

Klimat 2C: Apparater, IT, Media, Ljus och Vattenkraft

Jag sammanfattar mailen om olika energislag i några meningar med fetstil. **På 3ⁱ minuter hinner du läsa det som står med fetstil och titta på staplarna. Gör det nu.** ⁱⁱ Resten är bonusmaterial.

Den här klimat-utbildningen innehåller ingen obligatorisk matte!

Om du hör till dem som vill veta mer, så bygger denna sektion av klimat-utbildningen på boken "Sustainable Energy - without the hot air" ⁱⁱⁱ All information kommer därifrån om inget annat anges.

Nu börjar vi genomgången av energitillgång och -efterfrågan typ för typ.

Apparater, IT, Media och Underhållning ^{iv}

Stand by och tomma laddare:

Moderna telefonladdare utan någon telefon inpluggad drar ca 0,01 kWh per dygn. En transformator som känns ljummen när allt är avstängt eller inget finns inpluggat kan förbruka 0,1 kWh per dygn. Dra gärna ur sladden, men kom ihåg det är effektivare att minska bilkörningen med 10 sekunder per dygn. ^v

Några apparater som drar relativt mycket när de är påslagna är ^{vi}:

1600W (1,6 kWh per timme)	Dammsugare
500W (0,5 kWh per timme)	Laserskrivare
190W (0,19 kWh per timme)	Sony PlayStation 3
160W (0,16 kWh per timme)	Xbox
150W (0,15 kWh per timme)	Projektor
110W (0,11 kWh per timme)	Katodstråle-skärm
100W (0,1 kWh per timme)	TV
80W (0,08 kWh per timme)	Dator
18W (0,018 kWh per timme)	Nintendo Wii

Några apparater som drar relativt mycket i standby är ^{vii}:

17W (0,4 kWh per dygn)	Laser-skrivare
10W (0,24 kWh per dygn)	TV
10W (0,24 kWh per dygn)	DVD spelare II
7W (0,17 kWh per dygn)	Hembio-ljud
6W (0,14 kWh per dygn)	DVD
6W (0,14 kWh per dygn)	Förstärkare (stereo)
5W (0,12 kWh per dygn)	Digital-TV box
5W (0,12 kWh per dygn)	Projektor

En genomsnittlig svensk förbrukar ca 3 kWh per dygn på IT, media och underhållning.^{viii}

Låt oss säga att vi totalt förbrukar ca 5 kWh per person och dygn på olika Apparater, IT, Media och Underhållning.

Apparater, IT, Media och Underhållning: 5 kWh per person & dygn

Ljus

Belysning inomhus

Numera är lågenergilampor nästan det enda som finns att köpa så låt oss först räkna på dem. Låt oss säga att vi i genomsnitt har 10 st 10W lampor tända per hushåll i 10 timmar per dygn. Då förbrukar vi knappt 0,5 kWh per person och dygn.^{ix}

Om vi har lika många lampor till på jobbet så blir det totalt 1 kWh per person och dygn.

Om vi istället hade använt 60W glödlampor så hade vi förbrukat 6 ggr så mycket energi, d.v.s. 6 kWh per person och dygn.

Billyktor

Mindre än 3 procent av bränslet används till bilarnas lyktor. Lamporna ingår dessutom i bilens beräknade bränsleförbrukning så vi tar inte upp det mer här.^x

Gatlyktor

I Sverige finns ungefär 2000000 gatlyktor. En vanlig typ drar 125W. Låt oss säga att de är tända i genomsnitt 12 timmar per dygn. Då förbrukar de 0,3 kWh per person och dygn.^{xi}

Reklamskyltar etc.

De är i alla fall färre än gatlyktorna och följaktligen försumbara här.

Låt oss säga att vi totalt förbrukar ca 3 kWh per person och dygn på belysning.

Ljus: 3kWh per person & dygn

Vattenkraft

Hur mycket vattenkraft finns det?

Idag producerar Sverige ca 50-75 TWh per år. Det motsvarar ca 18 kWh per person och dygn.
xii

Vattenkraftens potential vid full utbyggnad anses vara 100 TWh per år. xiii

Det motsvarar 29 kWh per person och dygn xiv

Med en EROEI på 100 så blir det fortfarande nästan 29 kWh/pp&d netto. xv

Bonusinformation: Nya vattenkraftsdammar kan orsaka stora metanutsläpp. xvi Det gör att ny vattenkraft under vissa omständigheter kan bidra till att den globala uppvärmningen går snabbare istället för långsammare.

