

Klimat 2D: Persontransporter, Energigröda, Skogsavfall och Torv

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.

Bil

En svensk lägger i genomsnitt 17 kr/dygn på drivmedel till personbilar. Det motsvarar att en genomsnittlig svensk åker knappt 2 mil per dygn i en bil som förbränner ca 0,8 liter bensin per mil, eller att hushållen förbrukar i genomsnitt 14 kWh per person och dygn på drivmedel till personbilar. ^{iv}

Bonus: Är bilresor jobbrelaterade? Nödvändiga? ^v Möjliga? (http://www.svd.se/opinion/brannpunkt/bilen-en-lyxvara-vi-kan-vara-utan_6421708.svd)

Bil: 14 kWh per person & dygn

Flyg

En svensk flyger i genomsnitt 360 mil per år. Det motsvarar 4,9 kWh per person och dag. ^{vi}

Fågelvägen Göteborg-Phuket är det 900 mil. Fågelvägen Stockholm-San Fransisco är också nästan 900 mil. En sådan resa för en person motsvarar ca 25 kWh per dag hela det året. ^{vii}

Klimatpåverkan från flyget beror inte bara på energiförbrukningen. Förutom koldioxid från energiproduktionen släpper flyget dessutom ut bl.a. ozon, kväveoxider och vattenånga på hög höjd. Det gör att flygets klimatpåverkan är större än vad som kan utläsas av dess energiförbrukning. Om man vill räkna ut en flygturs ungefärliga klimatpåverkan under de närmaste 100 åren efter flygturen, så får man en koldioxidekvivalent som är ungefär dubbelt så stor. ^{viii}

I våra staplar tar vi bara med energiförbrukningen.

Bonus-information: Ungefär 2% av världens utsläpp av koldioxid kom från flygtrafiken 1992. ^{ix} (Hjälp mig gärna att hitta mer aktuella värden.)

Flyg: 4,9 kWh per person & dygn

Övrig persontransport: Motorcykel, Tåg, Båt, Buss, m.m.

Den genomsnittliga körsträckan för Sveriges 278321 motorcyklar år 2007 var 261 mil. Det motsvarar 4,5 kWh per motorcykel och dygn, eller 0,1 kWh per person och dygn utslaget över alla svenskar. ^x

Den genomsnittliga körsträckan för Sveriges 15515 bussar år 2007 var 5779 mil. Det motsvarar knappt 1 kWh per person och dygn utslaget över alla svenskar. ^{xi}

Järnvägar, spårvägar och tunnelbana förbrukar tillsammans en halv kWh per person och dygn. ^{xii}

En tur och returresa med ett passagerarfartyg förbrukar ungefär 700 kWh per passagerare. En sådan resa per år "kostar" alltså ca 2 kWh per person och dygn utslaget över hela året. ^{xiii} Varje år reser ungefär 13400 personer till eller från Sverige med passagerarfartyg och färjor. Utslaget på alla svenskar så motsvarar det 0,003 kWh per person och dygn. ^{xiv}

En båtresa som förbrukar 10 liter bensin förbrukar ca 100 kWh. ^{xv}

Utslaget över alla svenskar under hela året, förbrukar Svenska fritidsbåtar i genomsnitt ca 0,1 kWh/pp&d ^{xvi}

Bonusuppgift: Försök komma på någon annan form av persontransport som utslaget över hela Sveriges befolkning drar ytterligare minst 1 kWh/pp&d. Maila vad du kommer på. ^{xvii}

Övrig persontransport: 1,7 kWh per person & dygn

Bonus: De här kalkylatorerna kan användas till att uppskatta energiförbrukningen på andra avstånd: ^{xviii}

<http://www.utslappsrott.se/berakna-utslapp/>

<http://www.carbon-calculator.org.uk/>

Tipsa gärna om du vet någon annan bra kalkylator

Bonus: En doktorsavhandling om transporter: (<http://www.kth.se/aktuellt/flygets-graddfil-maste-ses-over-1.78448>)

Energi-grödor

Sveriges mark är till större delen täckt av skog som inte är skyddad i naturreservat eller liknande.^{xix} Det mesta av den skogen används till virkesproduktion och massaved. En mycket stor del av produkterna därifrån går på export.^{xx} Vi skulle kunna använda en del av marken till odling av energigröda. Låt oss säga att vi odlar energigröda i stället för skog, på en yta som motsvarar hela den yta som idag används till åker och betesmark.^{xxi} Då skulle vi få ut ca 8 kWh biobränsle per person och dygn.^{xxii}

