**Simulointi todistaa ilmakehän antropogeenisen CO2-pitoisuuden olevan 7,7 % - ei 28 % kuten IPCC väittää**

*Yleisesti hyväksytty arvio ilmakehän CO2-määrän lisäyksestä vuodesta 1750 perustuu CO2:n konsentraation lisäykseen 280 pmm:stä arvoon 393.5 ppm vuonna 2013 vastaten 234 GtC (Gigatonnia hiiltä). IPPC:n mukaan koko tämä lisäys on antropogeenista alkuperää eli ihmisen aiheuttamaa vastaten näin ollen 28 %:n osuutta ilmakehän koko CO2-määrästä. Yleisesti ei tiedetä, että tämä pitoisuusluku ei pidä paikkaansa, koska suorat isotooppimittaukset osoittavat, että antropogeenisen CO2:n osuus on vain 7,7 %. Tämä esitys perustuu vasta julkaistuun vertaisarvioituun artikkeliin suomennettuna ”Antropogeenisen hiilidioksidin (CO2) määrät ja vuot ilmakehän, valtamerten ja biosfäärin välillä”. Tämä julkaisu esittää syyt ja mallin, miksi antropogeenisen CO2:n pitoisuus ilmakehässä on hämmästyttävän alhainen ja miksi IPCC haluaa käyttää noin 4 kertaa suurempaa arvoa.*

Kaikki varteenotettavat ilmastotutkijat ja IPCC hyväksyvät sen tosiasian, että noin puolet ihmiskunnan tuottamasta hiilidioksidista (CO2) jää ilmakehään ja toinen puoli sitoutuu meriin. Tätä tilannetta valaisee kuva 1.



**Kuva 1. Ilmakehään tuleva vuosittainen CO2-emissio, ilmakehän CO2-määrän lisäys vuosittain ja trooppisen merialueen lämpötila.**

Näitä lukuja on vaikea lähteä kiistämään, koska ne perustuvat suoriin mittauksiin tai määrälaskelmiin. CO2-pitoisuuteen liittyy ihmisen aiheuttaman CO2-pitoisuuden osuus, joka on huonosti tunnettu jopa ilmastotutkijoiden piirissä. Ilmakehän kokonaisvaltaista CO2-pitoisuutta on mitattu systemaattisesti ja tarkasti vuodesta 1958 alkaen ja nykytaso on n. 400 ppm eli miljoonasosaa.

Ensin on syytä lyhyesti selvittää, miten voidaan mitata ihmiskunnan aiheuttama CO2-pitoisuus ilmakehässä ja merissä sekä erottaa se luonnon tuottamasta CO2:sta. Mittaus perustuu siihen, että luonnossa on kaksi hiilen isotooppia. Isotooppi, jonka atomipaino on 12, on yleisempi, ja se merkitään 12C. Hiilen isotooppia 13C on vain noin yhden prosentin verran. Isotooppimittaukset ovat tavattoman tarkkoja ja siksi pienetkin erot on helposti mitattavissa.

Jostain syystä isotoopin 13C pitoisuutta ei ilmaista suoraan prosenttiluvulla, vaan siihen on kehitetty oma mittausyksikkö. Tällä mittausyksiköllä on monta nimeä: per mil, per mill, permil, permill, permille tai ‰. Tämä mittausyksikkö merkitään yleensä tunnuksella δ13C. Käytän tässä jutussa ‰-merkintää. Luonnollinen δ13C-taso ilmakehässä ilman ihmisen vaikutusta on ollut noin
-6,5…-7 ‰, mutta ei ole enää.

Antropogeeninen (ihmisen aiheuttama) CO2-osuus voidaan mitata sen perusteella, että kasvit suosivat jossain määrin isotooppia 12C. Tämän johdosta suorat δ13C-mittaukset osoittavat, että nykytasot ovat seuraavat: ilmakehä -8,2…-8,4 ‰, meret -9,0…-10,0 ‰, biosfääri (kasvit) -26 ‰ ja fossiiliset polttoaineet -28 ‰. Koska fossiiliset polttoaineet ovat syntyneet kasveista, niillä on lähes sama taso kuin kasveilla. Mittausyksiköt ovat todella kaikki negatiivisia etumerkiltään. Sen vuoksi ilmakehän ja merien δ13C-pitoisuudet ovat suurempia kuin biosfäärin taso, mutta nykytaso on pienempi kuin vuonna 1750. Itävaltalainen fysikaalisen kemian tutkija Hans Suess huomasi ensimmäisenä ihmisen tuottaman hiilidioksidin laimentavan ilmakehän radioaktiivista δ14C-pitoisuutta. Tätä laimentumisilmiötä on laajennettu myös δ13C-pitoisuuksiin ja sen vuoksi tätä ilmiötä kutsutaan Suess-efektiksi.

