

## Klimat 2X: Ett alternativ för att fylla energi-gapet?

(På 3<sup>i</sup> minuter hinner du läsa det som står med fetstil och fundera över hur DU tycker att energigapet ska fyllas. Gör det nu. <sup>ii</sup>)

Uppgiften i det förra mailet i sektion 2 var att fundera på och skriva om hur du tycker att energi-gapet ska fyllas. Det här mailet innehåller *mina* tankar om hur vi kan säkra vår energiförsörjning utan att fortsätta släppa ut CO2 från fossila bränslen.

Dagens uppgift är att ägna 3<sup>iii</sup> minuter åt att fortsätta fundera över hur DU tycker att energigapet ska fyllas. Gör det nu.

Att Sverige klarar att få bort sina koldioxid-utsläpp hjälper inte om inte resten av världen också klarar det. Samtidigt är det Sverige vi har störst möjlighet att påverka. Låt oss kompromissa och räkna på vad Sverige behöver göra för att Europa ska klara sig utan fossila bränslen. (Jag har räknat på hela Europa utom Ryssland och Turkiet. <sup>iv</sup> När jag använder ordet Europa i det här mailet så är det Europa utom Ryssland och Turkiet jag menar.)

### Detta är den förnybara energi som finns tillgänglig i Europa vid full utbyggnad:

Vattenkraft: **7,1 kWh/pp&d** <sup>v</sup>

Energi-grödor: **2 kWh/pp&d** <sup>vi</sup>

Skogsavfall: **4,0 kWh/pp&d** <sup>vii</sup>

Torv: **0,3 kWh/pp&d** <sup>viii</sup>

Biogas: **4,4 kWh/pp&d** <sup>ix</sup>

Sopförbränning: **1 kWh/pp&d** <sup>x</sup>

Värmepumpar: **6 kWh/pp&d** <sup>xi</sup>

Vindkraft: **60 kWh/pp&d** <sup>xii</sup> (Det skulle krävas vindpark på en tredjedel av Europas skog & jordbruksmark för att Europa skulle få en sammanlagd energiproduktion lika stor som svenskarnas konsumtion på 150 kWh per person och dag.)

Vindkraft till havs: **19 kWh/pp&d** <sup>xiii</sup>

Sol på tak: **17 kWh/pp&d** <sup>xiv</sup>

Vågkraft: **2,5 kWh/pp&d** <sup>xv</sup>

Tidvatten: **3,3 kWh/pp&d** <sup>xvi</sup>

 **128 kWh per europe och dag**

(Energi-grödor på 10% av all skog & jordbruksmark, vindkraftpark på en femtedel av all skog & jordbruksmark och 50 m2 solpaneler per person)

Europa kan alltså inom sina gränser producera 128 kWh förnybar energi per person och dag. För att täcka en förbrukning motsvarande Sveriges på 150 kWh per person och dag, så behöver Europa *dessutom* importera eller producera ytterligare 22 kWh per person och dag. Det kan t.ex. göras med något av dessa:

- Ett solkraftverk stort som Danmark och placerat i Sahara. <sup>xvii</sup>
- Vindpark på den blåsigare halvan av all Europas skog & jordbruksmark. <sup>xviii</sup>
- Öka antalet kärnkraftverk med en sjättedel och göra vart och ett större än Forsmark. Det skulle bli ett kärnkraftverk var sextonde mil över hela Europas yta. <sup>xix</sup> (Idag finns 180 kärnkraftverk i Europa. <sup>xx</sup>)
- Spara 14% av energiförbrukningen.

### Om ett enda energislag skulle täcka hela Europas energibehov:

- För att täcka hela Europas energibehov med solenergi skulle det krävas ett solkraftverk betydligt större än Storbritannien och placerat i Sahara. <sup>xxi</sup>
- För att täcka hela Europas energibehov med vindkraft skulle det krävas en vindpark stor som halva Europa. <sup>xxii</sup>
- För att täcka hela Europas energibehov med kärnkraft skulle det krävas ett Forsmark nästan var sjätte mil i hela Europa. <sup>xxiii</sup>

### Den andel av Europas förnybara energi som finns i Sverige är:

Vattenkraft: 32 kWh/pp&d <sup>xxiv</sup>  
Energi-grödor: 8,1 kWh/pp&d <sup>xxv</sup>  
Skogsavfall: 36 kWh/pp&d <sup>xxvi</sup>  
Torv: 7 kWh/pp&d <sup>xxvii</sup>  
Biogas: 4,4 kWh/pp&d <sup>xxviii</sup>  
Sopförbränning: 1 kWh/pp&d <sup>xxix</sup>  
Värmepumpar: 18 kWh/pp&d <sup>xxx</sup>  
Vindkraft: 321 kWh/pp&d <sup>xxxi</sup>  
Vindkraft till havs: 36 kWh/pp&d <sup>xxxii</sup>  
Sol på tak: 15 kWh/pp&d <sup>xxxiii</sup>  
Vågkraft: 1,4 kWh/pp&d <sup>xxxiv</sup>  
Tidvatten: 0 kWh/pp&d <sup>xxxv</sup>



svensk och dag

(Räknat på samma sätt som för Europa)

Om alla europeer ska kunna konsumera motsvarande Sveriges förbrukning på 150 kWh per person och dag, så behöver Sverige alltså utöver sin egen konsumtion producera ca 330 kWh per svensk och dag för export, och då behöver Europa *ändå* importera energi eller bygga ut t.ex. kärnkraften eller vindkraften.

Nu kommer vi till mitt förslag till lösning på hur Sverige kan hantera sin energi. Jag tror inte att detta är den enda eller bästa lösningen, men det är en lösning där energiproduktionen är lika stor som energikonsumtionen. **I alla fungerande lösningar så måste energiproduktionen vara minst lika stor som energikonsumtionen.**

**Varning, Åsikt<sup>xxxvi</sup>: Förslag till Svensk energiproduktion:**

- Vattenkraft: 29 kWh/pp&d** (Samma som nu<sup>xxxvii</sup>)
- Energi-grödor: 1,3 kWh/pp&d** (Det räcker bara till svenskt civilt flygbränsle<sup>xxxviii</sup> och kräver 9% av Sveriges åkrar och ängar eller knappt 3% av skogsmarken.<sup>xxxix</sup>)
- Skogsavfall: 36 kWh/pp&d** (Samma som nu<sup>xl</sup>)
- Torv: 0 kWh/pp&d** (Torv är bunden CO2. Låt den fortsätta vara bunden.)
- Biogas: 4,4 kWh/pp&d** (Hela potentialen<sup>xli</sup>)
- Sopförbränning: 1 kWh/pp&d** (Hela potentialen<sup>xlii</sup>)
- Värmepumpar: 18 kWh/pp&d** (Hela potentialen<sup>xliii</sup>)
- Vindkraft: 305 kWh/pp&d** (En tredjedel av Sveriges skogar eller ca en sjundedel av hela Sverige<sup>xliv</sup>)
- Vindkraft till havs: 16 kWh/pp&d** (Vindkraftpark på en yta motsvarande en tredjedel av Sveriges kustvatten<sup>xlv</sup>)
- Sol: 45 kWh/pp&d** (Solkraftverk i Sahara med en sammanlagd yta stor som Ölands<sup>xlvi</sup>)
- Spara energi: 24 kWh/pp&d** (Förbruka 20% mindre än idag<sup>xlvii</sup>)

**480 - 24 ~ 456 kWh per svensk och dag**

Sverige producerar idag kärnkraft motsvarande ca 18 kWh per person och dag.<sup>xlviii</sup> I detta mitt förslag väljer jag att behålla den mängden kärnkraft tills alla fossila bränslen har avskaffats både i Europa och i energiimporten till Europa.<sup>xlix</sup>

En så här stor energiexport skulle bli Sveriges största exportvara. Om Sverige kunde tjäna 10 öre<sup>l</sup> per exporterad kWh så skulle netto-vinsten från exporten motsvara 5% av Sveriges statsbudget. Dessutom skulle den kunna generera mer än 1 miljon arbetstillfällen.<sup>li</sup>

Jag har valt att helt avstå ifrån:

- Torven som i Sverige växer till med 77000 m<sup>3</sup> per dag. Det innebär att den Svenska torven binder kol motsvarande 3 kg CO<sub>2</sub> per svensk och dygn. <sup>lii</sup> Jag tror att torven gör bättre nytta som koldioxidsänka <sup>liii</sup> än som energikälla.
- Fossila bränslen med CCS <sup>liv</sup> eftersom jag bedömer att allt lagringsutrymme kommer att gå åt till att ta hand om koldioxid som vi redan har släppt ut. <sup>lv</sup>
- Tekniker på experimentstadiet <sup>lvi</sup> eftersom jag bedömer att vi inte kan vänta på dem. (Jag anser att vi fortfarande bör försöka forska fram nya tekniker, men om någon av dem hinner bli storskalig i tid för att göra en skillnad så ser jag det som en bonus, inte som något jag vill satsa mina barns liv på.)

Bonus: En liknande plan för Storbritannien:

[http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c28/page\\_215.shtml](http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c28/page_215.shtml)

och en kalkylator som hör ihop med den planen: <http://2050-calculator-tool.decc.gov.uk/>

Bonus-information: I Tyskland är det redan en brist på lämpliga tak för solpaneler:

[http://www.nyteknik.se/nyheter/energi\\_miljo/solenergi/article3543190.ece](http://www.nyteknik.se/nyheter/energi_miljo/solenergi/article3543190.ece)

Bonus: Litet men positivt: Energimyndighetens generaldirektör Erik Brandsma vill göra Sverige till ett grönt batteri för Europa. <sup>lvii</sup>

Humor-bonus <sup>lviii</sup>: <http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Impossible.png>

-----  
Mer information om denna klimat-utbildning finns på:

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

Dagens uppgift är att ägna 3 minuter åt att fundera över det här mailet. Kommentera och diskutera gärna.<sup>lix</sup>

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.<sup>lx</sup>

Detta mail kan även laddas ner som PDF från:

[http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2X\\_EttAlternativForAttFyllaEnergigapet.pdf](http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2X_EttAlternativForAttFyllaEnergigapet.pdf)

Bonus: Nästa mail kan laddas ner som PDF från:

[http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat3L\\_Ekonomiskalmplikationer.pdf](http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat3L_Ekonomiskalmplikationer.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.