Vattenkraft: 29 kWh per person & dygn

Våra Apparater, IT, Media och Underhållning förbrukar ca 5 kWh om dagen per svensk.

Vår belysning förbrukar ca 3 kWh om dagen per svensk.

En fullt utbyggd vattenkraft skulle ge 29 kWh om dagen per svensk.

Energiförbrukning (kWh/person och dygn):

Apparater, IT, Media & Underhållning: 5 kWh/pp&d

Ljus: 3 kWh/pp&d

|||| 8 kWh/pp&d

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

Vattenkraft: 29 kWh/pp&d

||||||| 29 kWh/pp&d

I nästa mail från sektion 2 kommer vi att fortsätta med fler sorters energibehov och fler förnyelsebara energityper.

Bonus: Litet men positivt: EU har lovat att minska sina utsläpp:

http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm

Humor-bonus ^{xvii}:

http://www.toonpool.com/user/8371/files/energy_efficient_hairdo_1372885.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. ^{xviii}

Detta mail kan även laddas ner som PDF från:

http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2C_ApparaterITMediaLjusVattenkraft.pdf

Bonus: Nästa mail kan laddas ner som PDF från:

http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat1D_4grader.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/ted/>)

^{iv} Fotnot 2.1.X.5: Källa till information om apparater: (

http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c11/page_68.shtml) (Fotnot 0.3:)

^v Fotnot 2.1.AL: Hur mycket energi drar en bil? Låt oss räkna på en bil som drar 0,7 liter per mil vid 70km/timme.

Bensin innehåller ungefär 10 kWh energi per liter. (Fotnot 2.1.AB:)

På en timme förbrukar bilen bensin motsvarande:

$70\text{km} * 0,07\text{liter per kilometer} * 10\text{kWh per liter bränsle} = 49\text{kWh}$

Det motsvarar 0,014 kWh per sekund, eller 0,14 kWh på 10 sekunder.

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:)

^{vi} Fotnot 2.1.X.59:

^{vii} Fotnot 2.1.X.59: Tabell över apparaternas förbrukning: (http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withoutair/c11/page_70.shtml) (Fotnot 0.3:)

^{viii} Fotnot 2.1.X.6: De totala utsläppen i världen är ca 48 Gt koldioxid-ekvivalenter per år. (Fotnot 2.1.BE:) Av det kommer ca 1,3% från IT och 1,7% från media. (<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1530-9290.2010.00278.x/full> Table 6) (<http://cesc.kth.se/greenhouse-gas-emissions-and-operational-electricity-use-in-the-ict-and-entertainment-media-sectors/> Table 6)

En kWh motsvarar ca 1 kg utsläppt CO₂. (Fotnot 2.1.BJ:)

Då konsumerar IT och media totalt ca:

$(1,3\% + 1,7\%) * 48\text{GtCO}_2 / 1\text{kgCO}_2/\text{kWh} = 1430 \text{ TWh om året}$

Svenskar använder internet mer än genomsnittet i världen. Låt oss gissa att 97% av svenskarna är internetanvändare, mot 27% i genomsnitt i världen. (http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/material/graphs/Internet_users_98-08.jpg)

Låt oss också gissa att en svensk IT-användare använder 3 gånger så mycket energi som en genomsnittlig IT-användare i världen. Då förbrukar en genomsnittlig svensk:

$3\text{ggr} * 1,3\% * 48\text{GtCO}_2 / 1\text{kgCO}_2/\text{kWh} * (97\% * 9000000\text{människor} / 27\% * 6800000000\text{människor}) / 9000000\text{människor} / 365\text{dygn} \approx 2,6 \text{ kWh per person och dygn}$

Låt oss gissa att en svensk använder dubbelt så mycket energi på media som en genomsnittlig person i världen. Då förbrukar en genomsnittlig svensk:

$2\text{ggr} * 1,7\% * 48\text{GtCO}_2 / 1\text{kgCO}_2/\text{kWh} * (9000000\text{människor} / 6800000000\text{människor}) / 9000000\text{människor} / 365\text{dygn} \approx 0,3 \text{ kWh per person och dygn}$