Energi-grödor: 8 kWh per person & dygn

Bioenergi från skogsavfall

Idag utvinns vi omkring 130 TWh varje år från skogs-råvara i Sverige.^{xxiii} Det motsvarar 38 kWh per person och dygn. Med en EROEI på upp till 30 så innebär det upp till 36 kWh per person och dygn.^{xxiv}

Bonusinformation: Det krävs energi för att tillverka pellets. Om man gör pellets av skogsavfallet så kan EROEI bli så lågt som 4,5.^{xxv}

Skogsavfall: 36 kWh per person & dygn

Torv

I Sverige finns ca 6,5 miljoner hektar torvmark. De producerar årligen ca 28 miljoner m³ ny torv. Det motsvarar ungefär lika många MWh.^{xxvi} Fördelat på 9 miljoner svenskar så blir det ca 8,2 kWh per person och dygn. Med en EROEI på 7^{xxvii} så blir det 7 kWh per person och dygn netto.^{xxviii}

Det finns tillräckligt mycket torv för att den under en längre period skulle kunna brytas snabbare än den produceras. Då är den dock inte längre en förnybar energikälla.^{xxix} Om man bryter och bränner torv som inte nybildas, så motsvarar det att man bryter och bränner fossilt kol. Brunkol är i själva verket ett mellansteg mellan torv och stenkol.^{xxx}

Bonusinformation: Torvmarker släpper ut växthusgaser, Dränerade torvmarker släpper ut ännu mer. Eftersom marken måste dräneras medan torven bryts, så ger torvbrytningen extra stora utsläpp av växthusgaser. Om all torv tas bort så minskar utsläppen efter torvbrytningen eftersom det inte finns någon torvmark kvar. Under själva torvbrytningen släpps dock så mycket växthusgaser ut så att det tar 60 år innan de utsläppen har kompenserats.^{xxxi}

Torven tycks växa till långsammare nu än vad den har gjort.^{xxxii}

Torv: 7 kWh per person & dygn

För att kunna köra bil 2 mil om dagen (eller samåka 4 mil) behöver man 15 kWh per dygn. Svenskarna flyger i genomsnitt ca 360 mil per år för ca 4,9 kWh per person och dygn. (En långresa med flyg per år för en person förbrukar utslaget över året i genomsnitt 28 kWh per person och dygn. Klimatpåverkan är dubbelt så stor.)

Övrig persontransport 1,7 kWh per person och dygn.

Om man odlar energigröda på skogsmark med en yta stor som all Sveriges åker och betesmark, så får man ca 8 kWh biobränsle per person och dygn.

Avfall från skogsindustrin kan ge ca 36 kWh per person och dygn.

Sveriges torvtillgångar ökar med 7 kWh per person och dygn

Energiförbrukning (kWh/person och dygn):

Apparater, IT, Media & Underhållning: 5 kWh/pp&d ^{xxxiii}

Ljus: 3 kWh/pp&d ^{xxxiv}

Bil: 14 kWh/pp&d

Flyg: 4,9 kWh/pp&d

Övrig persontransport: 1,7 kWh/pp&d

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

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

Vattenkraft: 29 kWh/pp&d ^{xxxv}

Energi-grödor: 8 kWh/pp&d

Skogsavfall: 36 kWh/pp&d

Torv: 7 kWh/pp&d

||||||| ||||| 78 kWh/pp&d

Bonus: Litet men positivt: <http://www.vibilagare.se/nyheter/toppen-passerad-for-bilkorandet>

Humor-bonus ^{xxxvi}: <http://media.caglecartoons.com/preview/%7Bfc2b9169-deda-444e-8ceb-39fdbaaaf3f%7D.gif>

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. ^{xxxvii}

Detta mail kan även laddas ner som PDF från:

http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2D_PersontransporterEnergigrodaSkogsavfallTorv.pdf

Bonus: Nästa mail kan laddas ner som PDF från:

http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat1E_5grader.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-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.

