Klimat 2G: Grejer, Frakt och Vindkraft

(**På 3** [i] **minuter hinner du läsa det som står med fetstil och staplarna. Gör det nu.** [ii] Källa [iii])

Grejer

Det här avsnittet handlar om alla prylar som vi köper, använder och slänger. Energiåtgången fördelar sig på framställning av råmaterial, tillverkning, transporter, användning och sophantering. Att ta reda på den totala energiåtgången för en grej kallas livscykelanalys eller LCA.

Här är några exempel på energiåtgång [iv] :
Drickaburk av aluminium: 0,6 kWh/styck
PET-flaska: 0,7 kWh/styck
Förpackningar: 7-20 kWh/kg
Dator: 1800 kWh ≈ 1,6 kWh per dygn för att tillverka en dator som används i 3 år [v]
AA-batterier: 0,001 kWh/styck
Papper: 7 kWh/kg [vi]
Tidning: 1 kWh/styck
Hus: 84000 kWh (i England) ≈ 2 kWh per person och dygn för ett hus som bebos av 2,3 personer i 50 år [vii]
Affärer: ≈ 0,5 kWh per person och dygn (i England. Maila gärna motsvarande uppgift för Sverige till mig. Inkludera källor. [viii])

Importerade grejer
Sverige släpper ut ca 5,2 ton CO2 per person och år. [ix] Det är alltså utsläpp inom Sveriges gränser. Räknar man däremot hur mycket utsläpp som vår konsumtion orsakar, så hamnar **våra utsläpp på drygt 10 ton koldioxidekvivalenter per person och år.** [x] **En kines släpper ut** i genomsnitt 5,1 ton CO2 eller **5,5 ton koldioxidekvivalenter. I den kinesiska siffran ingår de utsläpp som vår svenska konsumtion orsakar i Kina.**

Låt oss säga att vi konsumerar grejer enligt denna fördelning:
1 kWh/pp&d Drickaburkar & PET-flaskor
1 kWh/pp&d Datorer
4 kWh/pp&d Papper och tidningar [xi]
2 kWh/pp&d Husbyggen
8 kWh/pp&d Övriga importerade grejer [xii]
3 kWh/pp&d Övriga inrikes producerade grejer (En höftning från min sida. Kom gärna med en bättre uppskattning.)

Bonus: Titta gärna på denna sammanställning av utsläpp över tiden, inom varje lands gränser:

[xiii] http://www.google.com/publicdata/explore?ds=cjsdgb406s3np_&ctype=l&strail=false&bcs=d&nselm=h&met_y=per_capita_emissions&hl=en&dl=en#ctype=l&strail=false&bcs=d&nselm=h&met_y=per_capita_emissions&scale_y=lin&ind_y=false&rdim=country&idim=country:36:167&ifdim=country&tdim=true&hl=en&dl=en

Grejer: 20 kWh per person och dygn

Frakt

Grejerna måste transporteras. Därför ingår transporterna när man gör en livscykelanalys för en grej.

Här är några exempel på energiåtgång [xiv]
- Väg: 2 kWh/pp&d (i England. Maila gärna motsvarande uppgift för Sverige till mig. Inkludera källor. [xv])
- Vägtransporter: 1 kWh per ton per km ≈ 7 kWh per person och dygn (i England. Maila gärna motsvarande uppgift för Sverige till mig. Inkludera källor. [xvi])
- Containerfartyg: 0,015 kWh per ton per km ≈ 4 kWh per person och dygn (i England. Maila gärna motsvarande uppgift för Sverige till mig. Inkludera källor. [xvii])
- Flygfrakt: 0,32 kWh/pp&d [xviii] (Flyget bidrar till växthuseffekten på fler sätt än bara med energiförbrukning. [xix] I sammanställningen nedan räknar vi bara energiförbrukning.)
- Förpackningsmaterial: 3 kWh/pp&d

