

Klimat 1K: Om inte jag så vem? Anpassning till vad?

På 3ⁱ minuter hinner du läsa det som står med fetstil, och välja vilken temperatur du vill att vi arbetar mot.

Om inte jag så vem? Om inte nu så när?

Hur mycket får lobbyister som arbetar för eller emot klimatförändringarna? Så här mycket pengar går till:

+ Subvention av fossila bränslen (globalt) 523G\$: ⁱⁱ

+ Fossilbränsleindustrins donationer till Kongressen i USA 32G\$: ⁱⁱⁱ

|||||

+ Lobby-organisationer för Klimatförnekare och vetenskapsförnekare i USA 30G\$: ^{iv}

|||||

- Subvention av förnybar energi globalt 87G\$: ^v

|||||

- NOAA (i USA) 5G\$: ^{vi}

||||

- Met Office Hadley Centre (Storbritannien) 0,03G\$ ^{vii}

i

- FN:s klimatpanel (globalt) 0,01G\$: ^{viii}

i

- CRU (Storbritannien) 0,002G\$: ^{ix}

i

Bonusuppgift: Försök gärna hitta mer pengar som går till potentiella klimat-lobbyister.

Varning, Åsikt ^x: Detta tror jag är skälet till att de flesta som arbetar för att stoppa klimatförändringarna gör det ideellt eller till mycket låga löner. Det är inte lönsamt för en enskild person eller ett enskilt företag att rädda vår planet.

Varning, Åsikt ^{xi}: **Ändå måste planeten räddas. Eftersom de yrkespersoner som borde arbeta med att rädda planeten inte kan få ett betalt jobb för att göra det, så är det upp till sådana som dig och mig att göra det på vår fritid. Det finns helt enkelt ingen annan som gör det!**

Bonus: Johan Rockströms vinterprat:

<http://sverigesradio.se/sida/avsnitt/654724?programid=2071> Bl.a. säger han att vid 1:01 att Sverige ska bli fosilfritt vilket innebär att vi svenskar måste minska våra utsläpp från 9 ton koldioxidekvivalenter per person & år till 1 ton/år.

Bonus:

http://www.svd.se/naringsliv/hemliga-miljoner-finansierar-klimatfornekare_7923970.svd

Bonus: Titta på det här engelska föredraget från minut 34 om du undrar vem som borde agera: <http://www.youtube.com/watch?v=QxPNPxbVtfl> ^{xii}

Bonusbild: http://a1.img.mobypicture.com/5963aebca068823778f1e9cfdfaacf76_view.jpg

Anpassning - Till vilken temperatur?

Jorden håller på att värmas upp och det pratas allt mer om anpassning. Vilken anpassning som krävs är förstås beroende av hur mycket Jorden värms upp och vilka följderna blir av den uppvärmningen. Låt oss sammanfatta grad för grad så att vi kan göra ett informerat val beträffande **vilken temperatur vi vill både sträva mot och anpassa oss till.**

Varning, Åsikt ^{xiii}: När man faller utför ett stup så bör man inte försöka anpassa sig till själva fallet utan till landningen.

Vid vilken temperatur ska Jorden "landa" och vilken anpassning krävs för den temperaturen?

+ 1 grad ^{xiv}

- Åtgärder: Att stoppa uppvärmningen vid 1 grad är inte längre möjligt. Vi har redan släppt ut koldioxid som motsvarar en uppvärmning på ca 1,5 grader.

- Anpassning till bl.a.:

= Mindre is på nordpolen och i många glaciärer. ^{xv}

= Fler värmeböljor.

+ 2 grader ^{xvi}

- Åtgärder: Att stoppa uppvärmningen vid 2 grader kräver omedelbar omställning till ett fossilfritt samhälle i alla länder. ^{xvii} Vi återkommer till vad som krävs bl.a. i sektion 3 ^{xviii} i den här kursen.

- FN:s klimatpanel räknar med att vi kommer att släppa ut koldioxid som motsvarar mer än 2 grader men att vi kanske kan kompensera det med omfattande användning av CCS. ^{xix}

- Anpassning till bl.a.:

= Vattenbrist på sommaren i många länder. ^{xx}

= Skogsbränder och torka i större omfattning än nu. ^{xxi}

= Ca 2 dm höjning av havsytans nivå ^{xxii}

+ 3 grader ^{xxiii}

- Åtgärder: Att stoppa uppvärmningen vid 3 grader kan bli svårt om bl.a. smältande tundra ^{xxiv} smälter och släpper ut tillräckligt mycket koldioxid för att driva uppvärmningen vidare mot högre temperaturer. ^{xxv}

- Anpassning till bl.a.:

= Farliga värmeböljor

= Omfattande skogsbränder

+ 4 grader ^{xxvi}

- Åtgärder: Att stoppa uppvärmningen vid 4 grader kan bli svårt eftersom bl.a. smältande tundra ^{xxvii} och skogsbränder ^{xxviii} kan släppa ut tillräckligt mycket koldioxid för att driva uppvärmningen vidare mot högre temperaturer. ^{xxix}

- Åtgärder: Utan utfasning av fossila bränslen skulle den globala uppvärmningen vara ca 4°C år 2100 ^{xxx} men temperaturen skulle inte ha slutat stiga då.

- Anpassning till bl.a.:

= Utrotning av en stor andel av jordens arter ^{xxxi}

= Omfattande torka och ökenutbredning, bl.a. i jordbruket. ^{xxxii}

+ 5 grader ^{xxxiii}

- Åtgärder: Att stoppa uppvärmningen vid 5 grader kan bli svårt om metanhydraten i haven ^{xxxiv} tinar och kommer ut i atmosfären som koldioxid. Det skulle driva uppvärmningen vidare mot högre temperaturer. ^{xxxv}

- Anpassning till bl.a.:

= En stor del av jordens kornbodar förvandlas till öken

= En stor del av jordens kärnvapenmakter förvandlas till öken.

+ 6 grader^{xxxvi}

- Åtgärder: Att stoppa uppvärmningen vid 6 grader kan bli svårt om metanhydraten tinar^{xxxvii} och kommer ut i atmosfären som metan. Det skulle driva uppvärmningen vidare mot högre temperaturer.^{xxxviii}

- Anpassning: Ytterst få vetenskapliga studier har gjorts av vad som händer vid så här höga temperaturer. En värld som har blivit 6 grader varmare på mindre än 200 år är så olik allt som vi har någon som helst vetskap om, så att det är svårt att göra några rimliga antaganden eller uträkningar om hur den skulle vara.