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/>)

Det finns även en föreläsningsserie som bygger på boken (

<http://www.youtube.com/watch?v=sHJyH7j2n4w&list=PL1gduOj1Ehqd53NGs0nDjcQooVhcjIG2>)

^{iv} Fotnot 2.1.CE: I ett genomsnittligt svenskt hushåll la man år 2006 ut 6047 kr per person på drivmedel till fordon. (<http://www.mirdata.scb.se/MIRS3/Model.aspx>) Det motsvarar ca 17 kr per person och dygn:

$6047\text{kr/person} / 365\text{dygn} \sim 17\text{ kr}$

Samma år kostade bensinen ca 11,30 kr/liter. (

http://www.scb.se/statistik/publikationer/OV0904_2008A01_BR_15_A01BR0801.pdf) Det betyder att vi i genomsnitt förbrukade motsvarande ca 1,5 liter bensin per person och dygn:

$17\text{ kr} / 11,30\text{ kr/liter} \sim 1,47\text{ liter}$

Varje liter bensin innehåller ca 10 kWh energi (Fotnot 2.1.AB:) så energiförbrukningen blir ca 14 kWh per person och dygn.

Alla Sveriges personbilar kör tillsammans 6,5 miljarder mil per år (

http://www.scb.se/statistik/publikationer/OV0904_2011A01_BR_11_A01BR1101.pdf) så bilarna körs i genomsnitt 1,9 mil per svensk och dygn:

$6,5\text{Gmil/år} / 9500000\text{svenskar} / 365\text{dygn/år} \sim 1,9\text{ mil per dygn och person}$

Det innebär att en genomsnittlig körd mil förbrukar ca 0,8 liter bensin:

$1,5\text{literBensin/person\&dygn} / 1,9\text{mil/person\&dygn} \sim 0,78\text{ liter per mil}$

^v Fotnot 2.1.BK: Känner du någon som måste ha en bil?

"Måste" är ett relativt begrepp. Det är skillnad på något man måste ha för att ta sig till sommarstugan, och något som man måste ha för att kunna köra skadade människor till akuten. (När jag frågar så svarar folk ofta att de måste ha bilen eftersom de måste ta sig från bostaden där de har valt att bo till arbetsplatsen där de har valt att arbeta.)

- Vad är så nödvändigt så att vi är beredda att **offra** våra barns eller barnbarns liv för att kunna använda det?

- Vad är så nödvändigt så att vi är beredda att **riskera** våra barns eller barnbarns liv för att kunna använda det?

- Vad är så nödvändigt så att vi är beredda att utsätta våra barn eller barnbarn för en sannolikhet på **1%** att dö i förtid?

Varning åsikt (Fotnot 0.5): Klimatförändringarna är ingen lek. Det har vi konstaterat. Det gäller faktiskt liv och död för de barn som föds nu.

Fotnot 0.5: Det är viktigt att skilja mellan åsikter och vetenskapliga fakta. Avsikten är att alla påståenden i den här kursen ska vara verifierbara vetenskapliga fakta. Det är därför jag är så noga med att inkludera alla källor i fotnoterna. När jag skriver något som är min egen personliga åsikt så markerar jag det så här.

Mina åsikter är naturligtvis alltid bonusmaterial och inte en obligatorisk del av kursen.

^{vi} 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 diesels 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:

$10,5 \text{ kWh/l} \cdot 0,36 \text{ liter/kg CO}_2 \approx 3,8 \text{ kWh/kg CO}_2$

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

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

^{vii} 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:

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

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

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

^{viii} 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>)

"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:)

^x Fotnot IVC: "Emissions of carbon dioxide by aircraft were 0.14 Gt C/year in 1992. This is about 2% of total anthropogenic carbon dioxide emissions in 1992 or about 13% of carbon dioxide emissions from all transportation sources" (<http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/aviation/index.php?idp=6>)
(Hjälp mig gärna att hitta mer aktuella värden.)

