

Klimat 2F: Värme, Kyla, Värmepumpar

(På 3ⁱ minuter hinner du läsa det som står med fetstil och staplarna. Gör det nu.ⁱⁱ Källaⁱⁱⁱ)

Värme och kyla

Av energideklarationen för mitt hus framgår att den tidigare ägaren använde 2500 kWh per år till varmvatten och 7500 kWh per år till övrig uppvärmning. Det motsvarar 27 kWh per dygn. Hon var ensamstående, så låt oss säga att ett genomsnittligt hushåll med ungefär 2 personer^{iv} förbrukar 13,5 kWh per person och dygn.

De flesta har det varmt även på jobbet, så vi dubblar siffran.

$2 * 13,5 = 27$ kWh per person och dygn

För luftkonditionering rekommenderas ca 70W per m². För en bostad på 150 m² blir det ca 10 kWh per timme då den används eller 250 kWh/dygn. Låt oss säga att luftkonditioneringen används 200 timmar per år. Då förbrukar den 2100 kWh per år. Låt oss säga att 5% av hushållen har luftkonditionering. Det ger en genomsnittlig energiförbrukning utslaget över alla Svenskar på 0,14 kWh per person och dygn.^v

Bonusinformation: På 25 dygn förbrukar en luftkonditionering mer energi än en luftvärmepump sparar under hela året.^{vi}

Kylskåp, frys, ugn, torktumlare etc. drar ca 0,5-1,5 kWh per apparat och dygn.^{vii} De flesta har en apparat av varje sort, som alla i hushållet delar på. Låt oss säga att det blir ca 3 kWh per person och dygn.

De här apparaterna skapar värme som även bidrar till att värma upp huset, men jämfört med t.ex. en värmepump så är de väldigt ineffektiva när de skapar värme.

Varmvatten skapas även av tvättmaskiner, diskmaskiner, vattenkokare, kastruller, etc. Den värmen spolats oftast rakt ut i avloppet. En sådan apparat drar typiskt 1 - 1,5 kWh per dygn.^{viii} Låt oss säga att det blir totalt 2 kWh per person och dygn.

En motorvärmare drar 500-2000 W. Det motsvarar 2 kWh per timme som den används.^{ix} Låt oss säga att de som har motorvärmare, kör den 4 timmar per dygn i 4 månader per år. Låt oss också anta att en tredjedel av de 4,3 miljoner svenska bilarna använder motorvärmare. Utslaget per svensk blir det 0,4 kWh per person och dygn.^x

En bil som kör, värms av spillvärme från motorn. Det kan vi göra därför att bensin och dieselmotorer är så ineffektiva så att de måste kylas. Med effektivare motorer så kommer vi kanske att behöva kupe-värmare, men energin som de drar, bör i så fall mer än väl kompenseras av att själva bilens energiförbrukning minskar.

Totalt förbrukar vi alltså:

Husvärme och varmvatten: 27 kWh

Luftkonditionering: 0,14 kWh

Kyl, Frys, Ugn, Torktumlare, etc.: 3 kWh

Övrigt varmvatten: 2 kWh

Motorvärmare: 0,4 kWh

Värme och kyla: 33 kWh per person och dygn

Värmepumpar

Värmepumpar kan användas för Bergvärme, Jordvärme, Sjävärme och Luftvärme.

Värmepumpar kan i praktiken inte användas till något annat än uppvärmning. Därför är det ingen ide att producera mer än uppvärmningsbehovet med värmepumpar. Dessutom drivs värmepumpar av el, så nettoproduktionen blir i storleksordningen två tredjedelar av uppvärmningsbehovet. Vi räknade med att vi använder ca 27 kWh per person och dygn för husvärme och varmvatten. Låt oss anta att vi i praktiken kan använda **högst 18 kWh värme netto per person och dygn från värmepumpar.**

En värmepump arbetar genom att pumpa värme från en (kallare) plats till en annan (varmare) plats.