---

<sup>i</sup> 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/>

<sup>ii</sup> 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.

<sup>iii</sup> 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/>

<sup>iv</sup> Fotnot 2.3.F: Jag har inte hittat tillräckligt med data för Rysslands och Turkiets Europeiska delar.

Därför har jag räknat på hela Europa utom Ryssland och Turkiet. När jag här använder ordet Europa så är det Europa utom Ryssland och Turkiet jag menar. Hjälp mig gärna att hitta befolkning, area, kustlängd, jordbruksareal, skogsareal och antal kärnkraftverk för Rysslands och Turkiets Europeiska delar. (Fotnot 0.6:)

<sup>v</sup> Fotnot 2.3.H: Vattenkraft kommer från regnvatten. Mängden regnvatten är ungefär proportionell mot landets yta, så för en grov uppskattning så antar vi att mängden vattenkraft också är ungefär proportionell mot ytan. Vi antog att EU:s skulle kunna producera  $2 \cdot 590 \sim 1180$  TWh per år. (Fotnot 2.2.X.4:) Europas (Fotnot 2.3.F:) landyta är 5699617 km<sup>2</sup> och EU:s landyta är 4275555 km<sup>2</sup>. (Fotnot 2.3.G:) Det betyder att Europa skulle kunna producera:

---

1180TWh/år \* 5699617km<sup>2</sup> / 4275555km<sup>2</sup> / 365dygnPerÅr ~ 4,3 TWh/dag

Efter korrigering för en EROEI på 100 (Fotnot 2.1.AD:) så blir det:

4,3TWh/dag - 4,3TWh/dag / 100 ~ 4,2 TWh/dag

Europas befolkning är ca 600 miljoner människor. (Fotnot 2.3.G:) så 4,2 TWh/dag motsvarar:

4,2TWh/dag / 600000000människor ~ 7,1 kWh/pp&d

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

[http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c30/page\\_232.shtml](http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c30/page_232.shtml)) (Fotnot 0.3:)

Fotnot 2.3.G: Europa

Population: 593367928 människor

Land: 5699617 km<sup>2</sup>

Agricultural land: 1784517 km<sup>2</sup>

Forest: 2114680 km<sup>2</sup>

Coastal length: 104087 km

---

EU-27

Population: 498774956 människor

Land: 4275555 km<sup>2</sup>

Agricultural land: 1270361 km<sup>2</sup>

Forest: 1717129 km<sup>2</sup>

Coastal length: 67800 km

---

Sverige

Population: 9514406 människor

Land: 410335 km<sup>2</sup>

Agricultural land: 24409 km<sup>2</sup>

Forest: 307850 km<sup>2</sup>

Coastal length: 3218 km

---

Källor:

( [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_countries\\_by\\_population](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_population) ) (

[http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_countries\\_and\\_outlying\\_territories\\_by\\_total\\_area](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_and_outlying_territories_by_total_area) ) (

[http://en.wikipedia.org/wiki/Land\\_use\\_statistics\\_by\\_country](http://en.wikipedia.org/wiki/Land_use_statistics_by_country) ) (

[http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_countries\\_by\\_forest\\_area](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_forest_area) ) (

[http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_countries\\_by\\_length\\_of\\_coastline](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_length_of_coastline) )

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 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/> )

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

Det krävs 600 kWh för att producera 1 m<sup>2</sup> kilselsolceller. (

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

Solpaneler på ett tak i Sverige producerar ca 0,37 kWh/m<sup>2</sup>&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/m<sup>2</sup>&dygn \*

Solpanel netto: 0,3 kWh/m<sup>2</sup>& dygn \*\*

Solpanel effektivitet brutto: 13,9% \*\*\*

Solcellskraftverk netto: 0,2 kWh/m<sup>2</sup>& dygn \*\*\*\*

Solpanel investeringskostnad: 3214 kr/m<sup>2</sup> \*\*\*\*\*

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 m<sup>2</sup> och livslängden beräknas till 25 år.

Då blir bruttoproduktionen från solpanelerna 0,37 kWh per m<sup>2</sup> och dygn:

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

\*\* Låt oss räkna med en EROEI på 5,6 (Fotnot 2.1.CD:) (även om EROEI naturligtvis borde bli lägre för ett solcellskraftverk än för de enskilda solcellerna). Då blir nettoproduktionen från en solpanel 0,3 kWh per m<sup>2</sup> och dygn efter korrigerigering 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/m<sup>2</sup> (

<http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/stralning/1.2927> )

Det motsvarar 965 kWh/m<sup>2</sup>/år / 365 dygn/år = 2,64 kWh/m<sup>2</sup>&dygn

Solpanelerna producerar 0,37 kWh/m<sup>2</sup>&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 m<sup>2</sup> och dygn:



---

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

\*\*\*\* Investeringskostnaden var 3214 kr per kvadratmeter:

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

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

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

-

Källa: Energivärlden Nr 3/2012 (

[http://213.115.22.116/System/DownloadResource.ashx?p=Energimyndigheten&rl=default:/Resources/Permanent/Static/a957d3ca204c4612ac0a642532affa91/EV3\\_2012.pdf](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> )

<sup>vi</sup> Fotnot 2.3.I: Låt oss anta att vi sätter av 10% av all jordbruksmark och alla skogar till odling av energigröda. Europa (Fotnot 2.3.F:) har ca 1784517 km<sup>2</sup> jordbruksmark och 2114680 km<sup>2</sup> skog. (Fotnot 2.3.G:). I Sverige så kan man få ut 4100 kWh per km<sup>2</sup> och dygn på jordbruksmark och 2200 kWh per km<sup>2</sup> och dygn i skogsbygder. (Fotnot XXX:) Låt oss gissa låt oss gissa att man får ut ungefär så mycket i resten av Europa. Då skulle Europa kunna producera energigröda motsvarande:

$10\% * 1784517\text{km}^2 * 4100\text{kWh}/\text{km}^2\&\text{dygn} + 10\% * 2114680\text{km}^2 * 2200\text{kWh}/\text{km}^2\&\text{dygn} \sim 1,2 \text{ TWh}/\text{dygn}$  netto

Europas befolkning är ca 600 miljoner människor. (Fotnot 2.3.G:) så 1,2 TWh/dag motsvarar:

$1,2\text{TWh}/\text{dag} / 600000000\text{människor} \sim 2 \text{ kWh}$  per europeer och dygn

Sveriges har 24000 km<sup>2</sup> jordbruksmark och 308000 km<sup>2</sup> skog. (Fotnot 2.3.G:) så Sveriges andel av Europas energigröda motsvarar:

$10\% * ( 24000\text{km}^2 * 4100\text{kWh}/\text{km}^2\&\text{dygn} + 308000\text{km}^2 * 2200\text{kWh}/\text{km}^2\&\text{dygn} ) / 9500000\text{svenskar} \sim 8,1 \text{ kWh}/\text{svensk}\&\text{dygn}$

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 km<sup>2</sup> och dygn.

På en yta motsvarande alla Sveriges 27 tusen km<sup>2</sup> åker (Fotnot 2.1.N:) skulle man då få ut:

$15 \text{ MWh}/\text{ha} * 27500\text{km}^2 \approx 41 \text{ TWh}$  per år netto

$41\text{TWh}/\text{år} / 9500000\text{svenskar} / 365\text{dygn} \approx 12 \text{ kWh}$  per person och dygn

På en yta motsvarande alla Sveriges 221 tusen km<sup>2</sup> skog (Fotnot 2.1.N:) skulle man då få ut:

$8 \text{ MWh}/\text{ha} * 221000\text{km}^2 \approx 177 \text{ TWh}$  per år netto

$177\text{TWh}/\text{år} / 9500000\text{svenskar} / 365\text{dygn} \approx 51 \text{ kWh}$  per person och dygn

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:

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

$(8\text{MWh}/\text{ha} + 10\text{MWh}/\text{ha}) / 10\text{MWh}/\text{ha} \sim 1,8$

Fotnot 2.1.N: Marktäckedata för riket som helhet omkr. år 2000. (

[http://www.scb.se/Pages/PressRelease\\_106451.aspx](http://www.scb.se/Pages/PressRelease_106451.aspx) )

27469,29km<sup>2</sup> Åkermark

7091,2km<sup>2</sup> Betesmark

---

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

<sup>vii</sup> Fotnot 2.3.J: Sveriges skogar är ca 300000 km<sup>2</sup> (Fotnot 2.3.G:) och producerar ca 130 TWh per år. (Fotnot XXXII:) Europas (Fotnot 2.3.F:) skogar är ca 2,1 miljoner km<sup>2</sup>. (Fotnot 2.3.G:) Om de producerar lika mycket skogsavfall per km<sup>2</sup> som de svenska skogarna så producerar de:  
 $130\text{TWh/år} * 2100000 / 300000 / 365\text{dygn/år} \sim 2,4 \text{ TWh/dygn}$   
Efter korrigering för en EROEI på 30 (Fotnot XXXII:) så blir det fortfarande nästan 2,4 TWh/dygn:  
 $2,4\text{TWh/dygn} - 2,4\text{TWh/dag} / 30 \sim 2,4 \text{ TWh/dygn}$   
Europas befolkning är ca 600 miljoner människor. (Fotnot 2.3.G:) så 2,4 TWh/dag motsvarar:  
 $2,4\text{TWh/dygn} / 600000000\text{människor} \sim 4,0 \text{ kWh/pp\&d}$

<sup>viii</sup> Fotnot 2.3.K: Så vitt jag vet finns växande torvmarker i Europa (Fotnot 2.3.F:) mest i de områden som var täckta av inlandsisen under istiden. Låt oss säga att den ytan är knappt 3 gånger så stor som Sveriges yta. Då blir tillväxten av torv i Europa ungefär 3 gånger så stor som tillväxten av torv i Sverige.  
Tillväxten av torv i Sverige motsvarar ungefär 8,2 kWh/pp&d brutto, och ungefär 7,0 kWh efter korrigering för EROEI. (Fotnot 2.1.X.12:) Om Europas produktion är 3 gånger så stor så motsvarar det:  
 $3 * 8,2\text{kWh/pp\&d} * 9500000\text{svenskar} \sim 0,23 \text{ TWh/dag brutto}$   
 $3 * 7,0\text{kWh/pp\&d} * 9500000\text{svenskar} \sim 0,20 \text{ TWh/dag netto efter korrigering för EROEI}$   
Europas befolkning är ca 600 miljoner människor. (Fotnot 2.3.G:) så 0,20 TWh/dag motsvarar:  
 $0,2\text{TWh/dag} / 600000000\text{människor} \sim 0,3 \text{ kWh/pp\&d}$

<sup>ix</sup> Fotnot 2.3.L: Jag har helt enkelt antagit att Europa (Fotnot 2.3.F:) har ungefär lika mycket avfall per person som Sverige har (Fotnot XXXIII:) (Fotnot 2.1.AP:), till att gör biogas av.