^x Fotnot 2.1.CF: En motorcykel förbrukar ca 0,6 liter bensin per mil. (<http://www.abc.se/~pa/txt/mc.htm> Hjälp mig gärna att hitta en bättre källa)
En liter bensin motsvarar 10 kWh (Fotnot 2.1.AB:) så en motorcykel förbrukar ca 6 kWh per mil
Den genomsnittliga körsträckan för Sveriges 278321 motorcyklar år 2007 var 261mil. (http://www.scb.se/Statistik/TK/TK1001/Fordon_2008.pdf Tabell MC5)
Det motsvarar 4,5 kWh per motorcykel och dygn:
 $261\text{mil} * 6\text{kWh/mil} / 365\text{dygn/år} \sim 4,5 \text{ kWh/dygn}$
Utslaget över alla svenskar blir det ca 0,1 kWh per person och dygn:
 $278321\text{MC} * 4,5 \text{ kWh/MC\&dygn} / 9500000\text{svenskar} \sim 0,1 \text{ kWh/pp\&d}$

^{xi} Fotnot 2.1.X.70: En buss förbrukar ca 3,5 kWh/km (<http://www.vti.se/sv/publikationer/pdf/energiforbrukning-och-avgasemission-for-olika-transporttyper.pdf> Tabell 5 & Tabell 7)
Den genomsnittliga körsträckan för Sveriges 15515 bussar år 2007 var 5779 mil. (http://www.scb.se/Statistik/TK/TK1001/Fordon_2008.pdf Tabell BU8)
Utslaget över alla svenskar blir det ca 0,9 kWh per person och dygn:
 $15515\text{bussar} * 5779\text{mil} * 3,5\text{kWh/km} / 9500000\text{svenskar} / 365\text{dygn} \sim 0,9 \text{ kWh/pp\&d}$

^{xii} Fotnot 2.1.X.71: Järnvägarna, Spårvägar och Tunnelbana förbrukar el motsvarande en halv kWh/pp&d för persontrafik och infrastruktur:
 $(257\text{GWh/år} + 1250\text{GWh/år} + 72\text{GWh/år} + 197\text{GWh/år}) / 9500000\text{personer} / 365\text{dygn} \sim 0,51 \text{ kWh/pp\&d}$
Dessutom förbrukar järnvägen 6744 m3 diesel per år. Diesel innehåller ca 10 kWh per liter (Fotnot 2.1.AB:) så 6744 m3 diesel motsvarar:
 $10\text{kWh/liter} * 6744\text{m}^3 / 9500000\text{svenskar} / 365\text{dygn} \sim 0,02 \text{ kWh/pp\&d}$
Källa: (http://trafa.se/PageDocuments/Bantrafik_2011.pdf raderna 27, 47, 50, 53 & 54)

^{xiii} Fotnot 2.1.BL: "från Sverige med passagerarfartyg ... till Helsingfors i Finland. ... tur- och returresa för en person är ungefär 180 kg koldioxid." (<http://www.utslappsratt.se/berakna-utslapp/berakning-av-utslapp-fran-batar-och-fartyg/> Hjälp mig gärna att hitta en bättre källa)
Varje liter diesel innehåller ca 10 kWh (Fotnot 2.1.AB:) och orsakar utsläpp på ca 2,8 kg koldioxid. (Fotnot 2.1.BG:)
En tur och returresa med en sådan färja förbrukar alltså ca:
 $10\text{kWh/l} * 180\text{kgCO}_2 / 2,8\text{kgCO}_2/\text{l} \approx 687 \text{ kWh}$
Utslaget över hela året blir det:
 $687\text{kWh} / 365\text{dygn} \approx 1,9 \text{ kWh per person och dygn}$

^{xiv} Fotnot 2.1.X.60: "Tabell 10 ... Passagerarfartyg och färjor, ankomna till och avgångna från Sverige 2010 ... Antal passagerare i 1000 ... 13657 ... 13156" (http://www.scb.se/Statistik/TK/TK0802/Sjotrafik_2010.pdf)
En tur och returresa med en färja "kostar" ungefär 687 kWh. (Fotnot 2.1.BL:)

År 2010 förbrukade alltså passagerarfärjorna i Sverige motsvarande:
13400torResor * 687kWh/resa / 9500000svenskar / 365dygn ≈ 0,003 kWh/pp&d

^{xv} 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:)

^{xvi} Fotnot 2.1.X.56: "Varje år används 32 miljoner liter bensin i fritidsbåtar i Sverige" (
<http://www.utslappsrott.se/berakna-utslapp/berakning-av-utslapp-fran-batar-och-fartyg/> Hjälp mig
gärna att hitta en bättre källa)
Varje liter bensin innehåller ca 10 kWh. (Fotnot 2.1.AB:)
Fritidsbåtarna förbrukar alltså motsvarande:
32MI * 10kWh/l / 9500000svenskar / 365dygn ≈ 0,09 kWh/pp&d