Bonus: Litet men positivt: Caroline har vaknat:

<http://www.foraldravralet.se/tillsammans-ska-vi-paverka-makthavarna/>

Humor-bonus^{xxxix}:

http://api.ning.com/files/jcJpBu3I1KWuyYWFCCYvSj9AN*6wE8Rk9LLo6wL0a0Q_/maldives.jpg

Mer information om denna klimat-utbildning finns på:

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

Dagens uppgift är dels att i det här mailet läsa det som står med fetstil och dels att bestämma dig för vilken temperatur som du vill att vi både strävar mot och anpassar oss till. 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.^{xl}

Detta mail kan även laddas ner som PDF från:

http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat1K_OmInteJagSaVem_AnpassningTillVad.pdf

Bonus: Nästa mail kan laddas ner som PDF från:

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

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 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>)

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

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

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

(<http://www.dn.se/nyheter/vetenskap/smalta-isar-kan-bli-rekorddyrt/>)

(<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.

ⁱⁱⁱ Fotnot 4.AD: "Find out which companies are pumping their dirty money into politics and which politicians are receiving it." (<http://dirtyenergymoney.com/view.php?type=congress>)

^{iv} Fotnot 1.X.17: Klimatförnekare och vetenskapsförnekare får nästan \$30 miljoner dollar årligen bara i USA. (<http://www.guardian.co.uk/environment/2013/feb/14/funding-climate-change-denial-thinktanks-network>)

(http://www.svd.se/naringsliv/hemliga-miljoner-finansierar-klimatfornekare_7923970.svd)

^v 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>)

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

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

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

(<http://www.dn.se/nyheter/vetenskap/smalta-isar-kan-bli-rekorddyr/>)

(<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.

^{vi} Fotnot 1.X.18: Hur mycket får lobbyister som arbetar för att hejda klimatförändringarna?

De flesta som arbetar yrkesmässigt med att föra fram klimatfrågan är väl klimatologer och andra vetenskapsmän?

Hela USA:s forskningsbudget är mindre än \$90 miljarder dollar. Av det så gick mer än \$30 miljarder dollar till sjuk/hälsa-vård. Ytterligare mellan \$7 och \$10 miljarder dollar gick till försvaret, jordbruket och mat- & läkemedelshanteringen. (http://news.sciencemag.org/scienceinsider/budget_2013/)

Knappt \$5 miljarder dollar gick till NOAA som bl.a. forskar om klimatet.

^{vii} Fotnot 1.X.19: "The UK's Met Office has had its funding for climate research ... US\$7.0 million ... 25% of ... funding" (<http://www.nature.com/news/2009/090625/full/news.2009.602.html>)

^{viii} Fotnot 1.X.20: FN:s klimatpanels totala budget med bidrag från hela världen är ca \$0,01 miljarder dollar. (http://www.ipcc.ch/meetings/session35/doc2_budget.pdf TABLE 1)

^{ix} Fotnot 1.X.21: "CRU Funding ... received since 1990 ... \$22.6 million " (

http://www.americanthinker.com/2009/11/cru_files_betray_climate_alarm.html)

(Hjälp mig gärna att hitta en bättre källa.)

^x Fotnot 0.5:

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

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

^{xii} Fotnot 1.V: Varning Åsikt (Fotnot 0.5:): Detta är inte vetenskaplig konsensus, men jag tycker att det är intressant:

"How to green the world's deserts and reverse climate change" (<http://www.youtube.com/watch?v=vpTHi7O66pl&list=PLyIphAcpQgZrQlvAybaWRcgykivKJuoC1>)

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

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

^{xiv} Fotnot KM.1A: Kurs-mail "Klimat 1A: Välkommen" (http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat1A_Valkommen.pdf)

^{xv} Fotnot 1.AB: "Arctic Sea Ice News & Analysis" (<http://nsidc.org/arcticseaicenews/>)

^{xvi} Fotnot KM.1B: Kurs-mail "Klimat 1B: Två grader" (http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat1B_2grader.pdf)

^{xvii} Fotnot 1.AC: Det står och väger:

- Med enbart de åtgärder som diskuteras politiskt kommer världen att värmas upp 4 grader under våra barns livstid. (Fotnot 1.Q:)

- Vi har redan byggt eller projekterat all infrastruktur som vi kan använda för fossila bränslen. (Fotnot 1.J:)

- Utsläppen ökar fortfarande varje år. (Fotnot 4.X.17:)

- 2°C är inte gränsen för ofarlig uppvärmning, utan gränsen mellan farlig och mycket farlig uppvärmning. (Fotnot 1.N:)

- Fortfarande kan vi (troligen) stoppa uppvärmningen före 2°C. (Fotnot 2.3.D:)

- Fortfarande kan vi (troligen) ta oss tillbaka till 350 ppm. (Fotnot KM.2K:)

- Varning Åsikt (Fotnot 0.5:): Även om åtgärderna är svåra att få igenom så är de troligen mycket lättare än att försöka leva i en 5°C eller 6°C varmare värld. (Fotnot 3.X.30:)

Fotnot 1.J: Vi har redan byggt eller projekterat i princip all infrastruktur som vi kan använda för fossila bränslen:

"The world is locking itself into an unsustainable energy future which would have far-reaching consequences, IEA warns in its latest World Energy Outlook

... The WEO presents a 450 Scenario ... the globally agreed goal of limiting the temperature rise to 2°C. Four-fifths of the total energy-related CO₂ emissions permitted to 2035 ... are already locked-in by existing capital stock ... Without further action by 2017, the energy-related infrastructure then in place would generate all the CO₂ emissions allowed in the 450 Scenario up to 2035. Delaying action is a false economy: for every \$1 of investment in cleaner technology that is avoided in the power sector before 2020, an additional \$4.30 would need to be spent after 2020 to compensate for the increased emissions."

(http://www.iea.org/newsroomandevents/pressreleases/2011/november/name_20318_en.html)

Fotnot 4.X.17: 2015: Tillfällig minskning av utsläppen: "The projected fall is mainly due to China burning less coal, because of its economic slowdown ... Total emissions ... most probably rose" "deforestation ... peat ... fires"

(<https://www.newscientist.com/article/dn28631-2015-to-see-the-first-drop-in-fossil-fuel-emissions-as-gdp-grows/>)

2012: "Despite positive developments in some countries global energy-related CO2 emissions increased by 1.4% to reach 31.6 gigatonnes (Gt) in 2012 a historic high" (

<http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebsite/2013/energyclimatemap/RedrawingEnergyClimateMap.pdf>

) (<http://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=3345&artikel=5560522>)

2012: 400 ppm CO2 i atmosfären

(http://www.svd.se/nyheter/utrikes/rekordhalter-av-koldioxid-oroar-forskare_8163072.svd)

2011: "Global CO2 emissions hit record in 2011 led by China: IEA" (

<http://www.reuters.com/article/2012/05/24/us-co2-iea-idUSBRE84N0MJ20120524>)

2010: "Carbon Emissions Show Biggest Jump Ever Recorded" (

<http://www.nytimes.com/2011/12/05/science/earth/record-jump-in-emissions-in-2010-study-finds.html>)

Se graf: (<http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.KT/countries/1W?display=graph>)

Notera att konstanta utsläpp ger en konstant ÖKNING av mängden växthusgaser och noll-utsläpp ger en konstant mängd växthusgaser. (Fotnot KM.2J:)

Fotnot 1.N: "impacts associated with 2°C have been revised upwards, sufficiently so that 2°C now more appropriately represents the threshold between 'dangerous' and 'extremely dangerous' climate change" (<http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/369/1934/20.abstract>)

Se även (Fotnot 2.1.BN:)

Fotnot 2.3.D: Utdrag ur GDR 6 page executive summary:

Vår ... slutsats är att 2°C-målet (Fotnot 1.I: ö.a.) verkligen kan hållas men att detta kräver en skarp brytning med den nuvarande politiken. Därför följer vi vetenskapen, och fastställer ett övergripande utsläppsmål - en "2°C-Nödutväg" - som ger oss en verklig chans att klara 2°C-målet, och sedan tar vi itu med att bedöma de strategier och anpassningar som kommer att vara nödvändiga att nå det utsläppsmålet.