Låt oss säga att vi konsumerar Frakt enligt denna fördelning:
4 kWh/pp&d Vägbyggen (Min gissning. Sverige har mer väg per person än England.)
12 kWh/pp&d Transporter
2 kWh/pp&d Förpackningsmaterial [xx]

Frakt: 18 kWh per person och dygn

Vindkraft på land

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. [xxi]

Låt oss säga att vi ställer vindkraftverk på alla Sveriges åkrar. Det finns ca 27 tusen km2 åker i Sverige. [xxii] Det skulle ge 140 kWh per person och dygn brutto. [xxiii]

Vad ligger inom det rimligas gräns? Låt oss räkna med att motsvarande en tiondel av åkerarealen är möjlig att bygga om till vindkraftspark i verkligheten. Det skulle ge ca 14 kWh per person och dygn brutto. Med en ERoEI på 24 så blir det ca 13 kWh per person och dygn netto. [xxiv]

Bonusinformation: Statistik om vindkraft i världen:
http://en.wikipedia.org/wiki/Wind_power_by_country

Vindkraft på land: 13 kWh per person och dygn

Vindkraft till havs

Hur mycket vindkraft finns det inom svenskt territorialvatten?

Vindarna till havs är starkare och stabilare än över land. Låt oss anta att man får ut hälften till per kvadratmeter jämfört med en vindkraftspark på land, d.v.s. 3W per kvadratmeter. Om man skulle göra allt Sveriges kustvatten till en vindkraftspark så skulle man få ut 48 kWh per person och dygn. [xxv]

Hur mycket av Sveriges kustvatten är i verkligheten möjligt att göra om till en vindkraftspark? Låt oss säga en tiondel. Det betyder att varje person får 4,8 kWh per person och dygn. [xxvi]
(Om man en dag skulle kunna bygga vindkraftspark där det är djupt, låt oss säga på 10% av Sveriges territorialvatten, så skulle man kunna få ut 61 kWh per person och dygn brutto. [xxvii])

Vindkraft till havs: 4,8 kWh per person och dygn

Vi konsumerar grejer för ca 20 kWh per person och dygn.
Dessa grejer fraktas för ca 18 kWh per person och dygn. (I detta värde ingår all frakt, även t.ex. transport av mat)
Gör man om en tiondel av Sveriges åkrar till en vindkraftspark, så får man 13 kWh om dagen per svensk.
Vindkraftspark på en tiondel av Sveriges kustvatten skulle ge 4,8 kWh om dagen per svensk.

Energiförbrukning (kWh/person och dygn):

Apparater, IT, Media & Underhållning: **5** kWh/pp&d [xxviii]

Ljus: **3** kWh/pp&d [xxix]

Bil: **14** kWh/pp&d [xxx]

Flyg: **4,9** kWh/pp&d [xxxi]

Övrig persontransport: **1,7** kWh/pp&d [xxxii]

Mat: **12** kWh/pp&d [xxxiii]

Vatten: **0,4** kWh/pp&d [xxxiv]

Jordbruk: **2,9** kWh/pp&d [xxxv]

Värme och kyla: **33** kWh/pp&d [xxxvi]

Grejer: **20** kWh/pp&d

Frakt: **18** kWh/pp&d

115 kWh/pp&d

Total mängd förnybar energi vid full utbyggnad (kWh/person och dygn):

Vattenkraft: **29** kWh/pp&d [xxxvii]

Energi-grödor: **8** kWh/pp&d [xxxviii]

Skogsavfall: **36** kWh/pp&d [xxxix]

Torv: **7** kWh/pp&d [xl]

Biogas: **4,4** kWh/pp&d [xli]

Sopförbränning: **1** kWh/pp&d [xlii]

Värmepumpar: **18** kWh/pp&d [xliii]