Permille-lukemat korostavat voimakkaasti δ13C-pitoisuuksien eroja. Todellisuudessa δ13C arvo -7 ‰ tarkoittaa 1.11585 %-osuutta ja δ13C-arvo -26 ‰ tarkoittaa 1.10945 %-osuutta. Ilmakehän nykyinen δ13C-arvo voidaan laskea prosenttiosuuksien perusteella kaavalla

δ13C = (100 - PCTant)/100 \* (-7,0) + (PCTant/100) \* (-28),

jossa PCTant on antropogeenisen CO2:n prosenttiosuus ilmakehässä ja -28 on IPCC:n käyttämä δ13C-arvo. Jos IPCC:n väittämä prosenttiluku 28 % olisi totta, niin oheisen kaavan mukaan δ13C pitäisi olla -12,9 ‰. Se on kaukana mitatuista arvoista -8,2…-8,4 ‰. Prosenttiluku 28 tulee muuten yksinkertaisesti sen perusteella, että ilmakehän CO2-määrän nousu 234 GtC (Gigatonnia hiiltä) olisi pelkästään ihmisestä johtuva eli nousu arvosta 616 GtC (vuosi 1750) arvoon 80 GtC (vuosi 2013): 100 \* (850-616)/850 = 28 %.

Ennen vuotta 1750, josta ihmiskunnan hiilen poltto alkoi, CO2-pitoisuus oli arviolta 280 ppm. Yksioikoinen johtopäätös tästä tilanteesta voisi olla IPCC:n tapaan, että koska koko kyseinen lisäys johtuu hiilen, öljyn ja maakaasun poltosta, silloin myös koko lisäys on ihmisen aiheuttamaa eli antropogeenista alkuperältään. Suorat δ13C-mittaukset todistavat, että näin ei ole. IPCC ei kuitenkaan tätä mittaustulosta hyväksy, vaan väittää, että koko lisäys on ihmisen tuottamaa CO2:ta. Hyvä kysymys on, että miksi IPCC kieltää suoran mittaustuloksen, koska CO2:n lämmitysvaikutuksen kannalta CO2:n alkuperällä ja isotooppisuhteella 13C/12C ei ole mitään käytännön vaikutusta. Päätin selvittää oman tutkimukseni avulla, miten antropogeeninen CO2 määräytyy ilmakehässä. Samalla minulle lopulta selvisi, mikä on IPCC:n motiivi tämän tosiasian kieltämisessä ja paljastan sen tämän jutun lopussa.

Kvalitatiivinen selitys ilmakehän antropogeeniselle CO2-pitoisuuksien määräytymisille löytyy kuvasta 2.



**Kuva 2. Hiilen kierto ilmakehän, merien ja biosfäärin kesken.**

Kuten kuva 2 osoittaa, niin ilmakehän CO2 määrä on tehokkaassa kierrossa. Vuosittain vaihtuu n. 25 % ilmakehän CO2-määrästä merien ja biosfäärin välillä. Meret eivät valikoi hiilen isotooppien kesken, vaan ne absorboivat samassa suhteessa, kuin ilmakehässä on näitä molekyylejä. Biosfääri suosii 12C-isotooppia, mutta sillä on vähän merkitystä kokonaisuuden kannalta.

Tein yleisesti käytetyn 4-vaiheen mallin hiilen kierrosta, kuva 3.