- Bergvärmepumpar pumpar geotermisk värme från ett borrhål i berget.
- Jordvärmepumpar pumpar värme från mark som har värmts upp under sommaren.
- Sjävärmepumpar pumpar värme från det 4-gradiga vattnet på botten av en sjö eller havet.
- Luftvärmepumpar pumpar värme från luften utanför huset.

Bonusinformation: Värmepumpars EROEI (

Värmepumpar drivs av elektricitet. När man räknar på EROEI måste man ta hänsyn till både EROEI för värmepumpen och till EROEI när elektriciteten producerades. För att få EROEI för den totala energiproduktionen multiplicerar man de två EROEI värdena.

Ju större temperatur-skillnaden är mellan det som ska värmas upp och det som värmen tas ifrån, desto lägre blir värmepumpens EROEI. Värmepumpars effektivitet brukar mätas med ett så kallat COP-värde. COP-värdet anger värmepumpens EROEI då mediet som värmen tas ifrån är +7°C och inomhustemperaturen är 20°C.^{xi} EROEI blir sämre ju större temperaturskillnaden är.^{xii} Om temperaturskillnaden dubblas till -4°C i mediet och 22°C inne, så halveras EROEI. Vid -28°C i mediet och 24°C inne så har EROEI minskat till högst en fjärdedel. De flesta moderna värmepumpar har en COP runt 5, så de kan möjligen ge ett positivt tillskott även under så här extrema förhållanden, men ett mycket litet tillskott. När temperaturskillnaden blir större än COP-värdet * temperaturskillnaden vid COP-värdet (13°C) så kostar det mer energi att pumpa värmen än värmepumpen tillför, även i en perfekt värmepump. För COP 5 gäller alltså att även den bästa luft-värmepump måste gå med förlust då temperaturskillnaden är större än ca: $5 * 13^\circ\text{C} \approx 65^\circ\text{C}$ Luftvärmepumpar arbetar med uteluft som är som kallast just när uppvärmningen behövs som bäst. De andra värmepumparna arbetar med medier som sällan eller aldrig är under 0°C om de är korrekt installerade. Det borde betyda att temperaturskillnaden aldrig blir större än ca 20°C. En temperaturskillnad på 20 är ca en och en halv gång temperaturskillnaden vid COP förhållanden, så EROEI för en perfekt värmepump med COP = 5 borde bli $5 / 1,5 \approx 3,3$)

Bonusinformation: Låt oss titta på de olika typerna av värmepumpar en i taget.

Bergvärme

När man installerar bergvärme får man ut ungefär 140 kWh per meter vattenförande borrhål och år. Borrhål kan inte ligga hur tätt som helst. Minimavståndet är 20 m. Låt oss anta att vi borrar hål som det är i genomsnitt 50 m emellan och att vi borrar ner till 200 m under grundvattenytan. Låt oss anta att vi gör det på alla Sveriges 3740 km² mark med bostäder. Då får vi ut 12 kWh per person och dygn.^{xiii}

Det finns mycket värme i jordskorpan, men det produceras inte lika mycket. Jordens heta kärna läcker ca 10 mW/m² och radioaktivitet i jordens skorpa skapar ca 40 mW/m². Det blir 0,0012 kWh per kvadratmeter per dygn. All Sveriges mark med bostäder tillförs då bara 0,5 kWh per person och dygn.^{xiv}

Låt oss säga att vi kan ta ut 2 kWh per person och dygn i 200 år. (Detta är min gissning. Maila gärna ett bättre förslag till mig.^{xv} Glöm inte att inkludera alla källor (d.v.s. var du hittade informationen).)