Vindkraft: **13** kWh/pp&d

Vindkraft till havs: **4,8** kWh/pp&d

122 kWh/pp&d

Bonus: Litet men positivt: Svenska folket vill ha mer vindkraft:
http://www.webfinanser.com/nyheter/2435126/svenska-folket-vill-ha-mer-vindkraft-samtidigt-vaxer-intresset-for-egen-elproduk/
Humor-bonus [xliv]: http://4.bp.blogspot.com/-LxCEAb3M4OU/TxO889E-3UI/AAAAAAAAAcQ/9AdoaZYIM3A/s1600/skr%C3%A4p.jpg

---

Mer information om denna klimat-utbildning finns på:
http://klimatcbt.yolasite.com/

Dagens uppgift är att i det här mailet läsa det som står med fetstil och sammanställningen med staplarna.
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. [xlv]

Detta mail kan även laddas ner som PDF från:
http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2G_GrejerFraktVindkraft.pdf
Bonus: Nästa mail kan laddas ner som PDF från:
http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat1H_ArDetSaIlla.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 eller vilka källor jag har använt.
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 2.1.P: Den här sektionen av klimat-utbildningen bygger på boken ”Sustainable Energy – without the hot air” (Fotnot 0.3:) All information kommer därifrån om inget annat anges.

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/ted/)
Det finns även en föreläsningsserie som bygger på boken (http://www.youtube.com/watch?v=sHJyH7j2n4w&list=PL1gduOjl1Ehqd53NGs0nDjcQooVhcjlG2)

[iv] Fotnot XII: Värden från kapitel 15 ”Stuff” i ”SustainableEnergy – without the hot air” (http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c15/page_88.shtml) (Fotnot 0.3:), om inget annat anges.

[v] Fotnot 2.1.X.29: ”Making a personal computer costs 1800 kWh of energy” (http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c15/page_89.shtml) (Fotnot 0.3:)
För en dator som används i 3 år blir det:
1800kWh / 3år / 365dygn = 1,6kWh per dygn
(oräknat strömförbrukningen. Den räknade vi in under Apparater, IT och media. (Fotnot KM.2C:))

[vi] Fotnot 2.1.AN: Att tillverka papper kräver 10kWh per kilo papper enligt ”Sustainable Energy - Without the hot air”. (http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c15/page_88.shtml) (Fotnot 0.3:). Enligt en internsida på Karlstads universitet kräver ”Tillverkningen av 1 kg papper kräver 4 kWh” (http://www1.kau.se/corral/intra.lasso?page_id=450)
Vi räknar med genomsnittet av de två värdena, d.v.s. 7 kWh per kg. (Hjälp mig gärna att göra en bättre uppskattning.)

[vii] Fotnot 2.1.X.57: ”buildings … If we share 42 000 kWh over 100 years, and double it to estimate the gross energy cost, the total embodied energy of a house comes to about 2.3 kWh/d. This is the energy cost of the shell of the house only – the bricks, tiles, roof beams.” (http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/cH/page_324.shtml) (Fotnot 0.3:)

[viii] 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.

[ix] Fotnot 2.1.AE: Växthusgasutsläpp över tiden inom varje lands gränser, per person:
(http://www.google.com/publicdata/explore?ds=cjsdgb406s3np_&ctype=l&strail=false&bcs=d&nselm=h&met_y=per_capita_emissions&hl=en&dl=en#ctype=l&strail=false&bcs=d&nselm=h&met_y=per_capita_emissions&scale_y=lin&ind_y=false&rdim=country&idim=country:36:167&fdim=country&idim=true&hl=en&dl=en)
Data från World Resources Institute (2.3.X.1:)
-
För att se bara koldioxidutsläpp, klicka på “Greenhouse Gas”, och därefter ” Carbon Dioxide (CO2)”
-
Om länken inte fungerar så kan det bero på att den inte finns för det språk som din browser är inställd för. Gör så här för att få den på engelska:
Gå till (http://www.google.com/publicdata/directory)
Klicka på ”Världsbanken”
Klicka på ”Utvecklingsindikatorer för länder”
Välj “English” i drop-down listan under Språk
Klicka på “Environment” och därefter ”CO2 emissions per capita” i övre vänstra listan
-
(För konsumtionsbaserade utsläpp, se (Fotnot 2.2.AJ:))