Fotnot XXXIII: Potentialen för biogasproduktion från avfall och biprodukter är 17370 GWh per år enligt ( <http://www.jti.se/uploads/jti/RKA-17AN.pdf> Tabell 2) Det motsvarar:  
 $17370\text{GWh/år} / 9500000\text{människor} / 365\text{dygn} \approx 5,0\text{kWh per person och dygn}$

Fotnot 2.1.AP: EROEI är i storleksordningen 8 för biogas från restprodukter: ( <http://lrrd.cipav.org.co/lrrd21/11/pres21195.htm> ) (Hjälp mig gärna att hitta en bättre källa. )  
För varje kWh man använder för att framställa biogas från restprodukter så kan man alltså få upp till 8 kWh tillbaka att t.ex. driva bilar med. Från de 5 kWh som produceras (Fotnot XXXIII:), måste man alltså dra bort den energi som krävs för att framställa och samla in biogasen:  
Netto energin blir alltså:  $5\text{kWh/pp\&d} - 5\text{kWh/pp\&d} / 8 \approx 4,4 \text{ kWh/pp\&d}$

---

<sup>x</sup> Fotnot 2.3.M: Jag har helt enkelt antagit att Europa (Fotnot 2.3.F:) har ungefär lika mycket avfall per person som Sverige har, till att elda. (Fotnot 2.1.X.20:)

Fotnot 2.1.X.20: År 2006 producerades 5657 TJ elektricitet, 26430 TJ ånga/hetvatten och 318 TJ värme m.h.a. Söppförbränning. Andelen förnybart material i soporna antas vara 40% (åtminstone vid värmeproduktion). (

[http://www.scb.se/statistik/EN/EN0105/2006A02/EN0105\\_2006A02\\_SM\\_EN11SM0801.pdf](http://www.scb.se/statistik/EN/EN0105/2006A02/EN0105_2006A02_SM_EN11SM0801.pdf) 12A)

Om vi räknar med samma andel förnybart material vid all söppförbränning, så blir antalet förnybara kWh per person och dygn:

$(5657+26430+318)TJ * 40\% / 9000000\text{svenskar} / 365\text{dygn} \approx 1,0 \text{ kWh per person och dygn}$

<sup>xi</sup> Fotnot 2.3.N: Jag har helt enkelt antagit att människor i Europa (Fotnot 2.3.F:) har i genomsnitt ungefär lika stort uppvärmningsbehov som människorna i EU. (Fotnot XXXV:)

Fotnot XXXV: Bergvärme och jordvärme är en beprövad teknik för att värma upp hus, men inte för att producera el. Jag har gissat på att behovet per person i EU för att värma upp hus, är ca 1/4 av behovet i Sverige. Vi bedömde att vi behöver 30 kWh per person och dygn i Sverige till att värma upp hus. (Fotnot KM.2F:) Låt oss säga att behovet i EU är 8 kWh per person och dygn. Av det kan högst drygt 2/3 täckas av geotermisk energi eftersom värmepumpen måste drivas av elektricitet.

Detta är naturligtvis en mycket grov uppskattning. Försök gärna att hitta en bättre uppgift och maila den till mig.

( Bergvärme för elproduktion är en teknik på experimentstadiet (Fotnot KM.2R:) )

<sup>xii</sup> Fotnot 2.3.O: Hur mycket energi får man ut om man gör om en femtedel av Europas jordbruksmark och skogar till en vindkraftspark?

Europa (Fotnot 2.3.F:) har ca 1785000 km<sup>2</sup> jordbruksmark och 2115000 km<sup>2</sup> skog. (Fotnot 2.3.G:)

Vindhastigheten är för låg i stora delar av Europa för att ge 2 W/m<sup>2</sup>. (

[http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c30/page\\_232.shtml](http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c30/page_232.shtml)) (Fotnot 0.3:) Låt oss räkna med att vi kommer att göra vindparkerna så mycket större än en femtedel av Europas jordbruksmark och skogar så att det kompenserar för att uteffekten är lägre. Då produceras:

$1/5 * 2W/m^2 * 24h/dygn * (1785000 + 2115000)km^2 \sim 37 \text{ TWh/dag}$

Efter korrigering för en ERoEI på 24 (Fotnot 2.1.AD:) så blir det:

$37TWh/dag - 37TWh/dag / 24 \sim 36 \text{ TWh/dag}$

Europas befolkning är ca 600 miljoner människor. (Fotnot 2.3.G:) så 36 TWh/dag motsvarar:

$36TWh/dag / 600000000\text{människor} \sim 60 \text{ kWh/pp\&d}$

<sup>xiii</sup> Fotnot 2.3.P: Jag gissar att potentialen för vindkraft till havs i Europa är ungefär lika mycket större än den i EU, som Europas kust är längre än EU:s kust. Potentialen för vindkraft till havs i EU är ca 14,4 kWh/pp&d efter korrigering för ERoEI. (Fotnot L:) Med undantag för Norge och det tidigare Jugoslavien är Europas (Fotnot 2.3.F:) kust densamma som EU:s kust. EU:s kust är ca 68000 km<sup>2</sup>, Europas kust är ca 104000 km<sup>2</sup> och EU:s befolkning är ca 500 miljoner. (Fotnot 2.3.G:) Då är potentialen för vindkraft till havs i Europa:

$14,4kWh/pp\&d * 500000000\text{människor} * 104000km^2 / 68000km^2 \sim 11,1 \text{ TWh/dag netto}$

Europas befolkning är ca 600 miljoner människor. (Fotnot 2.3.G:) så 11,1 TWh/dag motsvarar:

---

11,1TWh/dag / 600000000människor ~ 18,6 kWh/pp&d

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

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

[http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c12/page\\_74.shtml](http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c12/page_74.shtml)) (

[http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c14/page\\_86.shtml](http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c14/page_86.shtml)) (Fotnot 0.3:)

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

Det innebär att EU har motsvarande  $4,6/15$  mindre energi till havs (per person) jämfört med England  
Mängden vindkraft till havs i England brutto är  $16+32=48$ kWh/pp&d. (

[http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c10/page\\_60.shtml](http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c10/page_60.shtml)) (Fotnot 0.3:)

Då blir mängden vindkraft till havs i EU:

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

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

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

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

[http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c30/page\\_232.shtml](http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c30/page_232.shtml)) (Fotnot 0.3:)

Fotnot 2.2.AD: "Doubling the estimated total resource around the British Isles ... to allow for French, Irish and Norwegian tidal resources, then sharing between a population of 500 million, we get 2.6 kWh/d per person. The Baltic and Mediterranean coastlines have no tidal resource worth talking of."

( [http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c30/page\\_232.shtml](http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c30/page_232.shtml) ) (Fotnot 0.3:)

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](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.)

---

<sup>xiv</sup> Fotnot 2.3.Q: Jag har helt enkelt antagit att solpaneler på taken i Europa (Fotnot 2.3.F:) producerar ungefär lika mycket energi per m<sup>2</sup> som solpaneler på taken i EU. (Fotnot 2.2.X.7:)

Fotnot 2.2.X.7: Hur mycket energi producerar solpaneler i EU?

Solinstrålningen i EU är ungefär 1050 kWh/m<sup>2</sup>&år. (

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

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

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

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

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

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

<sup>xv</sup> Fotnot 2.3.R: Med undantag för Norge och det tidigare Jugoslavien är Europas (Fotnot 2.3.F:) kust

densamma som EU:s kust. Jag gissar att potentialen för vågkraft i Europa är ungefär lika mycket större än den i EU, som Europas kust är längre än EU:s kust. Potentialen för vågkraft i EU är ca 2

kWh/pp&d. (Fotnot 2.2.AC:) EU:s kust är ca 68000 km<sup>2</sup>, Europas kust är ca 104000 km<sup>2</sup> och EU:s befolkning är ca 500 miljoner. (Fotnot 2.3.G:) så potentialen för vågkraft i Europa är ca:

$2\text{kWh/pp}\&d * 500000000\text{människor} * 104000\text{km}^2 / 68000\text{km}^2 \sim 1,53 \text{ TWh/dag}$

Jag vet inte EROEI för vågkraft. Låt oss räkna med samma som för vindkraft till havs även om det troligen är för högt. Vågkraften är så liten så att skillnaden ändå inte har någon större betydelse för slutresultatet. Efter korrigering för en EROEI på 51 (Fotnot 2.1.AG:) så blir energin från vågkraft:

$1,53\text{TWh/dag} - 1,53\text{TWh/dag} / 51 \sim 1,5 \text{ TWh/dag}$

Europas befolkning är ca 600 miljoner människor. (Fotnot 2.3.G:) så 1,5 TWh/dag motsvarar:

