40GJ/tC, Aminecapture 0.4+14GJ/tC, CO₂ compression 1.6GJ/tC, Contacting Spray tower 1.0GJ/tC. Den totala energikostnaden per ton CO₂ skulle alltså bli:

$40+0,4+14+1,6+1 \approx 57\text{GJ}/\text{tC}$

En kWh motsvarar 3,6 miljoner Joule (<http://en.wikipedia.org/wiki/Kwh>) och ett ton kol motsvarar 3,7 ton CO₂ (Fotnot 1.C:) så 57 GJ/tC motsvarar:

$57\text{GJ}/\text{tC} / 3,6\text{MJ}/\text{kWh} / 3,7\text{tCO}_2/\text{tC} \approx 4,3\text{kWh}$ per kg CO₂

En ppm CO₂ i atmosfären motsvarar 7,8 miljarder ton CO₂. (Fotnot 2.1.K:) Att ta bort 0,49 ppm om året med befintlig teknik skulle alltså kosta:

$0,49\text{ppm} * 7,8\text{GtonCO}_2/\text{ppm} * 4,3\text{kWh}/\text{kgCO}_2 / 7000000000\text{människor} / 365\text{dygn} \approx 6,4$ kWh per person och dygn.

(Koldioxidutbytet med haven försummas här. Jag är bara ute efter en grov uppskattning.)

Fotnot 2.2.AF: ”The bulk of a typical gasoline consists of hydrocarbons with between 4 and 12 carbon atoms per molecule” (http://en.wikipedia.org/wiki/Gasoline#Chemical_analysis_and_production)

Låt oss räkna med att bensin i genomsnitt är en enkel kolvätekedja med 8 kolatomer och 18 väteatomer, och att den förbränns fullständigt.

Atomvikten är 12 för kol och 1 för väte.

Andelen som är kol av bensinens vikt är alltså: $(8*12) / (8*12 + 18*1) \approx 84\%$

Bensin väger ca 0,74kg/liter (Fotnot 2.1.CH:)

En liter bensin innehåller alltså: $84\% * 0,74\text{kg/liter} \approx 0,62\text{ kg kol per liter bensin}$
Ett kg kol förbränns till 3,7 kg koldioxid (Fotnot 1.C.)
1 liter bensin förbränns alltså till: $1\text{liter} * 0,62\text{kg/liter} * 3,7 \approx 2,3\text{ kg CO}_2$
2,2 liter bensin förbränns alltså till: $2,2\text{liter} * 0,62\text{kg/liter} * 3,7 \approx 5\text{ kg CO}_3$

Fotnot 1.C: När kol förbränns till koldioxid så binder varje kol-atom två syre-atomer. Atomvikten är 12 för kol och 16 för syre. 12 kg kol förbränns alltså till: $12 + 2 * 16 = 44\text{ kg koldioxid}$
Det betyder alltså att varje kg kol blir $44/12 \approx 3,7\text{ kg koldioxid}$

Fotnot 2.1.BX: "Target atmospheric CO2: Where should humanity aim?" (<http://arxiv.org/abs/0804.1126>)

Fotnot 2.1.K: Hur många ton CO2 motsvarar en ppm i atmosfären?
Atmosfären väger ca $5 * 10^{18}\text{ kg}$ (en femma följd av 18 nollor) (http://en.wikipedia.org/wiki/Atmosphere_of_Earth#Density_and_mass)
Atmosfären består huvudsakligen av 21% syre och 79% kväve.
Molekylvikten för O2 är: $2 * 16\text{g/mol} \approx 32\text{g/mol}$ (<http://en.wikipedia.org/wiki/Oxygen>)
Molekylvikten för N2 är: $2 * 14\text{g/mol} \approx 28\text{g/mol}$ (<http://en.wikipedia.org/wiki/Nitrogen>)
En mol atmosfär väger alltså: $21\% * 32\text{g/mol} + 79\% * 28\text{g/mol} \approx 29\text{g/mol}$
I atmosfären finns det då totalt: $5 * 10^{18}\text{kg} / 29\text{g/mol} \approx 1,8 * 10^{20}\text{mol}$
ppm betyder "Parts Per Million", d.v.s. miljondelar. (Fotnot 2.1.AQ:) En ppm koldioxid är följaktligen:
 $1,8 * 10^{20}\text{mol} / 1000000 \approx 178000\text{ miljarder mol}$
Molekylvikten för CO2 är 44 g/mol (http://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_dioxide)
Vikten av en ppm CO2 är alltså: $178000\text{Gmol} * 44\text{g/mol} \approx 7,8\text{ miljarder ton CO}_2$

Fotnot 2.1.CH: "Petrol's density is 0.737. Diesel's is 0.820–0.950" kg per litre (http://www.withouthotair.com/c3/page_31.shtml) (Fotnot 0.3:)

Fotnot 2.1.AQ: Förkortningen ppm står för Parts Per Million, alltså miljondelar. Om koldioxidhalten i atmosfären vore 390 ppm så skulle 390 stycken av varje 1000000 molekyler i luften vara koldioxid-molekyler.
(Jämför med % som betyder 100-delar. Om koldioxidhalten i atmosfären vore 1% så skulle 1 stycken av varje 100 molekyler i luften ha varit koldioxid-molekyler.)

^{xxxiv} Fotnot KM.2X: Kurs-mail "Klimat 2X: Ett alternativ för att fylla energi-gapet?" (http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2X_EttAlternativForAttFyllaEnergiGapet.pdf)

^{xxxv} Fotnot KM.2L: Kurs-mail "Klimat 2L: Hur fyller vi gapet?" (http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2L_HurFyllerViGapet.pdf)

^{xxxvi} Fotnot KM.2M: Kurs-mail "Klimat 2M: Effektivare energiproduktion" (http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2M_EffektivareEnergiproduktion.pdf)

^{xxxvii} Fotnot 0.13: Det som inte tål att skrattas åt är väl inte heller värt att ta på allvar :-)

^{xxxviii} Fotnot 0.6: Klicka på "Svara" eller "Reply" från det här mailet, för att skicka ett svar till kursens diskussionsgrupp (och mig).

Kontrollera att mailet skickas till: klimatcbt-diskussionsgrupp@googlegroups.com

- Om du vill skriva bara till dem som har fått samma mail som du (och mig), så klicka på "Svara alla" eller "Reply to all". Ta bort mottagaren klimatcbt-diskussionsgrupp@googlegroups.com och skicka därefter mailet som vanligt.

- Vill du skicka ett mail bara till mig som ger kursen så skickar du det istället till:

<http://klimatcbt.yolasite.com/kontakt.php>

(Även om diskussionen oftast kommer att vara mellan er kurskamrater, så är jag alltid intresserad av vad ni har att säga. Särskilt nu när kursen fortfarande är under utveckling.)

Bonusuppgift: Diskussionsforumet är fortfarande ganska nytt. Hjälp mig gärna genom att berätta för mig hur det fungerar och vad som är bra och dåligt.

^{xxxix} Fotnot 0.20: Detta är det rekommenderade upplägget: Ägna 3 minuter åt att göra den obligatoriska delen direkt när du får e-målet. Avsluta den obligatoriska delen då även om du inte är säker på att du gör den på det bästa sättet. Om du har tid och lust (det kan vara omedelbart, senare, eller en annan dag) så kan du göra bonusdelen, eller göra om den obligatoriska delen på ett bättre sätt.