Fotnot 2.3.X.1: World Resources Institute på Wikipedia (http://en.wikipedia.org/wiki/World_Resources_Institute)

[x] Fotnot 2.2.AJ: Utsläppen inom Sveriges gränser var 11,5 ton per person 1970 och 5,7 ton per person 2005. (http://www.google.com/publicdata?ds=wb-wdi&met=en_atm_co2e_pc&tdim=true&tstart=-

315619200000&tunit=Y&tlen=45#ctype=l&strail=false&nselm=h&met_y=en_atm_co2e_pc&scale_y=lin&ind_y=false&rdim=country&idim=country:SWE&ifdim=country&tdim=true&tstart=-315619200000&tunit=Y&tlen=45&hl=en&dl=en) Det motsvarar en minskning med 2% per år.
Ett skäl till den här minskningen är att Sverige satsade på kärnkraft i stället för fossila bränslen, bl.a. just för att minska utsläppen av växthusgaser. Idag producerar Sverige ingen elektricitet från fossila bränslen utom när vi startar upp ”nödkraftverk” för att täcka extrema toppar. (Som t.ex. vintern 2010-2011 när det var extremt kallt samtidigt som ett kärnkraftverk stod stilla.)

Svenskarnas utsläpp:
Naturvårdsverkets rapport 5903 ”Konsumtionens klimatpåverkan”:
”i Sverige motsvarar utsläppen i ett konsumtionsperspektiv drygt 10 ton CO2e per capita” (http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-5903-3.pdf)
Det motsvarar:
10tonCO2e/pp&år / 365dygn/år ≈ 27 kg koldioxid-ekvivalenter per person och dygn
Våra konsumtionsbaserade utsläpp har ökat och fortsätter att öka:
(http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6503-4.pdf Figur 24.)
(http://www.scb.se/statistik/_publikationer/MI1305_2012A01_BR_MI72BR1201.pdf "Figur 3. Utsläpp av växthusgaser förorsakade av svensk konsumtion")

[xi] Fotnot 2.1.X.50: År 2008 förbrukade vi papper per person enligt följande: 51kg tidningspapper, 54kg tryck- och skrivpapper, 14kg förpackningsmaterial, 48kg wellpappmaterial, 32kg kartong för förpackning, 27kg övrigt papper och kartong.
(Skogsstatistisk årsbok 2009 http://www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Statistik/Skogsstatistisk-Arsbok/Skogsstatistiska-arsbocker/ Figur 10.14 Per capita-konsumtion av papper och papp i Sverige)
Tillsammans blir det:
51 + 54 + 14 + 48 + 32 + 27 = 226kg papper per person och år.
Att tillverka papper kräver 7kWh per kilo papper. (Fotnot 2.1.AN:) Följaktligen konsumerar vi papper för:
7kWh * 226kg/år / 365dygn/år = 4,3kWh per person och dygn

[xii] Fotnot LXI: Sverige släpper ut ca 7,4 ton koldioxid-ekvivalenter per person och år. (Fotnot 2.1.AE:) De totala utsläppen som vår konsumtion orsakade år 2003 var drygt 10 ton koldioxid-ekvivalenter per person och år. (Fotnot 2.2.AJ:) Det innebär att våra import-relaterade utsläpp var 10 – 7,4 = 2,6 ton CO2eq per person och år.
Engelsmännens import motsvarar 10 ton CO2eq per person och år. Det motsvarar minst 40 kWh per person och dygn. (http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c15/page_93.shtml) (Fotnot 0.3:) Om vi i Sverige importerar ungefär samma saker som England, så blir energin för vår import:
40kWh/pp&d * 2,6ton / 10ton ≈ 10 kWh per person och dygn
(Detta är naturligtvis en mycket ungefärlig uppskattning. Hjälp mig gärna att göra en bättre.)