$1,5\text{TWh/dag} / 600000000\text{människor} \sim 2,5 \text{ kWh/pp}\&d$

<sup>xvi</sup> Fotnot 2.3.S: Med undantag för Norge och det tidigare Jugoslavien är Europas (Fotnot 2.3.F:) kust

densamma som EU:s kust. Jag gissar att potentialen för tidvattenkraft i Europa är ungefär lika mycket större än den i EU, som Europas kust är längre än EU:s kust. Potentialen för tidvattenkraft i EU är ca

2,6 kWh/pp&d brutto. (Fotnot 2.2.AD:) EU:s kust är ca 68000 km<sup>2</sup>, Europas kust är ca 104000 km<sup>2</sup> och EU:s befolkning är ca 500 miljoner. (Fotnot 2.3.G:) så potentialen för tidvattenkraft i Europa är

ca:

$2,6\text{kWh/pp}\&d * 500000000\text{människor} * 104000\text{km}^2 / 68000\text{km}^2 \sim 2,0 \text{ TWh/dag}$

Jag vet inte EROEI för tidvattenkraft. Låt oss räkna med samma som för vattenkraft även om det troligen är för högt. Tidvattenkraften är så liten så att skillnaden ändå inte har någon större betydelse för slutresultatet. Efter korrigering för en EROEI på 100 (Fotnot 2.1.AD:) så blir energin från vågkraft

fortfarande nästan 2 TWh/dag:

$2,0\text{TWh/dag} - 2,0\text{TWh/dag} / 100 \sim 2 \text{ TWh/dag}$

Europas befolkning är ca 600 miljoner människor. (Fotnot 2.3.G:) så 2 TWh/dag motsvarar:

$2\text{TWh/dag} / 600000000\text{människor} \sim 3,3 \text{ kWh/pp}\&d$

---

<sup>xvii</sup> Fotnot 2.3.T: Hur stora solkraftverk skulle krävas i Sahara för att täcka Europas "Energi-gap" på ca 22 kWh/pp&d. (Fotnot KM.2X:) respektive hela Europas energibehov på ca 150 kWh/pp&d (Fotnot Sammanst.EB:) ?

Det finns ca 593 miljoner människor i Europa (Fotnot 2.3.G:)

Ett solkraftverk i Sahara kan producera ungefär 315000 kWh per km<sup>2</sup> och dygn netto. (Fotnot 2.3.AK:)

Det betyder att ett solkraftverk stort som Danmarks 43000 km<sup>2</sup>\* kan producera:

43000km<sup>2</sup> \* 315000kWh/km<sup>2</sup> / 593000000människor ~ 23 kWh per person och dygn

... och ett solkraftverk stort som Storbritanniens 243000 km<sup>2</sup>\* kan producera:

243000km<sup>2</sup> \* 315000kWh/km<sup>2</sup> / 593000000människor ~ 129 kWh per person och dygn

Saharas yta är 9,4 miljoner kvadratkilometer (Fotnot 2.3.AK:) så Storbritanniens yta motsvarar ca 2,6% av Sahara.

\* Ländernas yta: (

[http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_countries\\_and\\_outlying\\_territories\\_by\\_total\\_area](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_and_outlying_territories_by_total_area) )

Fotnot KM.2X: Kurs-mail "Klimat 2X: Ett alternativ för att fylla energi-gapet?" (

[http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2X\\_EttAlternativForAttFyllaEnergiGapet.pdf](http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2X_EttAlternativForAttFyllaEnergiGapet.pdf) )

Fotnot Sammanst.EB: Sammanställning "Energibalans" (

[http://klimatcbt.yolasite.com/resources/KlimatSammanst\\_Energibalans.pdf](http://klimatcbt.yolasite.com/resources/KlimatSammanst_Energibalans.pdf) )

Fotnot 2.3.AK: Ett solkraftverk i Sahara kan producera ungefär 15W/m<sup>2</sup> ≈ 360000kWh per km<sup>2</sup> och dygn brutto. ( [http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c25/page\\_177.shtml](http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c25/page_177.shtml) ) (Fotnot 0.3:)

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

360000kWh/km<sup>2</sup> - 360000kWh/km<sup>2</sup> / 8 ≈ 315000 kWh per km<sup>2</sup> och dygn netto

Saharas yta är ca 9,4 miljoner kvadratkilometer. ( <http://en.wikipedia.org/wiki/Sahara> )

Det betyder att ett solkraftverk som är lika stort som Sahara kan producera 423 kWh per person i världen och dygn:

9400000km<sup>2</sup> \* 315000kWh/km<sup>2</sup> / 7000000000människor ≈ 423 kWh per person och dygn netto

<sup>xviii</sup> Fotnot 2.3.X.55: Europas "Energi-gap" är ca 22 kWh/pp&d. Då hade vi redan räknat med att producera 60 kWh/pp&d vindkraft på land. För att det inte ska bli något energigap behöver vi alltså producera sammanlagt 82 kWh/pp&d vindkraft. Det finns ca 593 miljoner människor i Europa (Fotnot 2.3.G:), så 82 kWh/pp&d motsvarar:

82kWh/pp&d \* 593000000människor ~ 49 TWh per dygn

I en vindpark kan man få ut ca 46000 kWh/km<sup>2</sup>&dygn efter korrigering för EROEI. (Fotnot 2.1.BY:) För att producera 49 TWh per dygn krävs det då ca 1,1 miljoner km<sup>2</sup> vindkraftpark:

49TWh/dygn / 46000kWh/km<sup>2</sup>&dygn ~ 1,1 miljoner km<sup>2</sup>

Europa har sammanlagt ca 3,9 miljoner km<sup>2</sup> skog och jordbruksmark, så för att täcka energigapet med vindkraft krävs vindpark på en yta som motsvarar 27% av all skog och jordbruksmark i Europa.

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

[http://withouthotair.com/c30/page\\_232.shtml](http://withouthotair.com/c30/page_232.shtml) ) så i verkligheten krävs troligen alla bra eller halvbra vindlägen. Låt oss räkna med en sammanlagd yta stor som halva Europas skog och jordbruksmark för att få ihop 150 kWh/pp&d.

---

Fotnot 2.1.BY: Hur mycket vindenergi finns det? Vindkraftverk kan inte stå för nära varandra, för då tar de vinden för varandra. Bygger man dem större så måste de stå ännu längre isär, så det ger inte heller en påtagligt större total-energi. I en vindkraftspark så får man ut ca 2 W/m<sup>2</sup>. ( [http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c4/page\\_32.shtml](http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c4/page_32.shtml) ) (Fotnot 0.3:)

Det motsvarar 48000 kWh per km<sup>2</sup> och dag:

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

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

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

<sup>xix</sup> Fotnot 2.3.X.38: Hur mycket kärnkraft skulle behövas för att täcka Europas "Energi-gap" respektive för att producera all Europas energi?

Europas (Fotnot 2.3.F:) "Energi-gap" är ca 22 kWh/pp&d när all förnybar energi är utbyggd. (Fotnot KM.2X:) Det motsvarar ca 13 TWh per dygn:

$22\text{kWh/pp}\&\text{d} * 593000000\text{människor} \sim 13\text{ TWh per dygn}$

År 2011 producerade Forsmark motsvarande 22000 GWh (Fotnot 2.3.AJ:)

För att producera 13 TWh per dygn skulle det alltså behövas:

$13\text{TWh/dygn} * 365\text{dygn/år} / 22000\text{GWh/år} \sim 212\text{ st. kärnkraftverk av Forsmarks storlek}$

Europas landarea är ca 5700000 km<sup>2</sup> (Fotnot 2.2.X.4:) så det skulle bli ungefär ett kärnkraftverk var sextonde mil:

$212 * 16 * 16\text{mil} \sim 5700000\text{ km}^2$

Om alla Europas 593 miljoner människor (Fotnot 2.3.G:) skulle få 150 kWh/pp&d från kärnkraft så skulle det krävas:

$150\text{kWh/pp}\&\text{d} * 593000000\text{människor} * 365\text{dagar/år} / 22000\text{GWh/år} \sim 1500\text{ kärnkraftverk}$

Det skulle bli ungefär ett kärnkraftverk var sjätte mil:

$1500\text{kärnkraftverk} * 6,2 * 6,2\text{mil/kärnkraftverk} \sim 5700000\text{ km}^2$

För att uranet ska räcka så behöver det vara brytdatorer och inte konventionella kärnkraftverk. (Fotnot KM.2O:)

Fotnot 2.3.AJ: År 2011 producerade Forsmark 23630 GWh. (

<http://www.vattenfall.se/sv/produktion.htm> )

Med en korrigering för en EROEI på 15 (Fotnot 2.1.AD:) blir det:

$23630\text{GWh} - 23630\text{GWh} / 15 \sim 22000\text{ GWh/år}$

Fotnot KM.2O: Kurs-mail "Klimat 20: Kärnkraft" (

[http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat20\\_Karnkraft.pdf](http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat20_Karnkraft.pdf) )

<sup>xx</sup> Fotnot 2.3.U: "As of July 2012 there is a total of 185 nuclear power plant units with an installed electric net capacity of 162 GWe in operation in Europe (five thereof in the Asian part of the Russian Federation ) and 16 units with an electric net capacity 14 GWe were under construction in five countries." ( <http://www.euronuclear.org/info/encyclopedia/n/nuclear-power-plant-europe.htm> )

Det finns en installerad kapacitet kärnkraft motsvarande 139000 MW i Europa. (Fotnot 2.3.F:) (

[http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear\\_power\\_by\\_country](http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_power_by_country) ) Det motsvarar ca 3 TWh per dygn i

producerad energi netto efter korrigering för en EROEI på 15 (Fotnot 2.1.AD:) och en capacity factor på 95%.

Det finns en installerad kapacitet kärnkraft motsvarande 9326 MW i Sverige. (

[http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear\\_power\\_by\\_country](http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_power_by_country) ) Det motsvarar ca 0,2 TWh per dygn i



---

producerad energi netto efter korrigerad för en EROEI på 15 (Fotnot 2.1.AD:) och en capacity factor på 95%.