Totalt lägger vi då $2,6 + 0,3 = 2,9 \text{ kWh per person och dygn på IT och media.}$

(Detta är naturligtvis en mycket ungefärlig uppskattning. Hjälpt mig gärna att göra en bättre)

Fotnot 2.1.BE: Gör så här för att se att världens samlade utsläpp av koldioxid-ekvivalenter (Fotnot 2.1.BS:) var 47620000 tusen ton år 2007:

Gå till (<http://climateinteractive.org/scoreboard/press/copenhagen-cop15-analysis-and-press-releases/COP-15%20Summary%20Backup%20Data.xls/view>)

Öppna "COP-15 Summary Backup Data 121909.xls"

Öppna flik "BAU"

Leta reda på kolumn "Global CO₂ Equivalent Emissions (GtonsCO₂/year)" (Kolumn C)

Bläddra ner till år 2007 (Rad 118)

Läs 47,62 i kolumn "Global CO₂ Equivalent Emissions (GtonsCO₂/year)" (Kolumn C)

Av dessa ca 48 Giga-ton koldioxidekvivalenter var ca 32 Giga-ton koldioxid. (Fotnot 3.A:) Resterande ca 16 Giga-ton koldioxidekvivalenter var bidrag från andra växthusgaser. (Fotnot 2.1.BS:)

Fotnot 2.1.BJ: En kWh producerad i ett kolkraftverk (Fotnot 2.1.AK:) eller i en bil (Fotnot 2.1.BI:) släpper ut ca 1 kg CO₂. Flyg släpper ut mer växthusgaser per kWh (Fotnot 2.1.X.10:) och förnybar energiproduktion mindre. Låt oss gissa att genomsnittet ligger på ca 1 kg koldioxidekvivalenter per kWh. (Ca 80% av världens energi kommer idag från fossila bränslen (http://en.wikipedia.org/wiki/World_energy_consumption#Primary_energy))
(Detta är en MYCKET grov uppskattning. T.ex. har vi en inrikes energikonsumtion per person och dygn på 112 kWh/pp&d (Fotnot 2.2.BQ:) medan våra utsläpp här i Sverige kanske bara ligger på 27 kg CO₂eq per person och dygn. (Fotnot 2.2.AJ:)

Fotnot 2.1.BS: Om Koldioxidekvivalenter: Det finns fler växthusgaser än koldioxid och metan. Man kan beskriva den värmande effekten som var och en av de här gaserna har, men man vill också gärna kunna beskriva den totala sammanlagda effekten. Det gör man genom att räkna ut hur mycket koldioxid som skulle ha samma effekt som de andra gaserna och sedan addera de uträkningarna till den faktiska koldioxidhalten. Summan kallas koldioxidekvivalenter.

Koldioxidekvivalenterna anges för att ge ett snabbt och enkelt mått på den totala växthuseffekten som jorden utsätts för.

Olika växthusgaser är inte direkt jämförbara, eftersom de bryts ner olika snabbt. När man räknar ut koldioxidekvivalenten för en viss mängd växthusgas så anger man "den mängd koldioxid som skulle behöva släppas ut för att ha samma effekt under hundra års tid". Om en växthusgas skulle brytas ner på exakt ett år så skulle den alltså behöva ha 100 gånger så stor effekt molekyl för molekyl, för att anses lika kraftfull räknat i ppm koldioxidekvivalenter, jämfört med en gas som bryts ner på 100 år eller mer.

Fotnot 3.A: De totala utsläppen av fossilt kol år 2008 var 8749 miljoner ton. (

http://cdiac.ornl.gov/ftp/ndp030/global.1751_2008.ems) (

http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/meth_reg.html)

8,749 Giga-ton kol motsvarar 32 Giga-ton koldioxid per år

(Dessutom släpper vi ut andra växthusgaser än koldioxid. (Fotnot 2.1.BE:))

Fotnot 2.1.AK "The average emission rates in the United States from coal-fired generation are: 2,249 lbs/MWh of carbon dioxide, 13 lbs/MWh of sulfur dioxide, and 6 lbs/MWh of nitrogen oxides." (

<http://www.epa.gov/cleanrgy/energy-and-you/affect/coal.html>)

Enheten lbs eller lb (pounds) är 0,45 kg. ([http://en.wikipedia.org/wiki/Pound_\(mass\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Pound_(mass)))

Koldioxidutsläppen från produktionen av 1kWh elektricitet producerad i kolkraftverk är alltså ca:

$1\text{kWh} * 0,45\text{kg/lb} * 2,249\text{lbs/MWh} \approx 1,02\text{kg koldioxid}$

Fotnot 2.1.BI: Hur mycket koldioxid släpper en bil ut per producerad kWh?