**Kuva 3. Kaaviokuva hiilenkiertokulkumallista.**

Hiilen kiertokulkua kuvaava mallini nimeltään 1DAOBM perustuu seuraaviin seikkoihin: 1) antropogeeninen ja luonnollinen CO2 sekoittuvat täydellisesti ilmakehässä, 2) meret absorboivat ja vapauttavat hiilidioksidia pitäen ilmakehässä ja meressä kulloinkin olevan suhteen 12C/13C, 3) biosfääri kierrättää hiilidioksidia pitäen δ13C-pitoisuuden arvossa -26 ‰, 4) merten pintakerros (75 m) on täydellisesti sekoittunut ja se absorboi (ja vapauttaa) hiilidioksidia Henryn lain mukaan, 5) biosfääriä kuvaa neljä rinnakkaista putkireaktoria omaten neljä eripituista viipymäaikaa (0, 1, 8 ja 50 vuotta), 6) syvään mereen siirtyvä hiilidioksidimäärä perustuu erittäin kattaviin empiirisiin mittaustuloksiin, joiden mukaan vuoteen 1994 mennessä valtameriin oli sitoutunut 118 GtC antropogeenista hiilidioksidia.

Koska Henryn lain mukainen absorptio on voimakkaasti riippuvainen ilmakehän CO2-pitoisuudesta ja meren lämpötilasta, se selittää, miksi vuositasolla imeytyvä CO2-määrä vaihtelee voimakkaasti kuvan 1 mukaisesti. Syvään mereen siirtyy koko ajan ilmakehän hiilidioksidia ja sitä saostuu valtamerten pohjalle kalsiumkarbonaatin (CaCO3) muodossa. Ilmakehän ja valtamerten sisältämän hiilen suhde on ollut 1:63 ennen vuotta 1750 Henryn lain mukaisesti ja nykytilanteessa se on noin 1:45. Pitkän ajan kuluessa valtameret kykenevät palauttamaan lähes alkuperäisen suhteen ja siirtämään ilmakehään kertynyttä hiilidioksidia valtamerten pohjaan. Prosessia kontrolloiva vaihe on hiilidioksidin siirtyminen diffuusion avulla hitaasti valtamerissä alaspäin.

Simulointitulokset on esitetty kuvassa 4. Laskenta on aloitettu vuodesta 1750, mutta kuva alkaa vuodesta 1850. Antropogeenisen CO2:n osuus ilmakehässä on vuonna 2013 tämän tutkimuksen mukaan 7,7 % vuonna 2013. Simulointi perustuu 263 vuoden pituiseen ajanjaksoon, tietopankkien arvoihin hiiliemissioista, hiilipumpun massavirtauksiin, Henryn lakiin ja yhteen empiiriseen yhtälöön. Kun vuoden 1750 alkuarvoksi otetaan δ13C-arvo -6,75 ‰ (keskiarvo eri tutkimustulosten välillä -6,5… -7,0 ‰), niin vuoden 2013 δ13C-arvoksi tulee -8,4 ‰. Se on täsmälleen ilmakehästä mitattu δ13C-arvo.



**Kuva 4. Simulointitulokset hiilidioksidimäärien kehittymisestä.**

Tilannetta voidaan edelleen havainnollistaa kuvan 5 avulla.



**Valtamerien keski- ja pohjakerros**

**Biosfääri**

**Ilmakehä**

**Fossiilinen emissio**

**Kuva 5. Hiilikierto ilmakehän, merien ja kasvuston välillä. Numeeriset arvot vastaavat kumulatiivisia antropogeenisia hiilidioksidiarvoja (GtC) laskettuna vuodesta 1750 vuoteen 2013. Poikkeus on arvo 183 (sininen kirjasinväri), joka vastaa luonnollisen CO2:n virtaa meristä ilmakehään. Yksi piste vastaa 1 GtC. Nuolien sisällä mustat pisteet vastaavat luonnollisia vuosittaisia hiilidioksidivirtoja vuonna 2013 ja siniset pisteet vastaavat luonnollista CO2-virtaa valtameristä ilmakehään.**