<sup>xxi</sup> Fotnot 2.3.T: Hur stora solkraftverk skulle krävas i Sahara för att täcka Europas "Energi-gap" på ca 22 kWh/pp&d. (Fotnot KM.2X:) respektive hela Europas energibehov på ca 150 kWh/pp&d (Fotnot Sammanst.EB:) ?

Det finns ca 593 miljoner människor i Europa (Fotnot 2.3.G:)

Ett solkraftverk i Sahara kan producera ungefär 315000 kWh per km<sup>2</sup> och dygn netto. (Fotnot 2.3.AK:)

Det betyder att ett solkraftverk stort som Danmarks 43000 km<sup>2</sup>\* kan producera:

43000km<sup>2</sup> \* 315000kWh/km<sup>2</sup> / 593000000människor ~ 23 kWh per person och dygn

... och ett solkraftverk stort som Storbritanniens 243000 km<sup>2</sup>\* kan producera:

243000km<sup>2</sup> \* 315000kWh/km<sup>2</sup> / 593000000människor ~ 129 kWh per person och dygn

Saharas yta är 9,4 miljoner kvadratkilometer (Fotnot 2.3.AK:) så Storbritanniens yta motsvarar ca 2,6% av Sahara.

\* Ländernas yta: (

[http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_countries\\_and\\_outlying\\_territories\\_by\\_total\\_area](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_and_outlying_territories_by_total_area) )

<sup>xxii</sup> Fotnot 2.3.X.56: Hur långt räcker Europas vindkraft?

I en vindpark kan man få ut ca 46000 kWh/km<sup>2</sup>&dygn efter korrigerad för EROEI (Fotnot 2.1.BY:) och det bor ungefär 593 miljoner människor i Europa som är ca 5,7 miljoner km<sup>2</sup> stort. (Fotnot 2.3.G:), så en vindpark stor som hela Europa skulle generera:

46000kWh/km<sup>2</sup>&dygn \* 5700000km<sup>2</sup> / 593000000människor ~ 442 kWh/pp&d

För att producera 150 kWh/pp&d (Fotnot Sammanst.EB:) med vindkraft så behövs en vindpark stor som 34% av Europas yta:

150kWh/pp&d / 442kWh/pp&d ~ 34%

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

[http://withouthotair.com/c30/page\\_232.shtml](http://withouthotair.com/c30/page_232.shtml) ) så i verkligheten krävs troligen alla bra eller halvbra vindlägen i hela Europa. Låt oss räkna med en sammanlagd yta stor som halva Europa för att få ihop 150 kWh/pp&d.

<sup>xxiii</sup> Fotnot 2.3.X.38: Hur mycket kärnkraft skulle behövas för att täcka Europas "Energi-gap"

respektive för att producera all Europas energi?

Europas (Fotnot 2.3.F:) "Energi-gap" är ca 22 kWh/pp&d när all förnybar energi är utbyggd. (Fotnot KM.2X:) Det motsvarar ca 13 TWh per dygn:

22kWh/pp&d \* 593000000människor ~ 13 TWh per dygn

År 2011 producerade Forsmark motsvarande 22000 GWh (Fotnot 2.3.AJ:)

För att producera 13 TWh per dygn skulle det alltså behövas:

13TWh/dygn \* 365dygn/år / 22000GWh/år ~ 212 st. kärnkraftverk av Forsmarks storlek

Europas landarea är ca 5700000 km<sup>2</sup> (Fotnot 2.2.X.4:) så det skulle bli ungefär ett kärnkraftverk var sextonde mil:

212 \* 16\*16mil ~ 5700000 km<sup>2</sup>

Om alla Europas 593 miljoner människor (Fotnot 2.3.G:) skulle få 150 kWh/pp&d från kärnkraft så skulle det krävas:

150kWh/pp&d \* 593000000människor \*365dagar/år / 22000GWh/år ~ 1500 kärnkraftverk

Det skulle bli ungefär ett kärnkraftverk var sju mil:

1500kärnkraftverk \* 6,2\*6,2mil/kärnkraftverk ~ 5700000 km<sup>2</sup>



---

För att uranet ska räcka så behöver det vara bldreaktorer och inte konventionella kärnkraftverk.  
(Fotnot KM.2O:)

<sup>xxiv</sup> Fotnot 2.3.X.39: Vi räknade med att den potentialen för vattenkraft i Europa (Fotnot 2.3.F:) var 4,2 TWh/dag netto efter korrigering för EROEI och att den var proportionell mot landytan. (Fotnot 2.3.H:) Europas landyta är 5699617 km<sup>2</sup> och Sveriges är 410335 km<sup>2</sup> (Fotnot 2.3.G:), så Sveriges andel av Europas vattenkraft blir:  
 $4,2\text{TWh/dag} * 410335\text{km}^2 / 5699617\text{km}^2 \sim 303 \text{ GWh per dygn}$   
303 GWh per dygn motsvarar:  
 $303\text{GWh/dag} / 9500000\text{svenskar} \sim 32 \text{ kWh per person i Sverige och dygn}$

<sup>xxv</sup> Fotnot 2.3.I: Låt oss anta att vi sätter av 10% av all jordbruksmark och alla skogar till odling av energigröda. Europa (Fotnot 2.3.F:) har ca 1784517 km<sup>2</sup> jordbruksmark och 2114680 km<sup>2</sup> skog. (Fotnot 2.3.G:). I Sverige så kan man få ut 4100 kWh per km<sup>2</sup> och dygn på jordbruksmark och 2200 kWh per km<sup>2</sup> och dygn i skogsbygder. (Fotnot XXX:) Låt oss gissa låt oss gissa att man får ut ungefär så mycket i resten av Europa. Då skulle Europa kunna producera energigröda motsvarande:  
 $10\% * 1784517\text{km}^2 * 4100\text{kWh/km}^2\&\text{dygn} + 10\% * 2114680\text{km}^2 * 2200\text{kWh/km}^2\&\text{dygn} \sim 1,2 \text{ TWh/dygn netto}$   
Europas befolkning är ca 600 miljoner människor. (Fotnot 2.3.G:) så 1,2 TWh/dag motsvarar:  
 $1,2\text{TWh/dag} / 600000000\text{människor} \sim 2 \text{ kWh per europeer och dygn}$   
Sveriges har 24000 km<sup>2</sup> jordbruksmark och 308000 km<sup>2</sup> skog. (Fotnot 2.3.G:) så Sveriges andel av Europas energigröda motsvarar:  
 $10\% * ( 24000\text{km}^2 * 4100\text{kWh/km}^2\&\text{dygn} + 308000\text{km}^2 * 2200\text{kWh/km}^2\&\text{dygn} ) / 9500000\text{svenskar} \sim 8,1 \text{ kWh/svensk\&dygn}$

<sup>xxvi</sup> Fotnot 2.3.X.41: Vi räknade med att den potentialen för energi från skogsavfall i Europa (Fotnot 2.3.F:) var 2,4 TWh/dag netto efter korrigering för EROEI (Fotnot 2.3.J:) och att den var proportionell mot arealen skog. Europa har 2114000 km<sup>2</sup> skog och Sveriges har 308000 km<sup>2</sup> skog (Fotnot 2.3.G:), så Sveriges andel av Europas skogsavfall blir:  
 $2,4\text{TWh/dag} * 308000\text{km}^2 / 2114000\text{km}^2 \sim 344 \text{ GWh per dygn}$   
344 GWh per dygn motsvarar:  
 $344\text{GWh/dag} / 9500000\text{svenskar} \sim 36 \text{ kWh per person i Sverige och dygn}$

<sup>xxvii</sup> Fotnot 2.3.X.42: Vi räknade med att den potentialen för energi från torv i Europa (Fotnot 2.3.F:) var 0,20 TWh/dag netto efter korrigering för EROEI (Fotnot 2.3.K:) och att en tredjedel av det skulle produceras i Sverige. Det innebär att Sveriges andel av Europas torvenergi blir:  
 $0,20\text{TWh/dag} / 3 \sim 66 \text{ GWh per dygn}$   
66 GWh per dygn motsvarar:  
 $66\text{GWh/dag} / 9500000\text{svenskar} \sim 7 \text{ kWh per person i Sverige och dygn}$

<sup>xxviii</sup> Fotnot 2.3.X.43: Vi räknade med att potentialen för biogas i Europa (Fotnot 2.3.F:) var ungefär lika stor per person som potentialen för biogas per person i Sverige. (Fotnot 2.3.L:) Det betyder att Sveriges andel av Europas biogas blir 4,4 kWh per dygn och person i Sverige. (Fotnot KM.2E:)

---

<sup>xxix</sup> Fotnot 2.3.X.44: Vi räknade med att den potentialen för sopförbränning i Europa (Fotnot 2.3.F:) var ungefär lika stor per person som potentialen för sopförbränning per person i Sverige. (Fotnot 2.3.M:) Det betyder att Sveriges andel av Europas sopförbränning blir 1 kWh per dygn och person i Sverige. (Fotnot 2.1.X.20:)

<sup>xxx</sup> Fotnot KM.2F: Kurs-mail: "Klimat 2F: Värme, Kyla, Värmepumpar" ([http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2F\\_VarmeKylaVarmepumpar.pdf](http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2F_VarmeKylaVarmepumpar.pdf))

<sup>xxxi</sup> Fotnot 2.3.X.45: Vi räknade med att potentialen för energi från vindkraft i Europa (Fotnot 2.3.F:) var 36 TWh/dag netto efter korrigering för EROEI (Fotnot 2.3.O:) och att den var proportionell mot Europas area av jordbruksmark och skog. Europa har 1784517 km<sup>2</sup> jordbruksmark och 2114680 km<sup>2</sup> skog. Sverige har 24409 km<sup>2</sup> jordbruksmark och 307850 km<sup>2</sup> skog. (Fotnot 2.3.G:) Det innebär att Sveriges andel av Europas vindkraft blir:

$36\text{TWh/dag} * (24409 + 307850)\text{km}^2 / (1784517 + 2114680)\text{km}^2 \sim 3000 \text{ GWh per dygn}$