Bensin innehåller ca 10 kWh per liter. (Fotnot 2.1.AB:) Av det blir 75% till värme och bara 25% till nyttigt arbete. (http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/cA/page_254.shtml) (Fotnot 0.3:)

D.v.s. bilen skapar 2,5 kWh rörelseenergi per liter bensin.

En liter bensin förbränns till ca 2,3 kg CO₂ (Fotnot 2.1.BF:) Det innebär att en bil släpper ut:

$2,3\text{kgCO}_2/\text{l} / 2,5\text{kWh/l} \approx 0,9 \text{ kg CO}_2 \text{ per kWh rörelseenergi}$

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 2.2.BQ: Enligt SCB så är Sveriges inrikes bruttotillförsel av energi 139 kWh/pp&d och Sveriges inrikes nettotillförsel av energi är 112 kWh/pp&d. (Fotnot 2.1.CG:)

Till det ska läggas ca 25 kWh/pp&d för utrikes resor och transporter samt utrikes producerade varor. (Fotnot 2.1.CI:) Ytterligare 10 kWh/pp&d tillkommer för att ta bort koldioxid som vi redan har släppt ut i atmosfären. (Fotnot KM.2K:)

Den svenska energikonsumtionen är då ca 147kWh/pp&d netto och ca 173 kWh/pp&d brutto.

Se även sammanställning på: (

http://klimatcbt.yolasite.com/resources/KlimatSammanst_Energibalans.pdf)

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&tid=true&tstart=31561920000&tunit=Y&tlen=45&ctype=l&strail=false&nسلم=h&met_y=en_atm_co2e_pc&scale_y=lin&ind_y=false&rdim=country&idim=country:SWE&ifdim=country&tid=true&tstart=31561920000&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 "nödskraftverk" 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.)

Fotnot 2.1.BF: "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 bensen 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 bensenens vikt är alltså: $(8 \cdot 12) / (8 \cdot 12 + 18 \cdot 1) \approx 84\%$

Bensen väger ca 0,737 kg/liter (Fotnot 2.1.CH:)

En liter bensen innehåller alltså: $84\% \cdot 0,737 \text{ kg/liter} \approx 0,62 \text{ kg kol per liter bensen}$

Ett kg kol förbränns till 3,7 kg koldioxid (Fotnot 1.C:)

En liter bensin förbränns alltså till: $0,62\text{kg/liter} * 3,7 \approx 2,3 \text{ kg CO}_2$

Det motsvarar 0,44 l bensin per kg CO₂:

$1 / 2,3\text{kgCO}_2/\text{lbensin} \sim 0,44 \text{ lbensin/kgCO}_2$

Bensin innehåller knappt 10 kWh/l (Fotnot 2.1.AB:) så 1 kg CO₂ motsvarar också:

$9,7\text{kWh/l} * 0,44\text{lbensin/kgCO}_2 \sim 4,3 \text{ kWh/kgCO}_2$

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:

$2 * 900\text{mil} * 5\text{kWh/pp\&mil} \sim 9000 \text{ kWh}$

Utslaget över hela året blir det ca 25 kWh per dag:

$9000\text{kWh} / 360\text{dagar/år} \sim 25 \text{ kWh/dag}$

Fotnot 2.1.CG: Bruttotillförseln av energi i Sverige var 1721,8 PJ 2011 enligt SCB. (

http://www.scb.se/Pages/TableAndChart_24656.aspx) Det motsvarar ca 139 kWh/pp&d:

$1721,8\text{PJ} / 9500000\text{svenskar} / 365\text{dygn} \sim 499\text{MJ/pp\&d} \sim 139 \text{ kWh/pp\&d}$

Nettotillförseln av energi i Sverige var 1394,2 PJ 2011 enligt SCB. (

http://www.scb.se/Pages/TableAndChart_24662.aspx) Det motsvarar ca 112 kWh/pp&d:

$1394,2\text{PJ} / 9500000\text{svenskar} / 365\text{dygn} \sim 404\text{MJ/pp\&d} \sim 112 \text{ kWh/pp\&d}$

(Mellanskillnaden är energiförluster, t.ex. till följd av EROEI, förluster i elnätet etc.)