^{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 2.1.X.74: De här kalkylatorerna kan användas till att uppskatta energiförbrukningen för
olika avstånd och transportmedel:
<http://www.utslappsrott.se/berakna-utslapp/> Den här kalkylatorn visar CO2-utsläpp men inte kWh
<http://www.carbon-calculator.org.uk/> Den här kalkylatorn använder engelska miles (1,609km) och
inte svenska mil. När det gäller flygplan så räknar de bara koldioxid. Inte koldioxidekvivalenter.
Dessutom misstänker jag att de förutsätter att flygplanet är fullsatt, eftersom jag tycker att deras
värden är väldigt låga.
Hjälp mig gärna att hitta fler och/eller bättre kalkylatorer.

^{xix} 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 Väner, Vättern, Mälaren och Hjälmaren
450295km² Totalareal

^{xx} Fotnot XXVIII: Produktion, export och import av träprodukter. Vi importerar en hel del trävaror, och exporterar mest papper och pappersmassa: (
<http://www.skogsstyrelsen.se/sv/Myndigheten/Statistik/Skogsstatistisk-Arsbok/Skogsstatistiska-arsbocker/> Kapitel 15)

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

^{xxii} 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 för åkrar och 8 för Norrland och skogsbygder. Det motsvarar 4100 respektive 2200 kWh per km² och dygn.

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

15 MWh/ha * 27500km² ≈ 41 TWh per år netto

41TWh/år / 9500000svenskar / 365dygn ≈ 12 kWh per person och dygn

På en yta motsvarande alla Sveriges 221 tusen km² skog (Fotnot 2.1.N:) skulle man då få ut:

8 MWh/ha * 221000km² ≈ 177 TWh per år netto

177TWh/år / 9500000svenskar / 365dygn ≈ 51 kWh per person och dygn

Ytan av Sveriges åker och betesmark motsvarar 16% av ytan hos Sveriges skogar. (Fotnot 2.1.N:) Om

en så stor skogsmark användes för odling av energigröda skulle vi få ut 8 kWh per person och dag:

16% * 51kWh/pp&d ≈ 8 kWh/pp&d

För att producera bränslet behövs ungefär 10 MWh per ha och år. (

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

ERoEI på 2,5 på åker och 1,8 i Norrland och skogsbygder:

(15MWh/ha +10MWh/ha) / 10MWh/ha ≈ 2,5

(8MWh/ha +10MWh/ha) / 10MWh/ha ≈ 1,8

^{xxiii} Fotnot XXXII:

^{xxiv} Fotnot XXXII: "I dag utviner 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. Hjälp mig gärna att hitta säkrare siffror.

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

Det motsvarar:

130TWh / 9500000svenskar / 365dygn/år ~ 38 kWh/pp&d brutto

ERoEI är upp till 30 gånger för "firewood": (<http://www.esf.edu/efb/hall/2009-05Hall0327.pdf>

Figure 10)

För varje kWh man använder för att samla ihop befintlig ved, så kan man alltså få upp till 30 kWh värmeenergi tillbaka.

Från de 38 kWh/pp&d som skogsavfallet producerar måste man alltså dra bort den energi som krävs för att samla ihop veden.

Netto energin blir alltså: $38\text{kWh/pp\&d} - 38\text{kWh/pp\&d} / 30 = 36\text{ kWh/pp\&d}$

(Pellets har dock en sämre ERoEI. (Fotnot 2.1.X.11:)

^{xxv} Fotnot 2.1.X.11: Energiåtgången för att tillverka pellets från biprodukter som t.ex. halm eller trä varierar mycket. (

<http://www.energimyndigheten.se/Global/Forskning/Energigr%C3%B6dor/SLU%20systemstudie%20pelletering-brikettering.pdf> Tabell 52) Låt oss räkna med 0,14 MWh/ton pellets. Beroende på vad pelletsen

tillverkas av så kan det även krävas torkning på 0,78 MWh/ton pellets.

"Två ton pellets har samma energiinnehåll som ... 8 000 kWh el" (

<http://www.energimyndigheten.se/sv/hushall/din-uppvarmning/biobransle---ved-och-pellets/Pellets/>) D.v.s. Energiinnehållet i pellets är 4 MWh/ton.