Geotermisk energi för t.ex. el-produktion är fortfarande på experimentstadiet. Därför tar vi inte med det här.^{xvi}

Bergvärme: 2 kWh per person och dygn

Jordvärme

På sommaren värms jorden upp av solen. Den värmen kan man utvinna senare under året för uppvärmning. Att få ut uppvärmningsbehovet på 27 kWh per person och dygn brutto (motsvarar 16 kWh/pp&d netto.) skulle kräva att en fjärdedel av all Sveriges mark med bostäder grävs upp för installation av jordvärme. ^{xvii}

Jordvärme: 16 kWh per person och dygn

Sjövärme

Sjövärme hämtar värme från det 4-gradiga vattnet på botten av en sjö eller havet. I Sverige ligger ungefär 250000 fastigheter nära en sjö. Det motsvarar ungefär 12% av fastigheterna. ^{xviii} Man kan även skapa fjärrvärme m.h.a. sjövärme. Det görs t.ex. i Ropsten utanför Stockholm. ^{xix}

Låt oss säga att sjövärme totalt skulle kunna täcka värmebehovet för 12% av fastigheterna. Då får vi ut 2,4 kWh per person och dygn netto ^{xx}

Låt oss säga att vi dessutom kan framställa lika mycket till i form av fjärrvärme

Sjövärme: 4,9 kWh per person och dygn

Luftvärme

Som vi konstaterade ovan så har luftvärme en sämre EROEI än de andra värmekällorna eftersom luften är kallare än berg, jord eller vatten när värmen behövs som bäst. Låt oss säga att en genomsnittlig EROEI för en luftvärmepump med COP 5,5 under verkliga förhållanden är ca 3. ^{xxi} Låt oss också anta att vi täcker hela uppvärmningsbehovet på 27 kWh per person och dygn med luftvärmepumpar. Då skulle vi få ut: $27\text{kWh/pp\&d} - 27\text{kWh/pp\&d} / 3 = 18\text{ kWh per person och dygn}$

Luftvärme: 18 kWh per person och dygn

I praktiken begränsas värmepumparnas användning alltså av värmebehovet på 27kWh per person och dygn.

Värmepumpar: 18 kWh per person och dygn

Bonusuppgift: Jag har försökt hitta information om värmepumpar som tar värmen från jordvärme eller bergvärme och levererar den in i huset som varmluft. Berätta gärna om du känner till några sådana. ^{xxii}

Vi använder ca 33 kWh per dygn till att värma eller kyla oss, våra hus, vår mat, etc.
Värmepumpar kan utnyttjas upp till högst ca 18 kWh per person och dygn netto.

Energiförbrukning (kWh/person och dygn):

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

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

Bil: 14 kWh/pp&d ^{xxv}

Flyg: 4,9 kWh/pp&d ^{xxvi}

Övrig persontransport: 1,7 kWh/pp&d ^{xxvii}

Mat: 12 kWh/pp&d ^{xxviii}

Vatten: 0,4 kWh/pp&d ^{xxix}

Jordbruk: 2,9 kWh/pp&d ^{xxx}

Värme och kyla: 33 kWh/pp&d

 77 kWh/pp&d

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

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

Energi-grödor: 8 kWh/pp&d ^{xxxiii}

Skogsavfall: 36 kWh/pp&d ^{xxxiiii}

Torv: 7 kWh/pp&d ^{xxxv}

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

Sopförbränning: 1 kWh/pp&d ^{xxxvii}

Värmepumpar: 18 kWh/pp&d

 104 kWh/pp&d

Bonus: Litet men positivt: All ny el-produktion var som togs i bruk i USA under januari 2013 var förnybar: <http://grist.org/news/100-of-electric-capacity-added-in-u-s-last-month-was-renewable/>^{xxxvii}

Humor-bonus^{xxxviii}: <http://www.cartoonstock.com/lowres/wda2049l.jpg>

Mer information om denna klimat-utbildning finns på:

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

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

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

Detta mail kan även laddas ner som PDF från:

http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2F_VarmeKylaVarmepumpar.pdf

Bonus: Nästa mail kan laddas ner som PDF från:

http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat1G_Tippingpoints.pdf

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

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

Det som står i fotnoterna är alltid bonusmaterial.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ⁱⁱⁱ Fotnot 2.1.P: Den här sektionen av klimat-utbildningen bygger på boken "Sustainable Energy – without the hot air" (Fotnot 0.3:) All information kommer därifrån om inget annat anges.