"Our ... conclusion is that the 2°C line can indeed be held, but that doing so demands a sharp break with politics as usual. Accordingly, we follow the science, defining a global emissions objective – a "2°C emergency pathway" – that preserves a real chance of holding the 2°C line, and then setting out to straightforwardly assess the strategies and accommodations that will be necessary to do so."

(http://gdrights.org/wp-content/uploads/2009/01/gdrs_execsummary.pdf) (Fotnot 0.2:)

Fotnot 3.X.30: Att säga att GDR (och alla andra fördelningar som krävs för att verkligen stoppa klimatförändringarna) är politiskt omöjligt. Det är detsamma som att säga att 2°C-målet (Fotnot 1.I:) eller 350 ppm målet är politiskt omöjliga.

Det är i sin tur detsamma som att säga att det är politiskt omöjligt att förhindra de tipping-points som inträffar runt 2°C eller 350 ppm ...

... och det är i sin tur detsamma som att säga att det är politiskt omöjligt att förhindra MYCKET högre temperaturer.

Detta handlar om våra barns överlevnad! Är du beredd att godta att ett långt liv för dem som föds nu är "politiskt omöjligt"? Eller är du beredd att kämpa för dina barns liv?

Tänk på ditt barns eller ditt barnbarns ansikte nu och BESTÄM dig.

Fotnot KM.2J: Kurs-mail "Klimat 2J: Kol, Koldioxid och Metan" (http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2J_KolKoldioxidMetan.pdf)

Fotnot 2.1.BN: Professor Kevin Anderson - Climate Change: Going Beyond Dangerous (<http://www.slideshare.net/DFID/professor-kevin-anderson-climate-change-going-beyond-dangerous>)
Se även (Fotnot 1.N:) och (Fotnot 1.AC:)

Fotnot 1.I: Uttrycket "två graders målet" syftar på målet att hålla den globala uppvärmningen under 2 grader:

"2°C over the pre-industrial average has, since the 1990s, been commonly regarded as an adequate means of avoiding dangerous climate change, in science and policy making. However, recent science has shown that the weather, environmental and social impacts of 2°C rise are much greater than the earlier science indicated, and that impacts for a 1°C rise are now expected to be as great as those previously assumed for a 2°C rise." (

http://en.wikipedia.org/wiki/Avoiding_dangerous_climate_change#Avoiding_dangerous_climate_change_in_the_current_scientific_context)

Se även (Fotnot 2.1.BN:) & (Fotnot 1.N:)

Fotnot 0.2: Ramverket "Greenhouse Development Rights" beskrivs under Källor. (<http://klimatcbt.yolasite.com/kallor.php>)

Ramverkets hemsida:

(<http://gdrights.org/2009/02/16/second-edition-of-the-greenhouse-development-rights/>)

En presentation av GDR på Engelska: (<http://www.youtube.com/watch?v=Y3S9c1ZbclI>)

De första 48 minuterna är ett föredrag om GDR, och resten är frågestunden efter föredraget.

^{xviii} Fotnot KM.3A: Kurs-mail "Klimat 3A: GDR, Greenhouse Development Rights" (http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat3A_GDR.pdf)

^{xix} Fotnot 1.AP: "Mitigation scenarios reaching about 450 ppm CO₂-eq in 2100 (consistent with a likely chance to keep warming below 2°C relative to pre-industrial level) typically involve temporary overshoot of atmospheric concentrations, as do many scenarios reaching about 500 ppm CO₂-eq to about 550 ppm CO₂-eq by 2100 (Table 3.1). Depending on the level of overshoot, overshoot scenarios typically rely on the availability and widespread deployment of bioenergy with carbon dioxide capture and storage (BECCS) and afforestation in the second half of the century (high confidence)."

"Scenarier som når ca 450 ppm CO₂-ekvivalenter år 2100 ... innebär oftast ett tillfällig överskridande av halterna i atmosfären ... omfattande tillämpning av bioenergi med koldioxidavskiljning och lagring (BECCS) och åter-skogning under andra halvan av seklet"

Källa: FN:s klimatpanel. Se (Fotnot 1.AE:)

Se även (Fotnot KM.2P:)

Fotnot 1.AE: FN:s klimatpanels senaste rapport AR5 från år 2014:
(http://ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full.pdf)

Fotnot KM.2P: Kurs-mail "Klimat 2P: Fossilt kol med Koldioxidinfångning = CCS = Carbon Capture & Storage" (http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2P_CCS.pdf)

^{xx} Fotnot 4.X.36: Det finns många platser på jorden där det är väldigt ont om sötvatten. (<http://www.ctvnews.ca/world/nearly-half-the-world-could-face-water-scarcity-by-2030-un-chief-warns-1.1207996>) (http://environment.nationalgeographic.com/environment/photos/rivers-run-dry/#/freshwater-rivers-colorado-1_45140_600x450.jpg) Sverige är inte en sådan plats. Förutom på öar i skärgården där man kan få problem med saltvattensinträngning så hotas så vitt jag vet inga av Sveriges vattentäckter av ett alltför stort vattenuttag. (Rätta mig gärna om jag har fel. Inkludera länkar eller liknande som visar vilka vattentäckter det gäller.)

"The cost of pumping water around the country and treating our sewage is about 0.4 kWh per day per person." (http://www.inference.phy.cam.ac.uk/withouthotair/c15/page_92.shtml) (Fotnot0.3:) (Fotnot KM.2E:)

Även om vi skulle spara på uppvärmt vatten tills vi inte förbrukar en enda droppe, så skulle vi alltså inte spara mer än 0,4 kWh/pp&d. (Notera dock att även kallvatten har blivit uppvärmt om det har stått inomhus i t.ex. ledningar eller i en hydrofor. Vatten som har värmts från 4°C till en rumstemperatur på 20°C innehåller en energi motsvarande 0,02 kWh per liter.)