3000 GWh per dygn motsvarar:

$3000\text{GWh/dag} / 9500000\text{svenskar} \sim 321 \text{ kWh per person i Sverige och dygn}$

<sup>xxxii</sup> Fotnot 2.3.X.46: Vi räknade med att potentialen för vindkraft till havs i Europa (Fotnot 2.3.F:) var 11,1 TWh/dag netto efter korrigering för EROEI (Fotnot 2.3.P:) och att den var proportionell mot kustlängden. Europa har 104087 km kust och Sverige har 3218 km kust (Fotnot 2.3.G:), så Sveriges andel av Europas vindkraft till havs blir:

$11,1\text{TWh/dag} * 3218\text{km} / 104087\text{km} \sim 342 \text{ GWh per dygn}$

342 GWh per dygn motsvarar:

$342\text{GWh/dag} / 9500000\text{svenskar} \sim 36 \text{ kWh per person i Sverige och dygn}$

<sup>xxxiii</sup> Fotnot 2.3.AA: Vi räknade med att sätta 50 m<sup>2</sup> solpaneler per person på Europas tak. (Fotnot 2.3.Q:)

50 m<sup>2</sup> per person i Sverige motsvarar nästan exakt hälften av Sveriges tak och producerar ca 15 kWh/pp&d. (Fotnot 2.3.X.52:)

Fotnot 2.3.X.52: I Sverige finns 98 m<sup>2</sup> tak per person. (Fotnot 2.2.BL:)

Solpaneler i Sverige ger 0,3 kWh/m<sup>2</sup>&dag netto (Fotnot 2.1.T:)

Om alla Sveriges tak var gjorda av väl fungerande solpaneler så skulle de generera:

$0,3\text{kWh/m}^2\&\text{dag} * 98\text{m}^2/\text{person} \sim 30 \text{ kWh/pp}\&\text{d}$

$30\text{kWh/pp}\&\text{d} * 9500000\text{svenskar} * 365\text{dygn/år} \sim 102 \text{ TWh/år}$

Om vi i stället täcker hälften av takytan med väl fungerande solpaneler så genererar de:

$0,5 * 30 \text{ kWh/pp}\&\text{d} \sim 15 \text{ kWh/pp}\&\text{d}$

Fotnot 2.2.BL: Byggnadsytan och därmed ytan av alla tak i Sverige är sammanlagt 931239 tusen kvadratmeter. (

[http://www.scb.se/Statistik/MI/MI0810/2010A01X/MI0810\\_2010A01X\\_SM\\_MI38SM1202.pdf](http://www.scb.se/Statistik/MI/MI0810/2010A01X/MI0810_2010A01X_SM_MI38SM1202.pdf) "1.

Antal byggnader och byggnadsyta 2010 i och utanför tätort per län") Det motsvarar 9 mil i kvadrat eller 98 m<sup>2</sup> per person.

---

Fotnot KM.2H: Kurs-mail: "Klimat 2H: Offentlig sektor och Solenergi" ( [http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2H\\_OffentligsektorSolenergi.pdf](http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2H_OffentligsektorSolenergi.pdf) )

<sup>xxxiv</sup> Fotnot 2.2.X.44: Vågkraft: "i Östersjön beräknas potentialen vara, 24 TWh årligen" ( <http://www.el.angstrom.uu.se/forskningsprojekt/WavePower/Lysekilsprojektet.html#Varf%F6r> )  
"Den totala arean ... för Östersjön är 386700 km<sup>2</sup>." ( [http://www.smhi.se/sgn0102/n0205/havsomr/havsomr\\_s0\\_s11.pdf](http://www.smhi.se/sgn0102/n0205/havsomr/havsomr_s0_s11.pdf) )  
"Arealen på vattenområdet ut till territorialvattengränsen kan uppskattas till 80 000 km<sup>2</sup>." ( [http://www.scb.se/statistik/MI/MI0803/2003M00/MI03SA9801\\_03.pdf](http://www.scb.se/statistik/MI/MI0803/2003M00/MI03SA9801_03.pdf) )

Om vi använder allt Sveriges territorialvatten till vågkraft får vi alltså ut ca:

$24\text{TWh} * 80000\text{km}^2 / 386700\text{km}^2 / 9500000\text{svenskar} / 365\text{dygn} \approx 1,44 \text{ kWh per person och dygn}$

Från de 1,44 kWh som vågkraften producerar måste man dra bort den energi som krävs för tillverkning, installation och underhåll av vågkraftverken.

Jag vet inte EROEI för vågkraft. Låt oss räkna med samma som för vindkraft till havs, d.v.s. 50. (Fotnot 2.1.AG:) Det är förmodligen alldeles för högt eftersom vindkraft generellt har en extremt hög EROEI för att vara en förnybar energi-källa. (Hjälp mig gärna att hitta en bättre uppskattning.)

Netto energin blir alltså:  $1,44 \text{ kWh/pp\&d} - 1,44 \text{ kWh/pp\&d} / 50 = 1,41 \text{ kWh/pp\&d}$

<sup>xxxv</sup> Fotnot 2.3.AC: Vi räknade med att potentialen för tidvattenkraft i Europa (Fotnot 2.3.F:) var 2 TWh/dag netto efter korrigering för EROEI (Fotnot 2.3.S:) och att den var proportionell mot kustlängden. Europa har 104087 km kust och Sverige har 3218 km kust (Fotnot 2.3.G:), så Sveriges andel av Europas tidvattenkraft blir:

$2\text{TWh/dag} * 3218\text{km} / 104087\text{km} \sim 61 \text{ GWh per dygn}$

46 GWh per dygn motsvarar:

$61\text{GWh/dag} / 9500000\text{svenskar} \sim 6,4 \text{ kWh per person i Sverige och dygn}$

Sverige har inget tidvatten värt namnet. Därför sätter vi trots allt siffran till 0.

<sup>xxxvi</sup> Fotnot 0.5: Det är viktigt att skilja mellan åsikter och vetenskapliga fakta. Avsikten är att alla påstående 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.

<sup>xxxvii</sup> Fotnot KM.2C: Kurs-mail "Klimat 2C: Apparater, IT, Media, Ljus och Vattenkraft" ( [http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2C\\_ApparaterITMediaLjusVattenkraft.pdf](http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2C_ApparaterITMediaLjusVattenkraft.pdf) )

<sup>xxxviii</sup> Fotnot 2.3.AI: Flygbränslet som tankas i Sverige för internationella flighter motsvarar knappt 2 miljoner ton koldioxidekvivalenter: "flygplan i internationell trafik som fyller bränsle i Sverige, s.k. bunkring ... Flygets bränsleförbrukning för internationella transporter motsvarar utsläpp på knappt 2 Mton CO<sub>2</sub>e 2003." ( <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-5903-3.pdf> )

Enligt samma rapport så motsvarar 7,3 Mton CO<sub>2</sub>e 4,1 Mton CO<sub>2</sub>, så utsläppen motsvarar knappt:  $2\text{MtonCO}_2\text{e/år} * 4,1/7,3 \sim 1,1\text{MtonCO}_2\text{/år}$

91% av flygresorna är utrikes så de totala CO<sub>2</sub>-utsläppen borde vara knappt:

$1,1\text{MtonCO}_2\text{/år} / 91\% \sim 1,2\text{MtonCO}_2\text{/år}$

---

Varje kg CO2 från diesel motsvarar 3,8 kWh (Fotnot 2.1.BG:) så flygets tankning i Sverige motsvarar knappt:

$1,2\text{MtonCO}_2/\text{år} * 3,8 \text{ kWh/kgCO}_2 \sim 4,6 \text{ TWh/år}$

$4,6\text{TWh/år} / 9500000\text{svenskar} / 365\text{dagar/år} \sim 1,3 \text{ kWh/pp\&d}$

(Troligen ingår inte militärflyget i denna sammanställning)

( Se även (Fotnot 2.3.X.47:))

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](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 dieselnas vikt är alltså:  $(15*12) / (15*12 + 32*1) \approx 85\%$

Densiteten för diesel är ca 0,9 kg per liter (Fotnot 2.1.CH:) så en liter diesel innehåller:

$85\% * 0,9\text{kg/liter} \approx 0,76 \text{ kg kol per liter diesel}$

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

En liter diesel förbränns alltså till:  $0,76\text{kg/liter} * 3,7 \approx 2,8 \text{ kg CO}_2$

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:

$10,5\text{kWh/l} * 0,36\text{ldiesel/kgCO}_2 \sim 3,8 \text{ kWh/kgCO}_2$

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](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.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](http://www.withouthotair.com/c3/page_31.shtml) )

(Fotnot 0.3:)

<sup>xxxix</sup> Fotnot 2.3.X.47: De civila flygplanen i Sverige tankar ca 4,6 TWh/år. (Fotnot 2.3.AI:)

På en yta motsvarande alla Sveriges åkrar skulle man kunna få ut 41 TWh per år netto, och på en yta motsvarande alla Sveriges skogar skulle man kunna få ut 177 TWh per år netto (Fotnot XXX:) så att odla energigröda till flygplanen kräver något av:

$4,6\text{TWh/år} / 41\text{TWh/år} \sim 11\%$  av Sveriges åkrar

$4,6\text{TWh/år} / 177\text{TWh/år} \sim 2,6\%$  av Sveriges skogar

( Svenskarnas flygresor motsvarar mer eftersom flygplanen tankar även vid andra hubbar i Europa.

Dessutom ingår inte militär-flyget. Samtidigt har jag räknat med en total energibesparing på 20%.

Förhoppningsvis blir därmed slutsumman ungefär rätt. Hör gärna av dig om du har bättre siffror.

(Fotnot 0.6:)

Skulle Europa odla biobränsle till europeernas flygresor så skulle det krävas 24% av all Europas jordbruks- och skogsmark.