Dessutom medför vår konsumtion en del energiförbrukning utomlands och vår export medför att en del av vår inrikes energi konsumeras utomlands. Se sammanställning på: (

http://klimatcbt.yolasite.com/resources/KlimatSammanst_Energibalans.pdf)

Fotnot 2.1.CI: Utrikes energikonsumtion:

- 91% av flygresorna är utrikes $\sim 4,5 \text{ kWh/pp\&d}$ (Fotnot 2.1.CJ:)

- Importerade Grejer $\sim 11 \text{ kWh/pp\&d}$ (Fotnot KM.2G:)

- Hälften av frakten? $\sim 9,5 \text{ kWh/pp\&d}$ (Fotnot KM.2G:)

Summa ca 25 kWh/pp&d

Fotnot KM.2K: Kurs-mail "Klimat 2K: 350 ppm, eller kan vi ta bort koldioxid ur luften?" (

http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2K_350ppm.pdf)

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: $12 + 2 * 16 = 44 \text{ kg koldioxid}$

Det betyder alltså att varje kg kol blir $44/12 \approx 3,7 \text{ kg koldioxid}$

Fotnot 2.1.CJ: En svensk flyger i genomsnitt ca 32 mil per år inrikes:

$2,98\text{Gpkm} / 9500000\text{svenskar} \sim 32 \text{ mil per person och år}$

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 KM.2G: Kurs-mail: "Klimat 2G: Grejer, Frakt och Vindkraft" (http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2G_GrejerFraktVindkraft.pdf)

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 dieseln vikt är alltså: $(15 \cdot 12) / (15 \cdot 12 + 32 \cdot 1) \approx 85\%$
Densiteten för diesel är ca 0,9 kg per liter (Fotnot 2.1.CH:) så en liter diesel innehåller:
 $85\% \cdot 0,9\text{kg/liter} \approx 0,76 \text{ kg kol per liter diesel}$
Ett kg kol förbränns till 3,7 kg koldioxid (Fotnot 1.C:)
En liter diesel förbränns alltså till: $0,76\text{kg/liter} \cdot 3,7 \approx 2,8 \text{ kg CO}_2$
Det motsvarar 0,36 l diesel per kg CO₂:
Diesel innehåller drygt 10 kWh/l (Fotnot 2.1.AB:) så 1 kg CO₂ motsvarar också:
 $10,5\text{kWh/l} \cdot 0,36\text{ldiesel/kgCO}_2 \sim 3,8 \text{ kWh/kgCO}_2$

^{ix} Fotnot 2.1.X.7: Låt oss säga att vi i genomsnitt har 10 st 10W lampor tända per hushåll i 10 timmar per dygn. Då blir det:
 $10\text{st} \cdot 0,01\text{kW} \cdot 10\text{timmar} = 1 \text{ kWh per hushåll och dygn}$
I ett genomsnittligt hushåll bor det ungefär 2 personer. (Fotnot LIV:)
 $1\text{kWh} / 2\text{personer} \approx 0,5 \text{ kWh per person och dygn}$

Fotnot LIV: Det finns 9,5 miljoner svenskar (http://www.scb.se/Pages/Product_25785.aspx) och 4,7 miljoner kost-hushåll i Sverige. (http://www.scb.se/Pages/TableAndChart_146283.aspx)
9500000svenskar / 4700000hushåll \approx 2 personer per hushåll

^x Fotnot XXIII: Hur mycket energi drar billykter? Låt oss räkna på en bil med 2 stycken lampor på vardera 100W . Om energin till lamporna genereras med en 25% effektiv motor och en 55% effektiv generator, så krävs 730W per lampa. På en timme förbrukar lamporna då:

$2\text{st} * 0,730\text{kW} * 1\text{timme} = 1,46\text{kWh}$

Samtidigt förbrukar bilen bensin motsvarande 49kWh (Fotnot 2.1.AL:)

D.v.s. mindre än 3 procent av bränslet används till bilarnas lyktor.