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=PL1gduOjl1EhqD53NGs0nDjcQooVhcjIG2>)

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

^{xxi} Fotnot 2.3.C: Wildfires and Climate Change: (<http://youtu.be/tlgDbxlaZIE>)
Se även (Fotnot 2.3.X.3:)

^{xxii} Fotnot 1.AN: Höjningen av havsytans nivå kan bli ca:

2 dm vid 2 graders uppvärmning

3,5 dm vid 3 graders uppvärmning

5,5 dm vid 4 graders uppvärmning

Källa: IPCC AR5 Summary for policymakers (Fotnot 1.AM:) Figure SPM.6 Global average surface temperature change (a) and global mean sea level rise (b)

Fotnot 1.AM: FN:s klimatpanels senaste rapport AR5 från år 2014. (Fotnot 1.AE:) Förkortad version "Summary for policy makers"

(http://ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf)

^{xxiii} Fotnot KM.1C: Kurs-mail "Klimat 1C: Tre grader" (http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat1C_3grader.pdf)

^{xxiv} Fotnot 1.D: "Permafrost areas hold 500 billion tonnes of carbon, which can fast turn into greenhouse gases"

(<http://www.reuters.com/article/2007/09/18/environment-arctic-russia-permafrost-env-idUSL1076886120070918>)

Människan släpper ut knappt 10 miljarder ton kol per år i form av koldioxid. (Fotnot 3.A:) (I artikeln står det att människan släpper ut ca 7 miljarder ton kol per år, men mängden vi släpper ut ökar för varje år. (Fotnot 4.X.17:))

500 miljarder ton kol i tundran delat med 9,5 miljarder ton kol som människan släpper ut per år, betyder att kolet i tundran motsvarar:

500Gton / 9,5Gton/år ≈ 53 års utsläpp

Fotnot 3.A: De totala utsläppen av fossil koldioxid år 2011 var 34,8 miljarder ton. (

http://ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full.pdf "In 2011, annual CO₂ emissions from fossil fuel combustion, cement production and flaring were 34.8 ± 2.9 GtCO₂/yr") 34,8 Giga-ton koldioxid motsvarar 9,5 Giga-ton kol

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

Utsläpp för fler år finns här. Ladda ner data som Excel och titta på landet "World" för en fullständig lista: (<http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.KT/countries/1W?display=graph>)

Fotnot 2.1.BE: Världens samlade utsläpp av koldioxid-ekvivalenter (Fotnot 2.1.BS:) var 44907 miljoner ton år 2010:

- Koldioxid: 33516 (

<http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.KT/countries/1W?display=graph>)

- Metan: 7515 (

<http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.METH.KT.CE/countries/1W?display=graph>)

- Kväveoxid: 2860 (

<http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.NOXE.KT.CE/countries/1W?display=graph>)

- Övriga växthusgaser: 1015 (

<http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.GHGO.KT.CE/countries/1W?display=graph>)

(Enhet: miljoner ton koldioxid-ekvivalenter (Fotnot 2.1.BS:))

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

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

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

^{xxv} Fotnot 2.1.AU: Vilken som helst av dessa tipping-points kan ominstetgöra våra möjligheter att stoppa klimatförändringarna genom att minska koldioxidhalten i atmosfären:

- Tundran smälter och frigör 0,9% av det frusna kolet per år. *
- Skogar brinner upp, eller dör och förmultnar, på en yta motsvarande 14% av Brasiliens yta per år **
- Haven värms upp så att 0,9 promille av metanhydraten (och metan-bubblor) frigörs per år i form av koldioxid ***

- Haven värms upp så att 0,04 promille av metanhydraten (och metan-bubblor) frigörs per år i form av metan ***

- Vi lagrar 53 års koldioxid-utsläpp i lager som varje år läcker 1% av den lagrade koldioxiden. (Fotnot 2.1.Y:)

(Givetvis kan dessa koldioxid-källor kompenseras av motsvarande stora sänkor, men det ger ändå en uppfattning om hur nära tipping-points vi är.)

-

Vi kan ta bort upp till 2 ppm om året till en kostnad av 10 kWh/pp&d (Fotnot KM.2K:)

En ppm motsvarar 7,8 miljarder ton CO₂. (Fotnot 2.1.K:) 2 ppm motsvarar alltså $2 * 7,8 \approx 16$ miljarder ton CO₂

Ett kilo kol motsvarar 3,7 kg CO₂. (Fotnot 1.C:) 16 miljarder ton CO₂ motsvarar alltså $16 / 3,7 \approx 4,4$ miljarder ton kol

* Tundran

I tundran finns 500 miljarder ton kol. (Fotnot 1.D:) 4,4 miljarder ton kol motsvarar alltså ungefär 0,9% av det kol som finns bundet i tundran.

** Skogarna

37 ton kol frigörs per hektar när regnskog brinner. (Fotnot 1.E:) 4,4 miljarder ton kol motsvarar alltså: $4,4\text{GtC} / 37\text{tC/ha} \approx 1,2$ miljoner km² skogsbrand

Brasiliens yta är ca 8,5 miljoner km². (<http://en.wikipedia.org/wiki/Brazil>) 2 ppm motsvarar alltså en skogsbrand på $1000000\text{km}^2 / 8500000\text{km}^2 \approx 14\%$ av Brasiliens yta.

(Bonus: Se även (Fotnot 2.3.C:))

*** Metanhydrat i haven

I haven finns ungefär 5000 Giga-ton kol i form av metanhydrat m.m.. (

<http://geosci.uchicago.edu/~archer/reprints/buffett.2004.clathrates.pdf>): 4,4 miljarder ton kol motsvarar alltså: $4,4\text{GtC} / 5000\text{GtC} \approx 0,9$ promille av metanhydraten

Metan en 25 gånger kraftfullare växthusgas än koldioxid. (Fotnot 2.1.AA:) 4,4 miljarder ton kol motsvarar alltså:

$0,9\text{‰} / 25\text{ggr} \approx 0,036$ promille av metanhydraten

(Idag läcker redan mer än 6 miljoner ton per år (Fotnot 2.1.BP:))

(Se även (Fotnot KM.1G:) och (Fotnot 3.J:))

Fotnot 2.1.Y: Låt oss säga att vi som en övergångslösning väljer att lagra koldioxid motsvarande den mängd koldioxid vi producerar idag. Låt oss säga att 1% av den lagade koldioxiden kommer tillbaka ut i atmosfären genom läckor varje år. Då skulle vi kunna lagra 46 års utsläpp innan läckorna blir större än vad vi kan ta bort:

Vi människor släpper idag ut ungefär 35 miljarder ton koldioxid per år. (Fotnot 3.A:)

Efter 46 år skulle det alltså varje år läcka ut ca:

$1\% * 46\text{år} * 35\text{GtCO}_2/\text{år} \approx 16$ miljarder ton CO₂

16 miljarder ton CO₂ per år kan vi ta bort ur atmosfären till en kostnad av 10 kWh/pp&d. (Fotnot KM.2K:)

Fotnot KM.2K: Kurs-mail "Klimat 2K: 350 ppm, eller kan vi ta bort koldioxid ur luften?" (http://klimatcht.yolasite.com/resources/Klimat2K_350ppm.pdf)

Fotnot 2.1.K: Hur många ton CO₂ motsvarar en ppm i atmosfären?