Fotnot 0.3: Boken "Sustainable Energy – without the hot air" beskrivs under Källor. (

<http://klimatcbt.yolasite.com/kallor.php>)

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

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

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

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

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

Det finns även en föreläsningsserie som bygger på boken (

<http://www.youtube.com/watch?v=sHJyH7j2n4w&list=PL1gduOj1Ehq53NGs0nDjcQooVhcjIG2>)

^{iv} Fotnot LIV: Det finns 9,5 miljoner svenskar (http://www.scb.se/Pages/Product_25785.aspx)

och 4,7 miljoner kost-hushåll i Sverige. (http://www.scb.se/Pages/TableAndChart_146283.aspx)
9500000svenskar / 4700000hushåll ≈ 2 personer per hushåll

^v Fotnot LV: För luftkonditionering rekommenderas ca 70W per m². (Jag har tappat bort källan till denna uppgift, så leta gärna reda på en ny källa och eventuellt ett bättre värde och maila det till mig. OBS, värdet bör gälla i Sverige.)

Låt oss anta att ett hushåll med luftkonditionering är 150 kvadratmeter, och att en genomsnittlig luftkonditionering körs 200 timmar per år. (=Drygt 4 dygn)

$70W * 150m^2 * 200timmar = 2100kWh$ per år (Det motsvarar ca 6 kWh/dag utslaget över året, eller 250 kWh/dygn när den används hela dygnet)

Det finns 9,5 miljoner svenskar och de bor i 4,7 miljoner kost-hushåll. (Fotnot LIV:) Låt oss anta att 5% av hushållen har luftkonditionering.

$5% * 4700000hushåll * 2100kWh/år / 9500000svenskar / 365dygn \approx 0,14kWh$ per person och dygn

^{vi} Fotnot 2.1.X.58: 7500 kWh per år användes till övrig uppvärmning. Av det kan en luftvärmepump spara knappt 2 tredjedelar. (Fotnot 2.1.X.28:) D.v.s. ungefär 5000 kWh.

För luftkonditionering rekommenderas ca 70W per m². (Fotnot LV:)

Mitt hus är på 122 m², så 70 W per m² motsvarar:

$122m^2 * 70W * 24timmar \approx 205 kWh$ per dygn

På 25 dygn skulle en luftkonditionering förbruka:

$25dygn * 205kWh/dygn \approx 5124 kWh$

^{vii} Fotnot 2.1.X.22:

^{viii} Fotnot 2.1.X.22: "Energy consumption figures for heating and cooling devices, per household" (http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c7/page_51.shtml Table 7.4) (Fotnot 0.3:)

^{ix} Fotnot LVI:

^x Fotnot LVI: En motorvärmare drar 500-2000 W. Låt oss säga 2000W = 2kWh per timme i genomsnitt för både motorvärmare och kupévärmare.

Låt oss säga att de som har motorvärmare, kör den 4 timmar per dygn 4 månader per år. Då förbrukar motorvärmare och kupévärmare:

$2000kWh/timme * 480timmar = 960 kWh$ per år (Det motsvarar ca 8 kWh/dag när den används, eller 2,6 kWh/dag utslaget över året)

Låt oss säga att en tredjedel av de 4,3 miljoner svenska bilarna (

http://www.scb.se/Pages/TableAndChart_34762.aspx) använder motorvärmare. Utslaget per svensk blir det:

$960kWh/år * (4300000/ 3) bilar / 9500000 svenskar / 365dygn \approx 0,4 kWh$ per person och dygn

^{xi} Fotnot 2.1.X.23: "COP mäts vid 7°C utomhustemperatur och 20°C inomhustemperatur." (<http://www.lmg.nu/sve/tips-raad/om-vaermepumpar/vanliga-fraagor/vad-aer-cop.html>)

^{xii} Fotnot 2.1.X.24: EROEI för en värmepump är ungefär omvänt proportionell mot temperaturskillnaden. (http://en.wikipedia.org/wiki/Heat_Pump#Efficiency)

^{xiii} Fotnot LVII: När man installerar bergvärme får man ut ungefär 140 kWh per meter borrhål och år. Om man borrar ner till 200m under grundvattnets nivå så får man alltså ut: $140\text{kWh} * 200\text{m} / 365\text{dygn}$ per år ≈ 77 kWh per borrhål och dygn. (Idag brukar man borra mindre än 200m.)