(http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c9/page_57.shtml) (Fotnot 0.3:)

^{xi} Fotnot 2.1.X.8: I en artikel i tidningen Ny Teknik så kan man läsa att "Om man skulle byta ut alla Sveriges två miljoner gatlykter mot de nya Cobraarmaturerna skulle man spara 741 GWh per år. ... 125 W kvicksilverarmaturer till 35 W Cobra" (

http://www.nyteknik.se/nyheter/energi_miljo/energi/article257666.ece)

Vi har alltså 2 miljoner gatlykter som var och en drar ca 125 W. Låt oss säga att de är tända i genomsnitt 12 timmar per dygn:

$2000000\text{gatlykter} * 0,125\text{kW} * 12\text{timmar} / 9500000\text{svenskar} = 0,32\text{ kWh per person och dygn}$

(Hjälp mig gärna att hitta en säkrare källa)

^{xii} Fotnot 2.1.BV:

^{xiii} Fotnot 2.1.BV:

^{xiv} Fotnot 2.1.BV: "Om vattenkraften fick byggas ut till sin fulla potential skulle den kunna förse oss med minst 100 TWh årligen. Idag produceras 50-75 TWh vattenkraftsel beroende på om det är ett torrår eller ett nederbördsrikt år."

(http://www.kva.se/Documents/Vetenskap_samhallet/Energi/Utskottet/pop_energi_vatten_2009.pdf)

Dagens vattenkraftproduktion i Sverige är alltså 50-75 TWh per år. Låt oss räkna med genomsnittet 62,5 TWh/år. Det motsvarar:

$62,5\text{TWh} / 9500000\text{människor} / 365\text{dygn} \approx 18,1\text{ kWh per person och dygn.}$

Den fulla potentialen för vattenkraftproduktion i Sverige är 100 TWh per år. Det motsvarar:

$100\text{TWh} / 9500000\text{människor} / 365\text{dygn} \approx 29,0\text{ kWh per person och dygn.}$

^{xv} Fotnot CIV: EROEI är upp till 100 gånger för vattenkraft: (Fotnot 2.1.AD:)

För varje kWh man använder för att bygga vattenkraftverk så kan man alltså få upp till 100 kWh tillbaka.

Från de 29,0 kWh/pp&d som är vattenkraftens fulla potential (Fotnot 2.1.BV:), måste man alltså dra bort den energi som måste investeras för att utvinna vattenkraften.

Netto energin blir alltså: $29,0\text{kWh/pp\&d} - 29,0\text{kWh/pp\&d} / 100 \approx 28,7\text{ kWh/pp\&d}$

För vattenkraft så kanske man kan hävda att de flesta investeringarna redan är gjorda, men om en energikälla ska ersätta fossila bränslen så måste den användas länge. Låt oss godtyckligt välja 200 år. Under den tiden kommer troligen de flesta investeringar att behöva göras om flera gånger.

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 kilselsolceller 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. Arean 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 solcellkraftverk än för de enskilda solcellerna). Då blir nettoproduktionen från en solpanel 0,3 kWh per m² och dygn efter korrigerig 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 $965\text{kWh/m}^2\&\text{år} / 365\text{dygn/år} = 2,64\text{kWh/m}^2\&\text{dygn}$

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 / 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.aspx?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>)

^{xvi} Fotnot 2.1.X.9: "The emission of greenhouse gases (GHG) from reservoirs due to rotting vegetation and carbon inflows from the catchment is a recently identified ecosystem impact (on climate) of storage dams. A first estimate suggests that the gross emissions from reservoirs may account for between 1% and 28% of the global warming potential of GHG emissions." (http://www.unep.org/dams/WCD/report/WCD_DAMS%20report.pdf)

"Hydroelectric dams produce significant amounts of carbon dioxide and methane, and in some cases produce more of these greenhouse gases than power plants running on fossil fuels. ... a study ... estimates that in 1990 the greenhouse effect of emissions from the Curuá-Una dam in Pará, Brazil, was more than three-and-a-half times what would have been produced by generating the same amount of electricity from oil." (<http://www.newscientist.com/article/dn7046>)

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

^{xviii} 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.