Utan torkning blir ERoEI:

$4\text{MWh/ton} / 0,14\text{MWh/ton} \approx 28,6$

Med torkning blir ERoEI:

$4\text{MWh/ton} / (0,106+0,78)\text{MWh/ton} \approx 4,51$

^{xxvi} Fotnot 2.1.X.12: "En sammantagen bedömning är alltså att det i Sverige finns ca 6,5 miljoner hektar torvmark ... en årlig tillväxt av torvresursen på totalt 20 miljoner m³ ... Utvinningen motsvarar ungefär en femtedel av denna tillväxt. Tillväxtsiffrorna bygger på den genomsnittliga torvtillväxten under hela bildningstiden och avser 4,6 miljoner hektar myrmark. Skogsmark på torv ingår inte i uppskattningen ... 1 m³ frästortv motsvarar 1 MWh"

"Tabell 5.2." förbränning av Torv 106,0 Koldioxid, g CO₂/MJ bränsle

(<http://www.regeringen.se/content/1/c4/20/51/3848bd5f.pdf>) (

<http://www.regeringen.se/sb/d/108/a/2051>)

Låt oss säga att den genomsnittliga produktionen är lika stor på den totala ytan som på den uppskattade ytan. Då blir den totala årliga torvtillväxten:

$6,5\text{Mha} * 20\text{Mm}^3 / 4,6\text{Mha} \approx 28\text{ miljoner kubikmeter torv}$

Fördelat på 9,5 miljoner svenskar (Fotnot LIV:) så blir det:

$28\text{Mm}^3 * 1\text{MWh/m}^3 / 9500000\text{svenskar} / 365\text{dygn} \approx 8,2\text{ kWh per person och dygn}$

Efter korrigering för en ERoEI på 7 (Fotnot 2.1.AC:) så blir det:

$8,2\text{kWh/pp\&d} - 8,2\text{kWh/pp\&d} / 7 \approx 7,0\text{ kWh per person och dygn netto}$

Kolet som binds (Fotnot 1.H:) i torven motsvarar 3,1 kg CO₂ per person och dag:

$8,2\text{kWh/dygn} * 106\text{gCO}_2/\text{MJ} \sim 3,1\text{ kgCO}_2/\text{pp\&dygn}$

Fast det kan tänkas att den växer till långsammare numera (Fotnot 2.1.X.54:)

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)
950000svenskar / 4700000hushåll \approx 2 personer per hushåll

Fotnot 1.H: Biomassa betyder ungefär "vikten av allt som är levande eller nyligen har dött". När man säger att växande skogar tar upp kol så menar man att biomassan ökar. Kolet är dock bara bundet så länge skogen finns kvar. När skogen bränns eller förmultnar så frigörs kolet som koldioxid igen. Så länge den totala mängden biomassa på jorden är konstant, så är också mängden kol som är bundet i den konstant.

^{xxvii} Fotnot 2.1.AC: Jag har inte hittat någon bra uppskattning av EROEI för torv, så vi gör en själva. Så här skriver Näringsdepartementet i ett Betänkande:
"Över hälften av kostnaderna för produktion och transport av torv utgörs av rörliga kostnader för produktionen (främst personal, drivmedel, lagerhållning). De påverkas i stor utsträckning av väderförhållanden men också av torvtäktens specifika egenskaper, såsom storlek, halt av torrsubstans, kvalitetsegenskaper i övrigt. De fasta kostnaderna avser främst investeringar i maskinell utrustning och infrastruktur och uppkommer till stor del i etableringsfasen. Kostnaderna för transport till kund kan uppgå till inemot en tredjedel av totalkostnaden. ... energiinnehållet i själva bränslet kan vara ca 10 MJ/kg ... Det vanligaste sättet att transportera torv i dag är på landsväg med lastbil. Landsvägstransporternas längd är i genomsnitt cirka 10–15 mil, men variationerna är stora – från ett fåtal kilometer till som mest 40 mil." (<http://www.regeringen.se/content/1/c4/20/51/3848bd5f.pdf>) (<http://www.regeringen.se/sb/d/108/a/2051>)