[xiii] Fotnot 2.1.AE: Växthusgasutsläpp över tiden inom varje lands gränser, per person:
(http://www.google.com/publicdata/explore?ds=cjdgb406s3no_&ctype=l&strail=false&bcs=d&nselm=h&met_y=per_capita_emissions&hl=en&dl=en#ctype=l&strail=false&bcs=d&nselm=h&met_y=per_capita_emissions&scale_y=lin&ind_y=false&rdim=country&idim=country:36:167&ifdim=country&tdim=true&hl=en&dl=en)
Data från World Resources Institute (2.3.X.1:)
-
För att se bara koldioxidutsläpp, klicka på “Greenhouse Gas”, och därefter ” Carbon Dioxide (CO2)”
-
Om länken inte fungerar så kan det bero på att den inte finns för det språk som din browser är inställd för. Gör så här för att få den på engelska:
Gå till (http://www.google.com/publicdata/directory)

Klicka på ”Världsbanken”
Klicka på ”Utvecklingsindikatorer för länder”
Välj “English” i drop-down listan under Språk
Klicka på “Environment” och därefter ”CO2 emissions per capita” i övre vänstra listan
-
(För konsumtionsbaserade utsläpp, se (Fotnot 2.2.AJ:))

[xiv] Fotnot XII: Värden från kapitel 15 ”Stuff” i ”SustainableEnergy – without the hot air” (http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c15/page_88.shtml) (Fotnot 0.3:), om inget annat anges.

[xv] Fotnot 0.6:

[xvi] Fotnot 0.6:

[xvii] 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.

[xviii] Fotnot XI: Tyvärr tycks det inte finnas någon tillförlitlig statistik över fraktflyg till och från Sverige. Fraktflyget i världen flög 141 miljarder ton-kilometer 2009. (http://www.transportstyrelsen.se/Global/Publikationer/Luftfart/Luftfart_2010.pdf Tabell 8 "Världsluftfartens utveckling") (http://www.transportstyrelsen.se/sv/Publikationer/Luftfart/ publikation ”Luftfart 2010” Tabell ”Världsluftfartens utveckling”)
Det motsvarar:
141miljarderTon-km / 6800000000människor / 365dygn ≈ 0,055 ton-km per person och dygn i världen
Låt oss gissa att Svenskarnas andel av fraktflyget ungefär motsvarar Svenskarnas andel av världens BNP.
Enligt Wikipedia/Världsbanken så var Sveriges BNP per capita 2008 $37383 dollar. (http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_GDP_(PPP)_per_capita)
Världens genomsnittliga BNP per capita var samma år $10500 dollar. (http://en.wikipedia.org/wiki/Gross_world_product)
Då blir alltså fraktflyget för en Svensk:
0,055ton-km/pp&d * $37383 / $10500 ≈ 0,2 ton-km per person och dygn
En ton-km flygfrakt kostar 1,62 kWh (http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c15/page_92.shtml Figure 15.8) (Fotnot 0.3:) så energiförbrukningen blir:
0,2 ton-km/pp&d * 1,62kWh/ton-km ≈ 0,32kWh/pp&d

[xix] Fotnot 2.1.X.10: ”Is flying extra-bad for climate change in some way?
Yes, that’s the experts’ view, though uncertainty remains about this topic. Flying creates other greenhouse gases in addition to CO2, such as water and ozone, and indirect greenhouse gases, such as nitrous oxides. If you want to estimate your carbon footprint in tons of CO2-equivalent, then you should take the actual CO2 emissions of your flights and bump them up two- or three-fold.”
(http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c5/page_36.shtml) (Fotnot 0.3:)
"Kondensslingor från flyg värre än utsläppen" (http://www.idg.se/2.1085/1.377061/kondensslingor-fran-flyg-varre-an-utslappen)
"Sveriges klimatmål oförenligt med ökat flygande" (http://www.newsmill.se/node/18386)
"Planes unavoidably have to use energy for two reasons: they have to throw air down in order to stay up, and they need energy to overcome air resistance. No redesign of a plane is going to radically improve its efficiency. A 10% improvement? Yes, possible. A doubling of efficiency? I’d eat my complimentary socks." (http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c5/page_35.shtml) (Fotnot 0.3:)
En interkontinental resa ToR motsvarar ca 25 kWh/dygn i ett helt år. (Fotnot 2.1.CK:)

