

Klimat 1E: Fem grader

Dagens uppgift i klimat-utbildningen är att titta på ännu en kort YouTube-film från National Geographic. Gör det nu. ⁱ Filmen handlar om vad som händer om jorden blir fem grader varmare.

<http://www.youtube.com/watch?v=7nRf2RTqANg>

(Inte ens med fortsatta utsläpp händer detta före 2080 och troligen inte det här århundradet ⁱⁱ om inte koldioxid från skogsbränder ⁱⁱⁱ tundran ^{iv} eller metanhydrat ^v ^{vi} får uppvärmningen att gå snabbare. Då skulle mina barn vara 80 respektive mer än 100 år, men mina barnbarn borde fortfarande få leva.)

De här filmerna bygger på boken Sex Grader av Mark Lynas. ^{vii} Om du vill ha en grundligare förståelse för vad som kommer att hända om vi inte stoppar klimatförändringarna, så rekommenderar jag varmt att du läser boken. Den finns på biblioteket, den finns att köpa på t.ex. <http://www.adlibris.com/se/product.aspx?isbn=9170373612>, eller du kan få ett exemplar av mig.

Detta är saker som FN:s klimatpanel bedömer troligen skulle hända redan vid 4 graders uppvärmning om vi inte vidtar åtgärder för att förhindra det ^{viii}:

- Fiskets avkastning minskar på låga latituder
- Städerna får problem med energiförsörjningen
- Våldsamma konflikter (läs krig)

Bonus: Riskindikator ^{ix}

<http://global-risk-indicator.net/>

Bonus: Här nedan finner du också en text på svenska som säger ungefär samma sak som YouTube-filmen. Det är en sammanfattning av det femte kapitlet i boken Sex Grader av Mark Lynas.

Bonus: Litet men positivt: Varning, Åsikt ^x: Vi tar för givet att vi har tillgång till mer mat än vi kan äta. Låt oss se till att våra barn också får ha det så! <http://www.recept.nu/>

Humor-bonus ^{xi}: Metan från botten av en sjö:

<http://www.youtube.com/watch?v=oa3M4ou3kvw> ^{xii}

Fem grader.

En helt ny planet tar form. Återstående istäcken är borta. Regnskogarna har brunnit upp. Havet har trängt in långt över kontinenterna, människor drivs till beboeliga zoner, som krymper alltmer. Inlandet nära polerna har värmts är tio grader eller mer.

I tropikerna byggs enorma nederbördsområden upp. Allvarliga översvämningar sker och öknar breder ut sig. Grundvattnet försvinner. Somrarna blir för varma att bedriva jordbruk i. Vid uppvärmning av haven bli bottnen syrefattigare. Massdöd av organismer kan ske som i slutet på eocenperioden cirka 55 miljoner år sedan.

Gerald Dickens, paleo-oceanograf, vid Michigan-universitetet, fann metanhydrat, en isliknande förening av metan och vatten, bildat under intensiv kyla och intensivt tryck i djuphavet. Metanhydrat är stabilt under högt tryck och kyla...

Metan kan ha påverkat den globala uppvärmningen. Miriam Katz 1999 fann 521 meter ned i ett havsbottenprov, bevis för ett jordskred cirka 55 miljoner år sedan med isotopisk metansignatur i sedimentet. Vilket kan förklara den nu välkända massutrotningen av havsbottenorganismer, genom att 2800 miljarder ton kol, påverkade klimatförändringen. Även storskaliga torvbränder kan ha bidragit att pumpa ut massiva mängder koldioxid i den urtida atmosfären, vilket kan ha orsakat metanhydratexplosioner i en cyklisk återkoppling. Haven blev sura när plötsligt stora mängder koldioxid löstes i vattnet. 1000 ppm CO₂ och fem till tio graders värmehöjning skapade även förändrade ekosystem, isfria poler, extrem torka och väta. Precis som världen förefaller att vara på väg emot idag. Den paleocena-eocena termiska maximum är känt som PETM bland vetenskapsmän. Enorma mängder metanhydrat finns under kontinentalsocklar idag, om uppvärmningen fortskrider finns risk för destabilisering och utstötning i atmosfären, vilket skulle driva upp de atmosfärsiska temperaturerna ytterligare, och bidra till en skenande global uppvärmning.