Borrhål kan inte ligga hur tätt som helst. Minimivståndet är 20 m. Låt oss anta att vi borrar hål som det är i genomsnitt 50 m emellan och att vi borrar ner till 200 m. Då får vi ut:

77 kWh per borrhål och dygn / $(50*50)\text{m}^2$ per borrhål $\approx 0,031\text{kWh}$ per kvadratmeter och dygn.

Låt oss anta att vi gör det på alla Sveriges 3740km^2 (Fotnot IIC:) mark med bostäder. Då får vi ut: $0,031\text{kWh}/\text{m}^2/\text{dag} * (3740*1000*1000)\text{m}^2$ bostadsmark / 9500000 svenskar = 12kWh per person och dygn.

(http://sv.wikipedia.org/wiki/Bergv%C3%A4rme#Riktvt.C3.A4rde_p.C3.A5_m.C3.B6jlig_uttagen_energi_f.C3.B6r_ett_bergv.C3.A4rmeh.C3.A5I)

Fotnot IIC: Sverige har 3740km^2 mark med bostäder. (

http://www.scb.se/Pages/Product_12847.aspx?produktkod=MI0803&displaypressrelease=true&pressreleaseid=254451)

^{xiv} Fotnot LVIII: Jordens heta kärna läcker ca 10 mW/m² och radioaktivitet i jordens skorpa skapar ca 40 mW/m². (http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c16/page_97.shtml) (Fotnot 0.3:) Det blir $0,0012$ kWh per kvadratmeter och dygn.

Sverige har 3740 km² mark med bostäder. (Fotnot IIC:) Energitillförseln till den ytan blir: $0,0012\text{kWh}/\text{m}^2\&\text{dag} * 3740\text{km}^2 / 9500000$ svenskar = $0,5\text{kWh}$ per person och dygn.

^{xv} 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.

^{xvi} Fotnot 2.1.X.65: Tekniker på experimentstadiet kommer vi att prata om i ett senare kursmail. (http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2R_TeknikerPaExperimentstadiet.pdf) (Fotnot KM.2R:)

Fotnot KM.2R: Kurs-mail "Klimat 2R: Tekniker på experimentstadiet" (

http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2R_TeknikerPaExperimentstadiet.pdf)

^{xvii} Fotnot LIX: Enligt nationalencyklopedin 1993 (Fotnot 2.1.X.25:) kan 1000m^2 mark och en jordvärmepump producera 10 - 12kW . Av det måste ca $4,5\text{kW}$ tillföras som el till värmepumpen.

Den maximala mängden energi som kan utvinnas på Sveriges 3700 km² (se Fotnot IIC:) mark med bostäder är alltså:

$(11-4,5)\text{kWh/timme} * 24\text{timmar} * 3700\text{km}^2 / 9000000\text{människor} = 62 \text{ kWh netto per person och dygn}$

Andelen energi som måste tillföras som elektricitet är:

$4,5\text{kW} / 11\text{kW} = 41\%$

($\text{ERoEI} = 100\% / 41\% \approx 2,4$)

Vi konstaterade att vi har användning för högst 27 kWh brutto per dygn från värmepumpar. Det motsvarar netto:

$(100\% - 41\%) * 27\text{kWh} \approx 16 \text{ kWh netto per dygn}$

Om vi ska få det från jordvärme så behöver vi gräva upp:

$16\text{kWh} / 62\text{kWh} \approx 26\%$ av all Sveriges mark med bostäder

Fotnot 2.1.X.25: Min upplaga av Nationalencyklopedin trycktes 1993. Troligen har effektiviteten hos värmepumparna ökat avsevärt sedan dess. Maila gärna en bättre källa till mig

^{xviii} Fotnot 2.1.X.26: Om man söker på denna sida (

[http://www.svefastigheter.se/](#)) kan man få fram den här tabellen över Sveriges fastigheter:

totalt

2063797

strand

58962

strandnära 0-75 m

73277

strandnära 76-150 m

113850

strandnära/ej strandnära

1787155

ej egen tomt

30553

Totalt $58962 + 73277 + 113850 = 246089$ fastigheter ligger inom 150 meter från en strand. Det motsvarar ca 12% av det totala antalet fastigheter i Sverige.