---

<sup>xl</sup> 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/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:))

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:

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

<sup>xli</sup> Fotnot KM.2E:

<sup>xlii</sup> Fotnot KM.2E: Kurs-mail "Klimat 2E: Mat, Vatten, Jordbruk, Biogas och Söföbränning" (

[http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2E\\_MatJordbrukBiogasSopforbranning.pdf](http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2E_MatJordbrukBiogasSopforbranning.pdf) )

<sup>xliii</sup> Fotnot KM.2F: Kurs-mail: "Klimat 2F: Värme, Kyla, Värmepumpar" (

[http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2F\\_VarmeKylaVarmepumpar.pdf](http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2F_VarmeKylaVarmepumpar.pdf) )

<sup>xliv</sup> Fotnot 2.3.X.48: När allt annat är utbyggt så är detta den yta som krävs för att vi i Sverige ska komma upp i en energiproduktion på 456 kWh per svensk och dygn. Eftersom vindhastigheten är för låg på en del ställen måste vi troligen bygga vindkraftverk i princip överallt där det blåser. Ändå blir

---

det bara ungefär ett vindkraftverk per kvadratkilometer. Så glest står vindkraftverken i en vindkraftpark.

<sup>xlv</sup> 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](http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c10/page_60.shtml) ) (Fotnot 0.3:) Då får vi ut:  $3W/m^2 * 24\text{timmar} = 72000 \text{ kWh per km}^2$  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 km<sup>2</sup>, varav kustvatten utgör 35830 km<sup>2</sup>” ( [http://www.smhi.se/sgn0102/n0205/havsomr/havsomr\\_s0\\_s11.pdf](http://www.smhi.se/sgn0102/n0205/havsomr/havsomr_s0_s11.pdf) )

”Arealen på vattenområdet ut till territorialvattengränsen kan uppskattas till 80 000 km<sup>2</sup>.” ( [http://www.scb.se/statistik/MI/MI0803/2003M00/MI03SA9801\\_03.pdf](http://www.scb.se/statistik/MI/MI0803/2003M00/MI03SA9801_03.pdf) )

Kustvattnet utgör alltså  $35830\text{km}^2 / 447600\text{km}^2 \approx 8\%$  av Sveriges omgivande hav. Om förhållandet är detsamma för Sveriges territorialvatten så har Sverige  $8\% * 80000\text{km}^2 \approx 6400\text{km}^2$  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:

$72000\text{kWh/km}^2\&\text{dag} * 6400\text{km}^2 / 9500000\text{personer} = 48,7 \text{ kWh per person och dygn brutto}$

Efter korrigering för en ERoEI på 51 (Fotnot 2.1.AG:) så blir det:  $48,7\text{kWh/pp}\&\text{d} - 48,7\text{kWh/pp}\&\text{d} / 51 \approx 47,8 \text{ kWh per person och dygn netto}$

Vi måste lämna plats för båttrafiken. Om vi i stället täcker ...

- en tredjedel av kustvattnen så blir det:

$1/3 * 47,8\text{kWh/pp}\&\text{d} \approx 16 \text{ kWh per person och dygn brutto}$

- en femtedel av kustvattnen så blir det:

$1/5 * 47,8\text{kWh/pp}\&\text{d} \approx 9,8 \text{ kWh per person och dygn brutto}$

<sup>xlvi</sup> Fotnot 2.3.X.53: Jag väljer att placera majoriteten av Sveriges sol-farmer i Sahara istället för på Sveriges tak.

Hur mycket energi skulle produceras av ett solkraftverk i Sahara om det hade en yta lika stor som Ölands?

Ett solkraftverk kan producera 315000 kWh per km<sup>2</sup> och dag netto. (Fotnot 2.3.AK:)

Ölands yta är 1347 km<sup>2</sup> ( [http://sv.wikipedia.org/wiki/Lista\\_%C3%B6ver\\_Sveriges\\_%C3%B6ar](http://sv.wikipedia.org/wiki/Lista_%C3%B6ver_Sveriges_%C3%B6ar) ) så solkraftverket skulle generera:

$1347\text{km}^2 * 315000\text{kWh/km}^2\&\text{dag} / 9500000\text{svenskar} \approx 45 \text{ kWh per svensk och dag netto}$

Ölands yta motsvarar 0,014% av Saharas yta (Fotnot 2.3.AK:)

<sup>xlvii</sup> Fotnot 2.3.X.54: Europas ”Energi-gap” är ca 22 kWh/europe&dygn. Det motsvarar ca 14% av energibehovet på 150 kWh/pp&d.

Om Europa förbrukar 20% mindre energi så innebär det alltså att 6% av energin inte måste exploateras.

Den andel av Europas energi som finns i Sverige motsvarar 480 kWh per svensk och dag så energibesparingen innebär att ca 24 kWh per svensk och dygn inte behöver produceras:

$6\% * 480 \text{ kWh/svensk}\&\text{dygn} \sim 24 \text{ kWh per svensk och dygn}$

<sup>xlviii</sup> Fotnot 2.3.AD: Sveriges energibalans år 2011

( [http://www.scb.se/Pages/TableAndChart\\_24656.aspx](http://www.scb.se/Pages/TableAndChart_24656.aspx) )

6,6 kWh/pp&d Kol, koks

---

38 kWh/pp&d Biobränslen, torv, m.m.  
52 kWh/pp&d Råolja, olje-produkter  
4,2 kWh/pp&d Naturgas  
1,5 kWh/pp&d Fjärrvärme (via värme-pumpar)  
21 kWh/pp&d Vattenkraft, vindkraft  
18 kWh/pp&d Kärnkraft  
-2,1 kWh/pp&d Nettoimport av elenergi  
139 kWh/pp&d Summa bruttotillförsel

<sup>xlix</sup> Fotnot 2.2.BJ: När det gäller kärnkraft är lagringen av avfallet ett stort problem. När det gäller fossila bränslen försöker vi inte ens lagra avfallet. Vi släpper koldioxiden rakt ut i atmosfären. (Fotnot 2.2.BX:)

När det gäller kärnkraft är risken för kärnkraftsolyckor ett stort problem. Varning Åsikt (Fotnot 0.5): Problemen från 4 eller 5 graders global uppvärmning är större:

Jorden har en landyta på 148940000 km<sup>2</sup> ( <http://en.wikipedia.org/wiki/Earth> )

Låt oss säga att det skulle bli härdsmälta i *vartenda ett* av alla världens 435 (Fotnot 2.2.BK:) kärnkraftverk samtidigt.

Låt oss säga att vi då behövde utrymma 10 mil i alla riktningar runt varje kärnkraftverk. (D.v.s. en cirkel med diameter 20 mil.)

Då skulle ändå mindre än 10% av jordens land-yta drabbas:

$435 \text{ kärnkraftverk} * 10 \text{ mil} * 10 \text{ mil} * \text{Pi} / 148940000 \text{ km}^2 \sim 9\%$

Troligen skulle inte en enda art utrotas. ( <http://www.dn.se/nyheter/varlden/himmel-eller-helvete-for-djuren-i-forbjudna-zonen/> )

Jämför det med en global uppvärmning på 4 eller 5 grader:

[http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat1D\\_4grader.pdf](http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat1D_4grader.pdf) (Fotnot KM.1D:)

[http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat1E\\_5grader.pdf](http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat1E_5grader.pdf) (Fotnot KM.1E:)

Se även denna sakliga och intressanta debatt:

[http://www.ted.com/talks/debate\\_does\\_the\\_world\\_need\\_nuclear\\_energy.html](http://www.ted.com/talks/debate_does_the_world_need_nuclear_energy.html)

Fotnot 2.2.BX: "New York City's greenhouse gas emissions as one-ton spheres of carbon dioxide gas" ( <http://www.youtube.com/watch?v=DtqSlpIGXOA> )

Fotnot 2.2.BK: "As of July 2 2012 in 31 countries 435 nuclear power plant units with an installed electric net capacity of about 370 GW are in operation and 62 plants with an installed capacity of 59 GW are in 14 countries under construction." (

<http://www.euronuclear.org/info/encyclopedia/n/nuclear-power-plant-world-wide.htm> )

Fotnot KM.1D: Kurs-mail "Klimat 1D: Fyra grader" (

[http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat1D\\_4grader.pdf](http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat1D_4grader.pdf) )

Fotnot KM.1E: Kurs-mail "Klimat 1E: Fem grader" (

[http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat1E\\_5grader.pdf](http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat1E_5grader.pdf) )

<sup>l</sup> Fotnot 2.3.X.51: Kostnaden för ny vindkraft är idag knappt 30 öre högre än elpriset i Sverige. (Fotnot 2.2.BS:) D.v.s. 30 öre/kWh är den ungefärliga prisnivå på Gröna Certifikat där en utbyggnad av



---

vindkraften blir lönsam. Kostnaden för solenergi är något högre. Eftersom energipriset i övriga Västeuropa generellt är högre än i Sverige så kan en export dit möjligen vara lönsam redan idag. (Maila gärna mig om du vet var man hittar aktuella priser på el i Europa)

Varning åsikt (Fotnot 0.5.): Personligen anser jag dock att det är priset på fossila bränslen som borde höjas (Fotnot 4.X.8:) genom att subventionerna av dem tas bort. (Fotnot KM.4AE011:)

Fotnot 2.2.BS: "Utan subventioner kostar 1 kWh vindkraftsel från en stor landbaserad vindkraftspark på 40 MW 47,3 öre att producera" ( [http://www.nyteknik.se/nyheter/energi\\_miljo/energi/article508834.ece](http://www.nyteknik.se/nyheter/energi_miljo/energi/article508834.ece) Hjälp mig gärna att hitta en bättre källa.)

Elpriset före skatt är idag ca 20 öre per kWh. ( <http://www.nordpoolspot.com/Market-data1/Elspot/Area-Prices/ALL1/Hourly/> )

Osubventionerad vindkraftsel kostar alltså knappt 30 öre mer än elpriset.

Notera dock att subventioner finns för alla sorters energiproduktion. (Fotnot 2.2.BT:)

Fotnot 4.X.8: Varning, Åsikt (Fotnot 0.5.): Personligen anser jag att det inte är priset på förnybar energi som behöver minska utan priset på fossil energi som behöver öka. Det anser jag eftersom fossil energi inte bär sina egna kostnader.