Det är viktigt att stoppa uppvärmningen nu för att stanna metanhydratutsläppet. (Hösten 2008 upptäcktes metanbubblor som steg upp till ytan i arktiska havet.^{xiii} Att värma upp haven så att metanhydraten kommer ut kan ta tiotusentals år.^{xiv} Nästan allt annat vi har talat om är sådant som kommer att inträffa före år 2100 om temperaturen stiger till dessa grader. Cecilias anmärkning)

Människan har haft en period av relativt välstånd. Lynas målar ut tänkbara skräckscener som innebär att människor måste gömma mat för varandra, att konflikter kommer att tas till med andra vapen än de som fanns i forntiden. Att våldtäkter, tortyr, mord, med mera, kommer att ske för att komma åt tillgångar. Att miljarder av människor kan komma att dö av orsaker som liknar de konflikter som nu pågår på vissa ställen i Afrika på grund av att det funnits för lite resurser där.^{xv}

Mer information om denna klimat-utbildning finns på:

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

Dagens uppgift är att titta på filmen.

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.^{xvi}

Detta mail kan även laddas ner som PDF från:

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

Bonus: Nästa mail kan laddas ner som PDF från:

http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2E_MatJordbrukBiogasSopforbranning.pdf

Det som står i fotnoterna är alltid bonusmaterial.

ⁱ 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.

ⁱⁱ Fotnot 1.P: Tiden för när olika temperaturer inträffar om vi fortsätter som nu:

<http://klimatcbt.yolasite.com/bild-temperaturdiagram.php>

2°C troligen ca 2045. (Då skulle mina barn vara 40 år)

3°C inte före 2050 och troligen efter 2070. (Då är mina barn 46 eller 66 år)

4°C inte före 2070 och troligen efter 2095. (Då skulle mina barn vara 62 eller 90 år)

4,2°C troligen ca 2100 (Då skulle mina barn vara 95 år. Mina barnbarn borde fortfarande leva)

5°C Inte före 2080 i något sannolikt scenario. (Då skulle mina barn vara 79 år)

6°C Inte före 2100 i något sannolikt scenario. (Då skulle mina barn vara 95 år men mina barnbarn borde fortfarande kunna leva)

Dessa tidsuppskattningar förutsätter så vitt jag förstår att vi inte kraftigt minskar utsläppen och att inga tipping-points (Fotnot KM.1G:) har inträffat som gör att uppvärmningen går ännu snabbare.

Metodik: FN:s klimatpanel arbetar utifrån ett antal scenarios. "Baseline scenarios" kallas de scenarios som innebär att vi fortsätter som nu utan att försöka göra något mer för att minska utsläppen.

Som utgångspunkt har jag använt Figure SPM.6 a i FN:s klimatpanels rapport AR5. (Fotnot 1.AE:) I diagrammet anges temperaturen i förhållande till hur den var runt år 2000. Jag har lagt till 0,61°C till alla temperaturer så att de anges i förhållande till förindustriella temperaturer. "The period 1986–2005 is approximately 0.61 [0.55 to 0.67] °C warmer than 1850–1900" (Fotnot 1.AE:)

Temperaturen för baseline scenarios har jag hämtat från Figure SPM.5 i samma rapport

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

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

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)

ⁱⁱⁱ 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:))

Fotnot 2.3.C: Wildfires and Climate Change: (<http://youtu.be/tlgDbxlaZIE>)

Se även (Fotnot 2.3.X.3:)

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.

^{iv} 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 / 8,7Gton/år \approx 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 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 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 KM.2J: Kurs-mail "Klimat 2J: Kol, Koldioxid och Metan" (

http://klimatcbt.yolasite.com/resources/Klimat2J_KolKoldioxidMetan.pdf)

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.