Det tycks alltså som att brytningen av torv begränsas av kostnaden, och att kostnaden till stor del är en transportkostnad. Låt oss anta att den genomsnittliga totala investerade energin motsvarar energikostnaden för att transportera torven 40 mil. Vägtransporter kostar ca 1 kWh per ton-km. (http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c15/page_91.shtml) (Fotnot 0.3:) Att transportera 1 ton 40 mil kostar alltså 400 kWh. Energiinnehållet i torv är 10 MJ/kg. EROEI blir alltså: 10MJ/kg / 400kWh/ton \approx 7
(Hjälp mig gärna att göra en bättre uppskattning)

^{xxviii} Fotnot 2.1.X.12: "En sammantagen bedömning är alltså att det i Sverige finns ca 6,5 miljoner hektar torvmark ... en årlig tillväxt av torvresursen på totalt 20 miljoner m³ ... Utvinningen motsvarar ungefär en femtedel av denna tillväxt. Tillväxtsiffrorna bygger på den genomsnittliga torvtillväxten under hela bildningstiden och avser 4,6 miljoner hektar myrmark. Skogsmark på torv ingår inte i uppskattningen ... 1 m³ frästorv motsvarar 1 MWh"

"Tabell 5.2." förbränning av Torv 106,0 Koldioxid, g CO₂/MJ bränsle
(<http://www.regeringen.se/content/1/c4/20/51/3848bd5f.pdf>) (<http://www.regeringen.se/sb/d/108/a/2051>)

Låt oss säga att den genomsnittliga produktionen är lika stor på den totala ytan som på den uppskattade ytan. Då blir den totala årliga torvtillväxten:
6,5Mha * 20Mm³ / 4,6Mha \approx 28 miljoner kubikmeter torv
Fördelat på 9,5 miljoner svenskar (Fotnot LIV:) så blir det:
28Mm³ * 1MWh/m³ / 950000svenskar / 365dygn \approx 8,2 kWh per person och dygn
Efter korrigering för en EROEI på 7 (Fotnot 2.1.AC:) så blir det:
8,2kWh/pp&d – 8,2kWh/pp&d / 7 \approx 7,0 kWh per person och dygn netto
Kolet som binds (Fotnot 1.H:) i torven motsvarar 3,1 kg CO₂ per person och dag:
8,2kWh/dygn * 106gCO₂/MJ \approx 3,1 kgCO₂/pp&dygn

Fast det kan tänkas att den växer till långsammare numera (Fotnot 2.1.X.54:)

^{xxix} Fotnot 2.1.CL: Torvmarker är en sänka för koldioxid men en källa till metan. (Fotnot 2.1.AA:) Därför går åsikterna isär om huruvida torv-eldning ska anses koldioxidneutralt. T.ex. får man gröna certifikat för torv i Sverige men inte i Norge. (

http://webbshop.cm.se/System/DownloadResource.ashx?p=Energimyndigheten&ri=default:/Resources/Permanent/Static/831ad3e2e76b4aa7953c1a5ffe10c19d/ET2012_30w.pdf)
(<http://webbshop.cm.se/System/TemplateView.aspx?p=Energimyndigheten&view=default&id=831ad3e2e76b4aa7953c1a5ffe10c19d>)

^{xxx} Fotnot 2.1.X.13: "Lignite, often referred to as brown coal, or Rosebud coal by Northern Pacific Railroad, is a soft brown fuel with characteristics that put it somewhere between coal and peat." (<http://en.wikipedia.org/wiki/Lignite>)

^{xxxi} Fotnot 2.1.X.14: "de extra utsläppen under en 20-årig brytperiod har kompenserats under efterföljande 60 år av att täktarealen inte längre avger växthusgaser" (<http://www.regeringen.se/content/1/c4/20/51/3848bd5f.pdf>)

^{xxxii} Fotnot 2.1.X.54: "Torvresursens tillväxt baseras på mätningar av myrarnas uppbyggnad sedan istiden och representerar ett medelvärde för flera tusen år. Dagens tillväxt kan avvika från den historiska, och vissa undersökningar från de senaste åren tyder på att i vart fall en del myrar i dagsläget ackumulerar betydligt mindre kol än tidigare. Skillnaderna mellan olika typer av myrar är betydande." (<http://www.regeringen.se/content/1/c4/20/51/3848bd5f.pdf>) (<http://www.regeringen.se/sb/d/108/a/2051>)

^{xxxiii} Fotnot KM.2C:

^{xxxiv} Fotnot KM.2C:

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

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

^{xxxvii} 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.