Fotnot 2.1.CK: Fågelvägen Göteborg-Phuket är det 900 mil. Fågelvägen Stockholm-San Fransisco är också nästan 900 mil.
Ett flygplan förbrukar ca 5 kWh per resenär och mil. (Fotnot 2.1.CJ:)
En interkontinental flygresa ToR förbrukar alltså ca 9 tusen kWh:
2 * 900mil * 5kWh/pp&mil ~ 9000 kWh
Utslaget över hela året blir det ca 25 kWh per dag:
9000kWh / 360dagar/år ~ 25 kWh/dag

Fotnot 2.1.CJ: En svensk flyger i genomsnitt ca 32 mil per år inrikes:
2,98Gpkm / 9500000svenskar ~ 32 mil per person och år
En svensk flyger i genomsnitt ca 328 mil per år utrikes:
31Gpkm / 9500000svenskar ~ 328 mil per person och år
En svensk flyger i genomsnitt ca 360 mil per år sammanlagt:
32mil/pp&år + 328mil/pp&år ~ 360mil/pp&år
... varav 91% utrikes:
32mil/pp&år / 360mil/pp&år ~ 91%
Utsläppen av växthusgaser vid utrikesresor är ca :
7,3MtonCO2e / 31Gpkm ~ 2,4 kg CO2e per personmil
4,1MtonCO2 / 31Gpkm ~ 1,3 kg CO2 per personmil
Varje kg CO2 motsvarar ca 3,8 kWh förbrukat bränsle (Fotnot 2.1.BG:) så energiförbrukningen per mil är ca:
1,3kgCO2/pp&mil * 3,8kWh/kgCO2 ~ 5 kWh per personmil
Energiförbrukningen i genomsnitt är ca 4,9 kWh per person och dag:
360mil/pp&år * 5kWh/personmil / 365dagar/år ~ 4,9 kWh/pp&d
... varav 4,5 kWh per person och dag utrikes:
328mil/pp&år * 5kWh/personmil / 365dagar/år ~ 4,5 kWh/pp&d
En tur och retur resa till Thailand för en person motsvarar ensam ca 25 kWh per dag i ett helt år. (Fotnot 2.1.CK:)
Källor:
"Inrikes passagerarkilometer ... Antalet passagerarkilometer uppgick under 2010 till 2,98 miljarder" (http://trafa.se/PageDocuments/Luftfart_2010.pdf) (http://www.trafa.se/sv/Statistik/Luftfart/)

"Den svenska befolkningens utrikesresande under ett år ... Flyg ... Resande 31 mdr p-km ... Utsläpp av koldioxid 4,1 Mton CO2 ... Utsläpp totalt av växthusgaser 7,3 Mton CO2e" (http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-5903-3.pdf Tabell 4:)

Fotnot 2.1.BG: ”Petroleum diesel … carbon chains that typically contain between 8 and 21 carbon atoms per molecule.” (http://en.wikipedia.org/wiki/Diesel_fuel#Refining)
Låt oss räkna med att diesel i genomsnitt är en enkel kolvätekedja med 15 kolatomer och 32 väteatomer, och att den förbränns fullständigt.
Atomvikten är 12 för kol och 1 för väte.
Andelen som är kol av dieselns vikt är alltså: (15*12) / (15*12 + 32*1) ≈ 85%
Densiteten för diesel är ca 0,9 kg per liter (Fotnot 2.1.CH:) så en liter diesel innehåller:
85% * 0,9kg/liter ≈ 0,76 kg kol per liter diesel
Ett kg kol förbränns till 3,7 kg koldioxid (Fotnot 1.C:)
En liter diesel förbränns alltså till: 0,76kg/liter * 3,7 ≈ 2,8 kg CO2
Det motsvarar 0,36 l diesel per kg CO2:
Diesel innehåller drygt 10 kWh/l (Fotnot 2.1.AB:) så 1 kg CO2 motsvararar också:
10,5kWh/l * 0,36ldiesel/kgCO2 ~ 3,8 kWh/kgCO2