^{xix} Fotnot 2.1.X.27: "VärtanRopsten – The largest sea water heat pump facility worldwide, with ... 180 MW total capacity" (http://www.friotherm.com/webautor-data/41/vaertan_e008_uk.pdf)

^{xx} Fotnot 2.1.X.63: Den totala värmeförbrukningen för hus och varmvatten antog vi är ca 27 kWh per person och dygn.

Antag att 12% av fastigheterna kan värmas med sjövärme och värmepumpar med COP 5. Låt oss också anta att värmen hämtas från djupvatten med en temperatur av ca 4°C. (

http://en.wikipedia.org/wiki/Thermocline#Other_water_bodies)

COP mäts vid 7°C utomhustemperatur och 20°C inomhustemperatur. (Fotnot 2.1.X.23:)

ERoEI för en värmepump är ungefär omvänt proportionell mot temperaturskillnaden (Fotnot 2.1.X.24:), Så ERoEI för sjövärme bör vara ca:

$5 * (20^\circ\text{C} - 7^\circ\text{C}) / (20^\circ\text{C} - 4^\circ\text{C}) \approx 4$

Då kan vi få ut:

$12\% * 27\text{kWh/pp\&d} \approx 3,2\text{kWh/pp\&d}$ brutto

Det motsvara ca:

$3,2\text{kWh/pp\&d} - 3,2\text{kWh/pp\&d} / 4 \approx 2,4\text{ kWh/pp\&d netto}$

^{xxi} Fotnot 2.1.X.28: Den genomsnittliga temperaturen i Sverige är ca 5°C (Fotnot 2.1.AJ:) och inte 7°C. Det innebär att 15°C är en rimligare genomsnittlig temperaturskillnad att räkna med för luftvärmepumpars EROEI än de 13°C som används för att räkna ut COP-värdet. 15°C är mer än 13°C, vilket innebär att EROEI sjunker. Värmepumpen används också mer när det är kallt vilket innebär att den genomsnittliga temperaturskillnaden är ännu större. Dessutom är säkerligen luftvärmepumpen optimerad för att arbeta vid 7°C lufttemperatur eftersom COP mäts där. Det innebär att EROEI för andra temperaturer troligen är ytterligare lägre.

Låt oss gissa att EROEI för en luftvärmepump med COP 5,5 (i Sverige) är i storleksordningen 3. (Hjälp mig gärna att göra en bättre uppskattning.)

Fotnot 2.1.AJ: Den genomsnittliga temperaturen i Sverige är ca 5°C (

<http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/temperatur/1.3973>)

^{xxii} 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.

^{xxiii} Fotnot KM.2C:

^{xxiv} Fotnot KM.2C: Kurs-mail "Klimat 2C: Apparater, IT, Media, Ljus och Vattenkraft" (

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

^{xxv} Fotnot KM.2D:

^{xxvi} Fotnot KM.2D:

^{xxvii} Fotnot KM.2D: Kurs-mail "Klimat 2D: Persontransporter, Energigröda, Skogsavfall och Torv" (

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

^{xxviii} Fotnot KM.2E:

^{xxxix} Fotnot KM.2E:

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

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

^{xxxix} Fotnot KM.2D:

^{xxxix} Fotnot KM.2D:

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

^{xxxix} Fotnot KM.2E:

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

^{xxxix} Fotnot 2.1.X.75: All ny el-produktion var som togs i bruk i USA under Januari 2013 var förnybar. (<http://www.ferc.gov/legal/staff-reports/2013/jan-energy-infrastructure.pdf>)

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

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