Atmosfären väger ca $5 * 10^{18}$ kg (en femma följd av 18 nollor) (http://en.wikipedia.org/wiki/Atmosphere_of_Earth#Density_and_mass)

Atmosfären består huvudsakligen av 21% syre och 79% kväve.

Molekylvikten för O₂ är: $2 * 16\text{g/mol} \approx 32\text{g/mol}$ (<http://en.wikipedia.org/wiki/Oxygen>)

Molekylvikten för N₂ är: $2 * 14\text{g/mol} \approx 28\text{g/mol}$ (<http://en.wikipedia.org/wiki/Nitrogen>)

En mol atmosfär väger alltså: $21\% * 32\text{g/mol} + 79\% * 28\text{g/mol} \approx 29\text{g/mol}$

I atmosfären finns det då totalt: $5 * 10^{18}\text{kg} / 29\text{g/mol} \approx 1,8 * 10^{20}\text{mol}$

ppm betyder "Parts Per Million", d.v.s. miljondelar. (Fotnot 2.1.AQ:) En ppm koldioxid är följaktligen:

$1,8 * 10^{20}\text{mol} / 1000000 \approx 178000$ miljarder mol

Molekylvikten för CO₂ är 44 g/mol (http://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_dioxide)

Vikten av en ppm CO₂ är alltså: $178000\text{Gmol} * 44\text{g/mol} \approx 7,8$ miljarder ton CO₂

Fotnot 1.C: När kol förbränns till koldioxid så binder varje kol-atom två syre-atomer. Atomvikten är

12 för kol och 16 för syre. 12 kg kol förbränns alltså till: $12 + 2 * 16 = 44$ kg koldioxid

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

Fotnot 1.E: 265 ton torr biomassa (ovan jord) per hektar består till 50% av kol som till 28% frigörs som koldioxid då regnskogen brinner (Fotnot 1.B:)

Det betyder att 37 ton kol (eller 134 ton koldioxid) frigörs per hektar:

$265\text{t/ha} * 50\%\text{kol} * 28\%\text{frigörs} \approx 37$ ton kol per ha frigörs

D.v.s. att 260 miljoner hektar behöver brinna för att komma upp i motsvarande människans utsläpp på knappt 10 miljarder ton kol per år (Fotnot 3.A:)

(Skulle det som blir kvar efter branden också brytas ner och förmultna så skulle det bara behövas motsvarande drygt 60 miljoner ha eftersom även resten av biomassan ovan och under marken skulle dö och bli till koldioxid.)

Fotnot 2.1.AA: Metans livstid och effekt som växthusgas:

(<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter2.pdf> Table 2.14, sid 212)

Räknar man effekten under de 100 åren närmast efter utsläppet, så har metan en 25 gånger så stor effekt som koldioxid. Räknar man på kortare tid så är metanet ännu mycket kraftfullare eftersom metanet har sin största effekt åren efter att det släpptes ut, medan koldioxiden finns kvar i atmosfären i hundra(tals) år och i kolcykeln (<http://sv.wikipedia.org/wiki/Kolcykeln>) i tiotusentals år.

Räknar man effekten under de 20 åren närmast efter utsläppet, så har metan en 72 gånger så stor effekt som koldioxid.

Metan bryts ner till koldioxid. Hälften av metanet bryts ner på ca 8-12 år. Eftersom metanet bryts ner till koldioxid igen, så innebär konstanta utsläppsnivåer en konstant metanhalt i atmosfären.

Varning åsikt (Fotnot 0.5:): Metanhalten skulle alltså knappast ha varit ett problem om inte koldioxidhalten hade höjts så mycket så att vi riskerar att passera oåterkalleliga tipping-points.

(Fotnot KM.1G:) Som det nu är så behöver vi minska på alla typer av utsläpp, inklusive metan, tills dess att metanhalten ryms inom 350 ppm koldioxidekvivalenter igen.

Se även (Fotnot KM.2J:)

Fotnot 2.1.BP: "The frozen cap trapping billions of tonnes of methane under the cold waters of the Arctic Ocean is leaking and venting the powerful greenhouse gas into the atmosphere, new research shows. ... Researchers estimate that eight million tonnes in annual methane emissions are being released from the shallow East Siberian Arctic Shelf" (<http://ipsnews.net/news.asp?idnews=50565> Hjälp mig gärna att hitta en bättre källa för hur mycket metan som läcker och som når atmosfären.)

8 miljoner ton metan motsvarar 6 miljoner ton kol

Ny forskning visar att utsläppen dessutom ökar år för år:

(<http://www.independent.co.uk/environment/climate-change/shock-as-retreat-of-arctic-sea-ice-releases-deadly-greenhouse-gas-6276134.html>)

Fotnot KM.1G: Kurs-mail "Klimat 1G: Tipping-points" (

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

Fotnot 3.J: Knappt tre minuter in i den här filmen visas ett isberg som välter:

(http://www.ted.com/talks/camille_seaman_haunting_photos_of_ice.html)

Det har i sig ingenting med klimatförändringarna att göra. Ändå är det här för mig på något sätt sinnebilden av en tipping-point. Isen smälter och smälter och det syns ingen större skillnad. När tillräckligt mycket is har smält så att isberget har ändrat form, då når det sin tipping-point. Isberget tippas över och ingenting i värden kan hindra det från att rulla hela vägen runt.

Fotnot 2.1.AQ: Förkortningen ppm står för Parts Per Million, alltså miljondelar. Om koldioxidhalten i atmosfären vore 390 ppm så skulle 390 stycken av varje 1000000 molekyler i luften vara koldioxid-molekyler.

(Jämför med % som betyder 100-delar. Om koldioxidhalten i atmosfären vore 1% så skulle 1 stycken av varje 100 molekyler i luften ha varit koldioxid-molekyler.)

Fotnot 1.B: "burning was measured in forest cleared for pasture in a cattle ranch ... Aboveground dry weight biomass loading averaged 265 t ha⁻¹ ... 311 t ha⁻¹ total dry weight biomass ... Using carbon contents measured for different biomass components (all ~50% carbon) ... 27.6% reduction of aboveground carbon pools" (<http://adsabs.harvard.edu/abs/1993JGR....9816733F>)
D.v.s. 265ton/ha * 50%C * 27%frigjordes ~ 37 ton kol per hektar brunnen regnskog blev till CO₂.