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 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 kg koldioxid
Det betyder alltså att varje kg kol blir 44/12 ≈ 3,7 kg koldioxid

Fotnot 2.1.AB: Flytande bränsle innehåller en kemisk energi motsvarande ca 10 kWh per liter.
"the actual value of 10 kWh per litre. ORNL [2hcgdh] provide the following calorific values: diesel: 10.7 kWh/l; jet fuel: 10.4 kWh/l; petrol: 9.7 kWh/l" (http://www.withouthotair.com/c3/page_31.shtml)
(Fotnot 0.3:)

[xx] Fotnot 2.1.X.51: Här avses förpackningsmaterial exklusive inrikes producerat papper för förpackningar, eftersom vi räknade in dem under grejer.

[xxi] Fotnot 2.1.X.31: ”If the typical windspeed is 6 m/s ... the power per unit area of wind farm is about 2 W/m2.” (http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c4/page_32.shtml) (Fotnot 0.3:)

[xxii] 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 Vänern, Vättern, Mälaren och Hjälmaren
450295km2 Totalareal

[xxiii] Fotnot LXIII:

[xxiv] Fotnot LXIII: Det finns 27469 km2 åkermark i Sverige. (Fotnot 2.1.N:) Låt oss säga att vi täcker motsvarande yta med vindkraftverk. Det skulle ge:
27000km2 * 0,002kW/m2 * 24timmar per dygn / 9500000svenskar = 140 kWh per person och dygn brutto
Om vi i stället täcker en tiondel av den av ytan så blir det:
1/10 * 140kWh/pp&d ≈ 14 kWh per person och dygn brutto
Efter korrigering för en ERoEI på 24 (Fotnot 2.1.AD:) så blir det:
14kWh/pp&d - 14kWh/pp&d / 24 ≈ 13 kWh per person och dygn netto

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 kilselsolceller. (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 kiselsolceller i Sverige ca 5,6:
0,37kWh/m2&dygn * 365dygn * 25år / 600kWh/m2 ~ 5,6
Det tar ca 4,5 år innan energiinvesteringen är "återbetald":
0,37kWh/m2&dygn * 365dygn * 4,5år ~ 600kWh/m2
(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. Arean är 560 m2 och livslängden beräknas till 25 år. Då blir bruttoproduktionen från solpanelerna 0,37 kWh per m2 och dygn:
75000kWh/år / 560m2 / 365dygn/år ~ 0,37 kWh/m2&dygn
** Låt oss räkna med en ERoEI på 5,6 (Fotnot 2.1.CD:) (även om ERoEI naturligtvis borde bli lägre för ett solcellkraftverk än för de enskilda solcellerna). Då blir nettoproduktionen från en solpanel 0,3 kWh per m2 och dygn efter korrigering för ERoEI:
0,37kWh/m2/dygn - 0,37kWh/m2/dygn / 5,6 ≈ 0,3 kWh/m2/ 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 965kWh/m2/år / 365dygn/år = 2,64 kWh/m2&dygn
Solpanelerna producerar 0,37 kWh/m2&dygn* så effektiviteten är:
0,37kWh/m2&dygn / 2,64kWh/m2&dygn ~ 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 * 0,3kWh/m2/dygn ≈ 0,2 kWh/m2/dygn
**** Investeringskostnaden var 3214 kr per kvadratmeter:
1800000 / 560m2 ~ 3214 kr/m2
… eller 8760 kr för att få ut 1 kWh brutto per dygn:
1800000 / (75000/365)kWh/dygn ~ 8760 kr/(kWh/ dygn)
-
Källa: Energivärlden Nr 3/2012 (http://213.115.22.116/System/DownloadResource.ashx?p=Energimyndigheten&rl=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)