( <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=the-human-cost-of-energy> )

"Air pollution scourge underestimated, green energy can help: U.N." (

<http://www.reuters.com/article/2013/04/09/us-pollution-idUSBRE9380PZ20130409> )

( <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=graphic-science-health-care-burden-of-fossil-fuels> )

( <http://hdl.handle.net/2262/57635> )

Dessutom får fossila bränslen 6 gånger så mycket pengar i subventioner som förnybar energi:

"Despite the growth in lowcarbon sources of energy, fossil fuels remain dominant in the global energy mix, supported by subsidies that amounted to \$523 billion in 2011, up almost 30% on 2010 and six times more than subsidies to renewables." IEA World Energy Outlook 2012 (

<http://www.iea.org/Textbase/npsum/weo2012sum.pdf> ) (

<http://www.iea.org/W/bookshop/add.aspx?id=433> )

Eftersom det ännu inte är politiskt möjligt att låta fossila bränslen bära sina egna kostnader så måste vi istället försöka andra vägar. T.ex. att sänka priset på solceller och vindkraft.

Fotnot KM.4AE011: Kurs-mail "Klimat 4AE-011: Slopa bidrag till utsläpp av växthusgaser" (

[http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat4AE-011\\_SlopaBidragTillUtslappAvVaxthusgaser.pdf](http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat4AE-011_SlopaBidragTillUtslappAvVaxthusgaser.pdf) )

Fotnot 2.2.BT: Subventioner av energiproduktion:

- Fossila bränslen i Sverige subventioneras med nästan 19 miljarder kr per år. (Fotnot 2.2.BU:)

- Förnybar energi i Sverige har de senaste åren subventioneras med gröna certifikat för ca 4 miljarder kr per år. (Fotnot 2.2.BV:)

- Fossila bränslen i världen får 6 gånger så mycket pengar i subventioner som förnybar energi i världen (Fotnot 4.X.8:)

- Kärnkraften subventioneras troligen med mellan 10 och 17 öre per kWh. (

<http://sverigesradio.se/sida/gruppsida.aspx?programid=406&grupp=19056> ) Varning Åsikt (Fotnot 0.5.): Nybyggd kärnkraft är knappast billigare.

- Förnybar energi som byggts de senaste 15 åren subventioneras för närvarande med ca 17 öre per kWh. ( <http://www.ekonomifakta.se/sv/Fakta/Energi/Styrmedel/Elcertifikat/> )



---

Fotnot 2.2.BU: Sverige subventionerar fossila bränslen med 18,9 miljarder kronor per år.

Huvudsakligen via skatterabatter:

- Kol: 0,8 miljarder kronor per år. (Table 31.1. Summary of fossil-fuel support to coal - Sweden)

- Bensin: 16,8 miljarder kronor per år. (Table 31.2. Summary of fossil-fuel support to petroleum - Sweden)

- Naturgas: 1,3 miljarder kronor per år. (Table 31.3. Summary of fossil-fuel support to natural gas - Sweden)

Källa: ([http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/environment/inventory-of-estimated-budgetary-support-and-tax-expenditures-for-fossil-fuels-2013\\_9789264187610-en](http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/environment/inventory-of-estimated-budgetary-support-and-tax-expenditures-for-fossil-fuels-2013_9789264187610-en)) ( [http://www.oecd-ilibrary.org/environment/inventory-of-estimated-budgetary-support-and-tax-expenditures-for-fossil-fuels-2013\\_9789264187610-en](http://www.oecd-ilibrary.org/environment/inventory-of-estimated-budgetary-support-and-tax-expenditures-for-fossil-fuels-2013_9789264187610-en) )

Fotnot 2.2.BV: De elcertifikat som används för att subventionera förnybar energi kostar ungefär 4 miljarder kr per år:

Ca 20 miljoner elcertifikat har utfärdats per år under de senaste åren (

<http://www.ekonomifakta.se/sv/Fakta/Energi/Styrmedel/Elcertifikat/>) och de har i genomsnitt

kostat ungefär 200 kr. ( <http://www.ekonomifakta.se/sv/Fakta/Energi/Styrmedel/Elcertifikat/> ) Då

blir den totala summan ca 4 miljarder kr per år:

$20000000 \text{ elcertifikat/år} * 200 \text{ kr/elcertifikat} \sim 4 \text{ miljarder kr per år}$

Se även (Fotnot 2.2.BT:)

<sup>ii</sup> Fotnot 2.3.X.49: Om Sverige producerar 456 kWh/svensk&dygn, och sparar 20% av vår egen energikonsumtion på 150 kWh/svensk&dygn, så blir den svenska exporten:

$456 \text{ kWh/svensk\&dygn} - 80\% * 150 \text{ kWh/svensk\&dygn} \sim 336 \text{ kWh/svensk\&dygn}$

Solenergin räknade jag med att bygga i Sahara i stället för i Sverige, så ytterligare 45 kWh/svensk&dygn går bort från den svenska exporten:

$336 \text{ kWh/svensk\&dygn} - 45 \text{ kWh/svensk\&dygn} \sim 290 \text{ kWh/svensk\&dygn}$

Om vi exporterar 290 kWh per svensk och dygn och tjänar 10 öre per exporterad kWh så blir förtjänsten:

$10 \text{ öre} * 290 \text{ kWh/pp\&d} * 9500000 \text{ svenskar} * 365 \text{ dygn} \sim 100 \text{ miljarder kr per år}$

100 miljarder kronor per år motsvarar hela Sveriges nuvarande export. (

[http://www.scb.se/Pages/TableAndChart\\_282817.aspx](http://www.scb.se/Pages/TableAndChart_282817.aspx))

Sveriges stadsbudget är 1680 Miljarder kr (Fotnot 2.1.BZ:) så 90 miljarder kr per år är en förtjänst motsvarande ca 5% av Sveriges stadsbudget.

År 2011 producerades i Sverige 6,1 TWh vindkraft och det genererade drygt 7000 arbetstillfällen. (

<http://www.nyteknik.se/asikter/debatt/article3500518.ece>) Om en export på 290 kWh per svensk

och dygn genererar lika många arbetstillfällen per TWh så blir det:

$290 \text{ kWh/pp\&d} * 9500000 \text{ svenskar} * 365 \text{ dygn} * 7000 \text{ jobb} / 6,1 \text{ TWh} \sim 1,3 \text{ miljoner arbetstillfällen}$

Fotnot 2.1.BZ: Sveriges stadsbudget är på 1680 Miljarder kr. (

<http://www.regeringen.se/content/1/c6/17/55/29/dacaae9d.pdf> Tabell 1.6 Den konsoliderade offentliga sektorns finanser sid 39 )

<sup>iii</sup> 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 m<sup>3</sup> ... 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 m<sup>3</sup> frästorv motsvarar 1 MWh”

"Tabell 5.2." förbränning av Torv 106,0 Koldioxid, g CO<sub>2</sub>/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:

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

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

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

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

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

Kolet som binds (Fotnot 1.H:) i torven motsvarar 3,1 kg CO<sub>2</sub> per person och dag:

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

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 dem konstant.

Fotnot LIV: Det finns 9,5 miljoner svenskar ( [http://www.scb.se/Pages/Product\\_25785.aspx](http://www.scb.se/Pages/Product_25785.aspx) ) och 4,7 miljoner kost-hushåll i Sverige. ( [http://www.scb.se/Pages/TableAndChart\\_146283.aspx](http://www.scb.se/Pages/TableAndChart_146283.aspx) )  
 $9500000\text{svenskar} / 4700000\text{hushåll} \approx 2$  personer per hushåll

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 torrs substans, 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](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:  $10\text{MJ}/\text{kg} / 400\text{kWh}/\text{ton} \approx 7$

(Hjälp mig gärna att göra en bättre uppskattning)

---

<sup>liii</sup> Fotnot 2.1.CL: Torvmarker är en sänka för koldioxid men en källa till metan. 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&rl=default/Resorces/Permanent/Static/831ad3e2e76b4aa7953c1a5ffe10c19d/ET2012\\_30w.pdf](http://webbshop.cm.se/System/DownloadResource.ashx?p=Energimyndigheten&rl=default/Resorces/Permanent/Static/831ad3e2e76b4aa7953c1a5ffe10c19d/ET2012_30w.pdf) )

( <http://webbshop.cm.se/System/TemplateView.aspx?p=Energimyndigheten&view=default&id=831ad3e2e76b4aa7953c1a5ffe10c19d> )

<sup>liv</sup> Fotnot KM.2P: Kurs-mail "Klimat 2P: Fossilt kol med Koldioxidinfångning = CCS = Carbon Capture & Storage" ( [http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2P\\_CCS.pdf](http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2P_CCS.pdf) )

<sup>lv</sup> 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](http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2K_350ppm.pdf) )

<sup>lvi</sup> Fotnot KM.2R: Kurs-mail "Klimat 2R: Tekniker på experimentstadiet" ( [http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2R\\_TeknikerPaExperimentstadiet.pdf](http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2R_TeknikerPaExperimentstadiet.pdf) )

<sup>lvii</sup> Fotnot 2.3.AH: "Länka samman Europas energimarknader ännu mer och gör Sverige till ett grönt batteri. Det menar Energimyndighetens generaldirektör Erik Brandsma" (

[http://213.115.22.116/System/DownloadResource.ashx?p=Energimyndigheten&rl=default/Resorces/Permanent/Static/cf1c833cefd44338847db7f063238b4c/EV5\\_Web.pdf](http://213.115.22.116/System/DownloadResource.ashx?p=Energimyndigheten&rl=default/Resorces/Permanent/Static/cf1c833cefd44338847db7f063238b4c/EV5_Web.pdf) Sid 17) (

<http://213.115.22.116/System/TemplateView.aspx?p=Energimyndigheten&view=default&id=cf1c833cefd44338847db7f063238b4c> Sid 17)

<sup>lviii</sup> Fotnot 0.13: Det som inte tål att skrattas åt är väl inte heller värt att ta på allvar :-)

<sup>lix</sup> 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](mailto: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](mailto: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.

<sup>lx</sup> 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.