^{xxvi} Fotnot KM.1D: Kurs-mail "Klimat 1D: Fyra grader" (http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat1D_4grader.pdf)

^{xxvii} Fotnot 1.D: "Permafrost areas hold 500 billion tonnes of carbon, which can fast turn into greenhouse gases" (<http://www.reuters.com/article/2007/09/18/environment-arctic-russia-permafrost-env-idUSL1076886120070918>)
Människan släpper ut knappt 10 miljarder ton kol per år i form av koldioxid. (Fotnot 3.A:)
(I artikeln står det att människan släpper ut ca 7 miljarder ton kol per år, men mängden vi släpper ut ökar för varje år. (Fotnot 4.X.17:))
500 miljarder ton kol i tundran delat med 9,5 miljarder ton kol som människan släpper ut per år, betyder att kolet i tundran motsvarar:
500Gton / 9,5Gton/år ≈ 53 års utsläpp

^{xxviii} Fotnot 1.X.12: "När trä brinner, frisätts all den koldioxid som trädet samlat upp under sin livstid. Antalet skogsbränder har ökat under senare år, så att de nu tillsammans med medveten avbränning av skog står för inte mindre än 20 procent av de globala koldioxidutsläppen." Illustrerad Vetenskap 18/2009 sid 71
(Jag litar inte riktigt på allt som står i Illustrerad Vetenskap. Hjälp mig gärna att hitta en säkrare källa)
(Se även (Fotnot 2.3.C:))

^{xxix} Fotnot 2.1.AU: Vilken som helst av dessa tipping-points kan omintetgöra våra möjligheter att stoppa klimatförändringarna genom att minska koldioxidhalten i atmosfären:

- Tundran smälter och frigör 0,9% av det frusna kolet per år. *
- Skogar brinner upp, eller dör och förmultnar, på en yta motsvarande 14% av Brasiliens yta per år **
- Haven värms upp så att 0,9 promille av metanhydraten (och metan-bubblor) frigörs per år i form av koldioxid ***
- Haven värms upp så att 0,04 promille av metanhydraten (och metan-bubblor) frigörs per år i form av metan ***
- Vi lagrar 53 års koldioxid-utsläpp i lager som varje år läcker 1% av den lagrade koldioxiden. (Fotnot 2.1.Y:)

(Givetvis kan dessa koldioxid-källor kompenseras av motsvarande stora sänkor, men det ger ändå en uppfattning om hur nära tipping-points vi är.)

-

Vi kan ta bort upp till 2 ppm om året till en kostnad av 10 kWh/pp&d (Fotnot KM.2K:)

En ppm motsvarar 7,8 miljarder ton CO₂. (Fotnot 2.1.K:) 2 ppm motsvarar alltså $2 * 7,8 \approx 16$ miljarder ton CO₂

Ett kilo kol motsvarar 3,7 kg CO₂. (Fotnot 1.C:) 16 miljarder ton CO₂ motsvarar alltså $16 / 3,7 \approx 4,4$ miljarder ton kol

* Tundran

I tundran finns 500 miljarder ton kol. (Fotnot 1.D:) 4,4 miljarder ton kol motsvarar alltså ungefär 0,9% av det kol som finns bundet i tundran.

** Skogarna

37 ton kol frigörs per hektar när regnskog brinner. (Fotnot 1.E:) 4,4 miljarder ton kol motsvarar alltså: $4,4\text{GtC} / 37\text{tC/ha} \approx 1,2$ miljarder km² skogsbrand

Brasiliens yta är ca 8,5 miljarder km². (<http://en.wikipedia.org/wiki/Brazil>) 2 ppm motsvarar alltså en skogsbrand på $1000000\text{km}^2 / 8500000\text{km}^2 \approx 14\%$ av Brasiliens yta.

(Bonus: Se även (Fotnot 2.3.C:)

*** Metanhydrat i haven

I haven finns ungefär 5000 Giga-ton kol i form av metanhydrat m.m.. (

<http://geosci.uchicago.edu/~archer/reprints/buffett.2004.clathrates.pdf>): 4,4 miljarder ton kol motsvarar alltså: $4,4\text{GtC} / 5000\text{GtC} \approx 0,9$ promille av metanhydraten

Metan en 25 gånger kraftfullare växthusgas än koldioxid. (Fotnot 2.1.AA:) 4,4 miljarder ton kol motsvarar alltså:

$0,9\text{‰} / 25\text{ggr} \approx 0,036$ promille av metanhydraten

(Idag läcker redan mer än 6 miljarder ton per år (Fotnot 2.1.BP:))

(Se även (Fotnot KM.1G:) och (Fotnot 3.J:))

^{xxx} Fotnot 1.Q: Till år 2100 kommer jorden att värmas upp:

- 4-5 grader enligt IEA (2013) *
 - 4 grader enligt världsbanken (2012) **
- ... om vi inte gör mer

* "I en ny rapport från det internationella energirådet IEA slås fast att koldioxidutsläppen förra året var rekordhöga och att en global uppvärmning på mellan 3,6 och 5,3 grader kan bli följden. Men IEA pekar också ut åtgärder som snabbt kan bryta trenden utan att det skadar världsekonomin." (<http://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=3345&artikel=5560522>)

** Med enbart de åtgärder som anses "politiskt tänkbara" kommer världen att värmas upp nästan 4 grader under det här århundradet enligt en rapport från Världsbanken 2012:

"The emission pledges made at the climate conventions in Copenhagen and Cancun, if fully met, place the world on a trajectory for a global mean warming of well over 3°C. Even if these pledges are fully implemented there is still about a 20 percent chance of exceeding 4°C in 2100.10 If these pledges are not met then there is a much higher likelihood—more than 40 percent—of warming exceeding 4°C by 2100, and a 10 percent possibility of this occurring already by the 2070s, assuming emissions follow the medium business-as-usual reference pathway." (

http://climatechange.worldbank.org/sites/default/files/Turn_Down_the_heat_Why_a_4_degree_centrigrade_warmer_world_must_be_avoided.pdf)

Världsbanken om klimatförändringarna: <http://climatechange.worldbank.org/>

En 3 minuters film från världsbanken: <http://www.youtube.com/watch?v=CQbOII0YQNs>

^{xxxi} Fotnot 1.F: Enligt FN:s klimatpanels rapport från 2007 (Fotnot 1.G:) finns det en vetenskaplig konsensus om att mer än 40% procent av jordens arter kommer att utrotas om jorden värms upp 3,9 grader på under 100 år:

"Significant extinctions around the globe", "Significant here defined as more than 40%", "Confidence levels for all statements are high."

(http://ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/figure-spm-7.html)

Sannolikheten för att detta ska inträffa beskrivs alltså som "High Confidence". Det betyder att det med 80% sannolikhet kommer att inträffa ungefär vid den angivna temperaturen.