Kuten kuvasta 4 näkyy, niin hiilipumppu poistaa vuonna 2013 antropogeenista CO2:ta 26,6 % ilmakehässä olevasta antropogeenisesta CO2-määrästä 65 GtC ja sen tuloksena yhteensä 17,2 GtC hiiltä siirtyy meriin (7,9 GtC) ja biosfääriin (9,3 GtC). Tämä määrä on suurempi kuin fossiilisten vuosittainen emissio 9,9 GtC. Koska meristä ja biosfääristä samaan aikaan kiertää takaisin ilmakehään yhteensä 9,1 GtC antropogeenista hiiltä, niin ilmakehän nettolisäys antropogeenista CO2:ta on vain 9,9+9,1-17,2=1,8 GtC. Valtameristä siirtyy luonnollista hiilidioksidia korvaamaan ilmakehästä poistuvaa antropogeenista hiilidioksidia. Tämä määrä vaihtelee vuositasolla voimakkaasti merten lämpötilavaihtelujen mukaisesti. Tätä tilannetta on havainnollistettu kuvassa 6. Simulointimallini selittää mitatut vaihtelu kohtuullisen hyvin, jos vertaa mustaa ja punaista käyrää keskenään (r2 = 0,75). Tulos on parempi kuin monimutkaisilla malleilla saadut tulokset eikä siinä ole ns. ”kadonneen CO2:n ongelmaa”. Monimutkaisten mallien mukaan valtameriin sitoutuu noin 1 GtC vähemmän vuodessa ja sen vuoksi hiilitase on epätasapainossa.



**Kuva 6. Vuosittaiset hiilidioksidimäärien vaihtelut ilmakehässä.**

Kehittämälläni simulointimallilla on helppo simuloida myös tulevaisuutta olettaen joku fossiilisten emissioiden vuosittainen määrien kehittyminen. Valitsin yhdeksi malliksi IPCC:n tulevaisuuden projektion RCP4.5, joka tarkoittaa, että vuonna 2100 ilmastopakotteen arvo olisi stabiloitunut arvoon 4,5 Wm-2. Tässä projektiossa fossiiliset emissiot kasvavat nykytasosta 10 GtC/v arvoon 11,5 GtC/v vuoteen 2040 mennessä, laskevat tasaisesti arvoon 4,1 GtC/ vuoteen 2080 mennessä ja jatkuvat sen jälkeen tällä tasolla. Tämä simulaatio on esitetty kuvassa 7.

Tästä kuvasta selviää oleellinen ero IPCC:n projektion tuloksiin verrattuna. Vaikka fossiilinen emissio pienenee voimakkaasti vuodesta 2040 lähtien, niin IPCC:n mukaan ilmakehän CO2-pitoisuus ei lähde laskuun, vaan jopa lisääntyy hiljalleen. Syynä on IPCC:n erikoinen näkemys siitä, että nykyisin noin 33-50 % ihmisen tuottamasta hiilidioksidista ”menee maahan ja meriin”, mutta myöhemmin tämä ”meneminen” loppuu valtamerien bufferikapasiteetin pienentyessä. Tällöin IPCC rupeaa soveltamaan CO2:n viipymäaikaa yli 100 vuotta ilmakehässä. Yhteenvetotutkimuksen mukaan 34 erillisen tutkimuksen mukaisesti CO2:n viipymäaika vaihtelee välillä 2-15 vuotta keskiarvon ollessa 7,5 vuotta. Oma simulointimallini antaa viipymäajaksi 15 vuotta. Näillä perusteilla IPCC kirkkain silmin väittää, että ilmakehässä on nykyisin 28 % ihmisen tuottamaa hiilidioksidia, vaikka mittaukset osoittavat sen olevan 7,7 % vastaten δ13C-arvoa -8.4 ‰. Tähän IPCC:n malliin kuuluu, että hiilipumpun vaikutuksia ei siis oteta huomioon. Hämätäkseen satunnaisia lukijoita, jotka katselevat IPCC:n tuottamia projektioita, niissä ei näy fossiilisen emission käyrää, vaan ainoastaan CO2-pitoisuuskäyrä. Tällöin lukija ei osaa asettaa kyseenalaiseksi, miksi CO2-pitoisuus pysyy vakiona, vaikka emissiot laskisivat voimakkaasti. Kaiken takana on IPCC:n motiivi tuottaa pelottavia tulevaisuuden skenaarioita. Tämä onnistuu, kun IPCC käyttää omaa antropogeenisen hiilen viipymäaikaa ilmakehässä. Sen mukaisesti ihmisen tuottama hiilidioksidi ei poistu kulumallakaan ilmakehästä ja voimakas kasvihuonekaasu CO2 nostaa maapallon lämpötilan korkeaksi. CO2:n voimakkuus kasvihuonekaasuna on myös IPCC:n luoma virheellinen mielikuva.



**Kuva 7. Simulaatio RCP4.5 projektion mukaisesti.**

Alkuperäinen artikkeli: <http://sciencedomain.org/abstract/10193>