^v Fotnot 1.X.1: "Scientists have uncovered what appears to be a further dramatic increase in the leakage of methane gas that is seeping from the Arctic seabed" (<http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/8437703.stm>)

^{vi} 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=B6V61-4DH2DBD-2&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_rerunOriginal=scholar.google&_acct=C000050218&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=3bd377d509acc1f52d6d7482162970)

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 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 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 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>)

^{vii} Fotnot 0.1: Boken "Sex grader, vår framtid på en varmare jord" av Mark Lynas beskrivs under Källor. (<http://klimatcbt.yolasite.com/kallor.php>) Om du vill ha en grundligare förståelse för vad som kommer att hända om vi inte stoppar klimatförändringarna, så rekommenderar jag varmt att du läser boken. Den finns på biblioteket, den finns att köpa på t.ex. (<http://www.adlibris.com/se/product.aspx?isbn=9170373612>), eller du kan få ett exemplar av mig.

viii Fotnot 1.AL: Händelser som inträffar vid olika temperaturer:

Detta är saker som FN:s klimatpanel bedömer troligen kommer att hända vid 2 graders uppvärmning:

- Thawing of permafrost
- Marine biodiversity loss
- Urban risks associated with water supply
- Declining work productivity, increasing morbidity

Detta är saker som FN:s klimatpanel bedömer troligen kommer att hända vid 2 graders uppvärmning om vi inte vidtar åtgärder för att förhindra det:

- Reduction in terrestrial carbon sink
- Amazon forests could change abruptly to less-carbon-dense, drought- and fire-adapted ecosystems
- Species extinction
- Negative impacts on average crop yields
- Urban risks associated with housing
- Displacement associated with extreme events
- Reduced access to water for rural and urban poor people

Detta är saker som FN:s klimatpanel bedömer troligen kommer att hända vid 4 graders uppvärmning och vi kan inte förhindra det:

- Reduction in terrestrial carbon sink
- Extinction of a large fraction of the species
- Negative impacts on average crop yields and increases in yield variability
- Reduced growth and survival of commercially valuable shellfish and other calcifiers
- Displacement associated with extreme events
- Reduced access to water for rural and urban poor people

Detta är saker som FN:s klimatpanel bedömer troligen kommer att hända vid 4 graders uppvärmning om vi inte vidtar åtgärder för att förhindra det:

- Decrease of low-latitude fisheries yields
- Urban risks associated with energy systems
- Violent conflict

Källa: IPCC AR5 Table 2.3 Examples of global key risks for different sectors (Fotnot 1.AL:)

ix Fotnot 1.AQ: Riskindikator:

<http://global-risk-indicator.net/>

<http://www.dn.se/debatt/risken-for-klimatkatastrof-storre-an-vad-de-flesta-tror/>

<http://sverigesradio.se/sida/gruppsida.aspx?programid=83&grupp=3692&artikel=5653198>

x 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.

xi Fotnot 0.13: Det som inte tål att skrattas åt är väl inte heller värt att ta på allvar :-)

^{xii} Fotnot 1.X.16: Metanet i den här filmen har troligen inget med klimatförändringarna att göra. Bubblor av metan har alltid fångats under isen i sjöar. Metanet kommer från växtdelar som bryts ner i dyn på sjöns botten. Kolet i metanet togs upp av växterna när de växte upp och frigörs igen när de bryts ner. Bara om kolet kommer från något som inte nyligen har växt upp så bidrar det till växthuseffekten mer än vad som är normalt i kol-cykeln. (<http://sv.wikipedia.org/wiki/Kolcykeln>) Det är fallet med t.ex. organiskt material som har varit infruset i tundran i tusentals år (Fotnot 1.D:) eller metanhydrat som har legat i havsbotten ännu längre. (Fotnot IX:)

^{xiii} Fotnot 1.X.1: "Scientists have uncovered what appears to be a further dramatic increase in the leakage of methane gas that is seeping from the Arctic seabed" (<http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/8437703.stm>)

^{xiv} Fotnot 1.X.14: "The observed decrease in CH₄ growth rate is consistent with a system approaching steady state" (<http://adsabs.harvard.edu/abs/2010AGUFM.A41J..01D>)

^{xv} Fotnot IV: Sammanfattningarna av boken "Sex grader" på svenska bygger på en text av Anne Fant Ekman. Texten finns i sin helhet på: (<http://www.dinlokaltidning.se/index.php?id=30,376,0,0,1,0>) Se (Fotnot 0.1:) för mer info om boken "Sex grader, vår framtid på en varmare jord" av Mark Lynas

^{xvi} 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.