[xxv] Fotnot LXIX:

[xxvi] Fotnot LXIX: Vindarna till havs är starkare och stabilare än över land. Låt oss anta att man får ut hälften till per kvadratmeter jämfört med en vindkraftspark på land, d.v.s. 3W per kvadratmeter. (http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c10/page_60.shtml) (Fotnot 0.3:) Då får vi ut:
3W/m2 * 24timmar = 72000 kWh per km2 och dygn.
Man bygger oftast vindkraftverk där det är grundare än 25m. Man placerar dem i princip aldrig där det är djupare än 50m.
”Den totala arean av Sveriges omgivande hav är 447600 km2, varav kustvatten utgör 35830 km2” (http://www.smhi.se/sgn0102/n0205/havsomr/havsomr_s0_s11.pdf)
”Arealen på vattenområdet ut till territorialvattengränsen kan uppskattas till 80 000 km2.” (http://www.scb.se/statistik/MI/MI0803/2003M00/MI03SA9801_03.pdf)
Kustvattnet utgör alltså 35830km2 / 447600km2 ≈ 8% av Sveriges omgivande hav. Om förhållandet är detsamma för Sveriges territorialvatten så har Sverige 8% * 80000km2 ≈6400km2 kustvatten.
Jag har inte hittat någon uppgift om kustvattnens djup, men låt oss se hur mycket energi vi får om vi skulle göra om allt kustvatten till en vindkraftspark:
72000kWh/km2&dag * 6400km2 / 9500000personer = 48,7 kWh per person och dygn brutto
Efter korrigering för en ERoEI på 51 (Fotnot 2.1.AG:) så blir det: 48,7kWh/pp&d – 48,7kWh/pp&d / 51 ≈ 47,8 kWh per person och dygn netto

Vi måste lämna plats för båttrafiken. Om vi i stället täcker …
- en tredjedel av kustvattnen så blir det:
1/3 * 47,8kWh/pp&d ≈ 16 kWh per person och dygn brutto
- en tiondel av kustvattnen så blir det:
1/10 * 47,8kWh/pp&d ≈ 4,8 kWh per person och dygn brutto

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.)

[xxvii] Fotnot 2.1.S: Sveriges territorialvatten är 80 000 km2, och man kan få ut ca 3W per kvadratmeter brutto. (Fotnot LXIX:) Om man skulle göra om hela havet till en vindkraftspark så får man ut:
80000km2 * 3W * 24timmar/dygn / 9500000människor ≈ 609 kWh/pp&d brutto
Om man bygger vindkraftspark på 10% av havet så får man ut:
10% * 609kWh/pp&d ≈ 61 kWh/pp&d brutto
Ännu så länge är det inte lönsamt eftersom tekniken bara är på experimentstadiet. (Fotnot KM.2R:)

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

[xxviii] Fotnot KM.2C:

[xxix] Fotnot KM.2C: Kurs-mail "Klimat 2C: Apparater, IT, Media, Ljus och Vattenkraft" (http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2C_ApparaterITMediaLjusVattenkraft.pdf)

[xxx] Fotnot KM.2D:

[xxxi] Fotnot KM.2D:

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

[xxxiii] Fotnot KM.2E:

[xxxiv] Fotnot KM.2E:

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

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

[xxxvii] Fotnot KM.2C: Kurs-mail "Klimat 2C: Apparater, IT, Media, Ljus och Vattenkraft" (http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2C_ApparaterITMediaLjusVattenkraft.pdf)

[xxxviii] Fotnot KM.2D:

[xxxix] Fotnot KM.2D:

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

[xli] Fotnot KM.2E:

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

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

[xliv] Fotnot 0.13: Det som inte tål att skrattas åt är väl inte heller värt att ta på allvar :-)

[xlv] 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.