"High confidence About 8 out of 10 chance"

(http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/annexessglossary-a-d.html)

Fotnot 1.G: Här finns FN:s klimatpanels senaste rapport från 2007:

(http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/contents.html)

Läs gärna "Summary for Policymakers". Den är på 22 sidor och kräver inga förkunskaper:

(http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_spm.pdf)

^{xxxii} Fotnot 2.3.X.3: Fram tills tusenårs-skiftet fick den ökade mängden koldioxid skogarna att i genomsnitt växa till, men sedan dess har biomassan (Fotnot 1.H:) i stället minskat:

(<http://www.dn.se/nyheter/vetenskap/jordens-vaxter-tappar-kraft/>)

(<http://www.sciencedaily.com/releases/2010/08/100820101504.htm>)

(<http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=45380>)

(<http://www.nytimes.com/2012/12/25/science/los-alamos-national-laboratory-studies-tree-deaths.html>)

Vid 4 graders uppvärmning kan jorden se ut så här:

(<http://www.newscientist.com/data/images/archive/2697/26971701.jpg>)

... och på en femtedel av jordytan är nuvarande ekosystem då inte längre möjliga: (

<http://sverigesradio.se/sida/gruppsida.aspx?programid=406&grupp=12718&artikel=5510899>)

(Bonus: Se även (Fotnot 2.3.C:))

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

^{xxxiii} Fotnot KM.1E: Kurs-mail "Klimat 1E: Fem grader" (http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat1E_5grader.pdf)

^{xxxiv} Fotnot 1.S: Om haven värms upp 3°C så frigörs 4000 miljarder ton kol i form av metan eller koldioxid. (Fotnot IX:)

- Om allt skulle komma ut som atmosfärisk koldioxid så räcker det för att värma upp jorden ytterligare 2,25 grader. (<http://klimatcbt.yolasite.com/bild-warmingcumulativeco2.php>) (Fotnot 1.AE:)

- Om 4% av det skulle komma ut som atmosfärisk metan räcker det ensamt för att värma upp jorden ytterligare 2,25 grader i hundra år eftersom metan en 25 gånger så kraftfull växthusgas som koldioxid räknat över 100 år. (Fotnot 2.1.AA:).

- Det innebär att årliga utsläpp på ca (4%/100år~) 0,4 promille/år ensamt skulle räcka för att värma upp jorden ytterligare mer än 2 grader.

(Försök själv bedömma vilken effekt ett par procent av metanet skulle få i atmosfären.)

- Lyckligtvis tror man att haven kommer att värmas upp mycket långsammare, så att det mesta kommer ut som koldioxid och inte som metan.

- Nya resultat tyder på att metan som är löst i vatten äts upp av bakterier på några månader. (Fotnot 1.X.4:)

- En del metan hinner inte lösas i vattnet utan bubblar direkt upp i luften. (Fotnot 1.X.5:)

- Man har trott att en stor del av orsaken till att 95% av alla arter dog ut under Perm för 250 miljoner år sedan var att metanhydrat kom ut i atmosfären och blev till koldioxid. En ny studie lutar dock åt att koldioxidkällan den gången var vulkaner där lavan bröt igenom tjocka lager av kalksten. (Fotnot 1.X.15:)

Fotnot IX: Mängd metanhydrat som släpps ut vid 3 graders uppvärmning av haven. (Haven värms inte upp lika snabbt som resten av jorden. Det kan ta tusentals år.)

”global estimate of 3×10^{18} g of carbon (3000 Gton C) in clathrate and 2×10^{18} g (2000 Gton C) in methane bubbles. The predicted methane inventory decreases by 85% in response to 3 °C of warming” (

http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V61-4DH20BD-2&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_docanchors=&view=c&_rerunOrigin=scholar.google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=3bd3a77f509acc1f52d6d27482162970

)

Vid 3 graders uppvärmning av haven kommer alltså 4000 miljarder ton kol ut i kolcykeln:

$85\% * (3 \times 10^{18} \text{g} + 2 \times 10^{18} \text{g}) \sim 4000$ miljarder ton kol

Människans årliga utsläpp är knappt 10 miljarder ton kol per år (Fotnot 3.A:)

Kolet som kan frigöras från haven motsvarar alltså människans utsläpp under:

$4000 \text{Gton} / 9,5 \text{Gton/år} \sim 430$ år om det kommer ut som koldioxid

Metan har en 25 ggr så stor effekt som koldioxid räknat över de 100 åren närmast efter utsläppet.

(Fotnot 2.1.AA:)

Under 100 år skulle människan släppa ut 950 miljarder ton kol.

Om kolet frigörs från haven i form av metan motsvarar det alltså människans utsläpp under mer än tio tusen år:

$25 * 4000 \text{Gton} / 950 \text{Gton}/100 \text{år} \sim 11000$ år

Allt kommer förstås inte ut som metan, men det behövs ju inte heller för att resultatet ska bli en katastrof!

För en beräkning av påverkan på temperaturen se (Fotnot 1.S:)

Fotnot 1.X.4: ”En och en halv miljon ton av växthusgasen metan ska ha välut ur borrhålet innan läckaget kunde stoppas. Men istället för att läcka upp i atmosfären för att där bidra till en accelererad växthuseffekt, så visade det sig de här enorma utsläppen av metangas har försvunnit efter några månader i vattnet - uppslukade av metanätande bakterier som här hittade lättillgängligt kol för stark tillväxt.” (

<http://sverigesradio.se/sida/gruppsida.aspx?programid=406&grupp=12718&artikel=4276994>)

Fotnot 1.X.5: ”methane measured in the atmosphere around the region is 100 times higher than normal background levels, and in some cases 1,000 times higher.” (

<http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/8437703.stm> Hjälp mig gärna att hitta en bättre källa)

Bakgrundsinformation: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/8205864.stm>

Fotnot 1.X.15: ”The end-Permian mass extinction ... Several extinction scenarios ... values indicate a source containing substantial amounts of mantle- or carbonatederived carbon.” (

<http://www.pnas.org/content/107/19/8543.short>) (

<http://www.pnas.org/content/107/19/8543.full.pdf+html>)

^{xxxv} Fotnot 2.1.AU: Vilken som helst av dessa tipping-points kan oimintetgöra våra möjligheter att stoppa klimatförändringarna genom att minska koldioxidhalten i atmosfären:

- Tundran smälter och frigör 0,9% av det frusna kolet per år. *
- Skogar brinner upp, eller dör och förmultnar, på en yta motsvarande 14% av Brasiliens yta per år **
- Haven värms upp så att 0,9 promille av metanhydraten (och metan-bubblor) frigörs per år i form av koldioxid ***
- Haven värms upp så att 0,04 promille av metanhydraten (och metan-bubblor) frigörs per år i form av metan ***
- Vi lagrar 53 års koldioxid-utsläpp i lager som varje år läcker 1% av den lagrade koldioxiden. (Fotnot 2.1.Y:)

(Givetvis kan dessa koldioxid-källor kompenseras av motsvarande stora sänkor, men det ger ändå en uppfattning om hur nära tipping-points vi är.)

-

Vi kan ta bort upp till 2 ppm om året till en kostnad av 10 kWh/pp&d (Fotnot KM.2K:)

En ppm motsvarar 7,8 miljarder ton CO₂. (Fotnot 2.1.K:) 2 ppm motsvarar alltså $2 * 7,8 \approx 16$ miljarder ton CO₂

Ett kilo kol motsvarar 3,7 kg CO₂. (Fotnot 1.C:) 16 miljarder ton CO₂ motsvarar alltså $16 / 3,7 \approx 4,4$ miljarder ton kol

* Tundran

I tundran finns 500 miljarder ton kol. (Fotnot 1.D:) 4,4 miljarder ton kol motsvarar alltså ungefär 0,9% av det kol som finns bundet i tundran.

** Skogarna

37 ton kol frigörs per hektar när regnskog brinner. (Fotnot 1.E:) 4,4 miljarder ton kol motsvarar alltså: $4,4\text{GtC} / 37\text{tC/ha} \approx 1,2$ miljarder km² skogsbrand

Brasiliens yta är ca 8,5 miljarder km². (<http://en.wikipedia.org/wiki/Brazil>) 2 ppm motsvarar alltså en skogsbrand på $1000000\text{km}^2 / 8500000\text{km}^2 \approx 14\%$ av Brasiliens yta.

(Bonus: Se även (Fotnot 2.3.C:))

*** Metanhydrat i haven

I haven finns ungefär 5000 Giga-ton kol i form av metanhydrat m.m.. (

<http://geosci.uchicago.edu/~archer/reprints/buffett.2004.clathrates.pdf>): 4,4 miljarder ton kol motsvarar alltså: $4,4\text{GtC} / 5000\text{GtC} \approx 0,9$ promille av metanhydraten

Metan en 25 gånger kraftfullare växthusgas än koldioxid. (Fotnot 2.1.AA:) 4,4 miljarder ton kol motsvarar alltså:

$0,9\text{‰} / 25\text{ggr} \approx 0,036$ promille av metanhydraten

(Idag läcker redan mer än 6 miljarder ton per år (Fotnot 2.1.BP:))

(Se även (Fotnot KM.1G:) och (Fotnot 3.J:))

^{xxxvi} Fotnot KM.1F: Kurs-mail "Klimat 1F: Sex grader" (

http://klimatchbt.yolasite.com/resources/Klimat1F_6grader.pdf)

^{xxxvii} Fotnot 1.S: Om haven värms upp 3°C så frigörs 4000 miljarder ton kol i form av metan eller koldioxid. (Fotnot IX:)

- Om allt skulle komma ut som atmosfärisk koldioxid så räcker det för att värma upp jorden ytterligare 2,25 grader. (<http://klimatcbt.yolasite.com/bild-warmingcumulativeco2.php>) (Fotnot 1.AE:)

- Om 4% av det skulle komma ut som atmosfärisk metan räcker det ensamt för att värma upp jorden ytterligare 2,25 grader i hundra år eftersom metan en 25 gånger så kraftfull växthusgas som koldioxid räknat över 100 år. (Fotnot 2.1.AA:).

- Det innebär att årliga utsläpp på ca (4%/100år~) 0,4 promille/år ensamt skulle räcka för att värma upp jorden ytterligare mer än 2 grader.

(Försök själv bedömma vilken effekt ett par procent av metanet skulle få i atmosfären.)

- Lyckligtvis tror man att haven kommer att värmas upp mycket långsammare, så att det mesta kommer ut som koldioxid och inte som metan.

- Nya resultat tyder på att metan som är löst i vatten äts upp av bakterier på några månader. (Fotnot 1.X.4:)

- En del metan hinner inte lösas i vattnet utan bubblar direkt upp i luften. (Fotnot 1.X.5:)

- Man har trott att en stor del av orsaken till att 95% av alla arter dog ut under Perm för 250 miljoner år sedan var att metanhydrat kom ut i atmosfären och blev till koldioxid. En ny studie lutar dock åt att koldioxidkällan den gången var vulkaner där lavan bröt igenom tjocka lager av kalksten. (Fotnot 1.X.15:)

^{xxxviii} Fotnot 2.1.AU: Vilken som helst av dessa tipping-points kan omindetgöra våra möjligheter att stoppa klimatförändringarna genom att minska koldioxidhalten i atmosfären:

- Tundran smälter och frigör 0,9% av det frusna kolet per år. *

- Skogar brinner upp, eller dör och förmultnar, på en yta motsvarande 14% av Brasiliens yta per år **

- Haven värms upp så att 0,9 promille av metanhydraten (och metan-bubblor) frigörs per år i form av koldioxid ***

- Haven värms upp så att 0,04 promille av metanhydraten (och metan-bubblor) frigörs per år i form av metan ***

- Vi lagrar 53 års koldioxid-utsläpp i lager som varje år läcker 1% av den lagrade koldioxiden. (Fotnot 2.1.Y:)

(Givetvis kan dessa koldioxid-källor kompenseras av motsvarande stora sänkor, men det ger ändå en uppfattning om hur nära tipping-points vi är.)

-

Vi kan ta bort upp till 2 ppm om året till en kostnad av 10 kWh/pp&d (Fotnot KM.2K:)

En ppm motsvarar 7,8 miljarder ton CO₂. (Fotnot 2.1.K:) 2 ppm motsvarar alltså $2 * 7,8 \approx 16$ miljarder ton CO₂

Ett kilo kol motsvarar 3,7 kg CO₂. (Fotnot 1.C:) 16 miljarder ton CO₂ motsvarar alltså $16 / 3,7 \approx 4,4$ miljarder ton kol

* Tundran

I tundran finns 500 miljarder ton kol. (Fotnot 1.D:) 4,4 miljarder ton kol motsvarar alltså ungefär 0,9% av det kol som finns bundet i tundran.

** Skogarna

37 ton kol frigörs per hektar när regnskog brinner. (Fotnot 1.E:) 4,4 miljarder ton kol motsvarar alltså: $4,4 \text{GtC} / 37 \text{tC/ha} \approx 1,2$ miljoner km² skogsbrand

Brasiliens yta är ca 8,5 miljoner km². (<http://en.wikipedia.org/wiki/Brazil>) 2 ppm motsvarar alltså en skogsbrand på $1000000 \text{km}^2 / 8500000 \text{km}^2 \approx 14\%$ av Brasiliens yta.

(Bonus: Se även (Fotnot 2.3.C:))

*** Metanhydrat i haven

I haven finns ungefär 5000 Giga-ton kol i form av metanhydrat m.m.. (

<http://geosci.uchicago.edu/~archer/reprints/buffett.2004.clathrates.pdf>): 4,4 miljarder ton kol motsvarar alltså: $4,4 \text{GtC} / 5000 \text{GtC} \approx 0,9$ promille av metanhydraten

Metan en 25 gånger kraftfullare växthusgas än koldioxid. (Fotnot 2.1.AA:) 4,4 miljarder ton kol motsvarar alltså:

$0,9\% / 25 \text{ggr} \approx 0,036$ promille av metanhydraten

(Idag läcker redan mer än 6 miljoner ton per år (Fotnot 2.1.BP:))

(Se även (Fotnot KM.1G:) och (Fotnot 3.J:))

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

^{xi} 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.