

CO₂-okozta globális fölmelegedés: a lehetséges klímaváltozás szkeptikus szemlélete

CO₂-induced global warming: a skeptic's view of potential climate change

Sherwood B. Idso, 1998

U.S. Water Conservation Laboratory, 4331 E. Broadway, Phoenix, Arizona 85040, USA

<https://www.int-res.com/articles/cr/10//c010p069.pdf>

GÉPI FORDÍTÁS!

ÖSSZEFOGLALÁS:

Az elmúlt 2 évtized során számos természeti jelenséget elemeztem, amelyek feltárják, hogyan reagál a Föld felszíni közeli levegő hőmérséklete a felületi sugárzó zavarokra. Ezek a tanulmányok mindegyike arra utal, hogy a légkör CO₂-koncentrációjának megkétszereződése 300-600 ppm között a bolygó felszíni átlagos hőmérsékletét csak körülbelül 0,4 ° C-kal növelheti.

De még ez a csekély hatása melegedés sem valósulhat meg soha, mert számos planetáris hűtőhatás lesz intenzívebb a melegebb hőmérsékletek és ennek következtében az intenzívebb biológiai folyamatok révén.

Következésképpen szkeptikus vagyok a széndioxid indukálta globális elmelegedés előrejelzéseivel kapcsolatban, amelyeket a legmodernebb éghajlati modellek készítenek, és úgy vélem, hogy sokkal több munkát végeznek széles körben különféle kutatási frontokra lesz szükség a probléma megfelelő megoldásához.

1, BEVEZETÉS

Ötletem az volt, hogy meghatározzuk a különböző éghajlati események által okozott sugárzási zavarok mértékét, és megfigyeljem, hogy a felszíni közeli levegő hőmérséklete hogyan reagált a felületi sugárzás egyensúlyának ennek eredményeként bekövetkező változására.

Ezen információk alapján felszíni levegő hőmérsékleti érzékenységi tényezőt kívántam kidolgozni, amelyet úgy határoztunk meg, hogy a felszíni levegő hőmérsékletének emelkedését osztjuk a felületi abszorbeált sugárzás növekedésével, amely a hőmérséklet emelkedését váltotta ki. Ezután, szorozva ezt a tényezőt a földfelszínen várhatóan bekövetkező hősugárzás növekedésével, amelyet a légkör CO₂-koncentrációjának megkétszereződése okozna, reméltem, hogy durva becslést kapok a jövőbeni CO₂- okozta globális felmelegedésről.

2. A TERMÉSZET „KÍSÉRLETEINEK” MEGFEJTÉSE

2.1. 1. Természetes kísérlet

Az első olyan meteorológiai helyzetek közül, amelyeket megvizsgáltam, a légköri vízgőz változása jellemzően a Phoenix-ben, Arizonában, az USA-ban, a nyári monszun megjelenésével történt (Hales 1972, 1974, Douglas et al. 1993). Ennek a nedvesebb időjárási rendszer kialakításának kezdeti szakaszaiban a légköri gőznyomás napról-napra nagy ingadozásokkal jár, jelentős változásokat okozva a Föld felszínén beérkező napelemes és termikus sugárzás fluxusokban. Következésképpen a 45 d-es időszak minden felhős napjára, amelynek középpontjában a nyári monszun átlagos érkezési dátuma volt, a felszíni gőznyomás függvényében ábrázoltam az előző 30 év napi maximális és minimum hőmérsékleteit, hogy meghatározzam, hogy ezen fajlagos hőmérsékletek mennyiben befolyásolják a légköri vízgőz ingadozása által.

A maximális léghőmérséklet esetén, amely jellemzően délután közepén jelentkezik, nem volt függőség a felszíni gőznyomástól, mivel a légköri vízgőzök ellentétes hatással vannak a Föld földfelszínén beérkező napsugárzásra és hőkibocsátásra. felület a napszakban. A minimális levegőhőmérséklet esetében, amely általában közvetlenül a napkelte előtt, néhány napos sugárzás hiánya után következik be, szoros kapcsolat állt fenn, mivel a vízgőznek a napsugárzás fluxusára gyakorolt hatása abban az időben hiányzik. és így nem képes elfedni a légköri nedvesség hatását a hő sugárzás lefelé mutató áramlására.

Egy korábban általam kidolgozott egyenlettel (Idso 1981a), amely a földfelszínen a hősugárzás lefelé irányuló áramlását adja meg a felszíni gőznyomás (e_0) és a levegő hőmérséklete (T_0) függvényében, kiszámoltam, hogy a föld felszínére irányuló hősugárzás fluxusa a ennek az összefüggésnek az alsó ($e_0 = 0,4$ kPa, $T_0 = 18,3$ ° C) értékeitől a felső értékei ($e_0 = 2,0$ kPa, $T_0 = 29,4$ ° C) felé haladva kb. $64,1$ W m⁻².

Következésképpen a felszíni levegő hőmérséklet érzékenységi tényező, amelyet ebből a természetes kísérletből kaptam, $(29,4$ ° C - $18,3$ ° C) / $64,1$ W m - 2 vagy $0,173$ ° C / (W m - 2) volt (Idso 1982).

Ebben a szakaszban azonban nem volt okom elhinni, hogy ez az eredmény bárhol meghaladja az arizonai Phoenix határait, vagy hogy ez valóban a bolygó éghajlati érzékenységének bármely mértékét mutatja. Ez utóbbi ponttal a legjobban zavarta a kísérlet sugárzó zavarának nagysága és az a rövid időtartam, amely alatt a hőmérsékleti reakciót meghatározták. Nem gondoltam valószínűnek, hogy ezek a kísérleti jellemzők olyan felületi levegőhőmérsékleti érzékenységi tényezőt eredményeznek, amely megegyezik egy lényegesen hosszabb időtartam alatt bevezetett sokkal kisebb sugárzási zavarral, amely a

levegő szén-dioxid-tartalmának folyamatos növekedésére adott válaszként jelentkezik. Ezért olyan meteorológiai körülmények keresését kezdeményeztem, amelyek jobban megközelítik az utóbbi helyzetet.

2.2. 2. Természetes kísérlet

Az arizonai Phoenixben, minden évben a nyár és a tél között fordult elő a por természetesen előforduló vertikális újraeloszlása során (Idso & Kangieser 1970). E jelenség vonatkozásában már korábban bebizonyítottam, hogy a levegőben lévő pornak a téli térségben a sekélyebb légkör mélységére történő korlátozása nem változtatja meg a légkör átvitelét a napsugárzás teljes fluxusára, hanem hogy növeli a légkör levegőjének fluxusát. a hő sugárzása a Föld felszínén $13,9 \text{ W/m}^2$ -rel (Idso 1981b). Egy másik tanulmányban egy munkatársunk és én azt is megállapítottuk, hogy a téli felszíni levegő hőmérséklete $2,4 \text{ }^\circ\text{C}$ -kal melegebb volt, mint ami várható lenne a nyáron létező por vertikális eloszlásánál (Idso és Brazel 1978). Feltételezve, hogy ez a hőmérséklet-növekedés a légköri por szezonális újraelosztásából származó extra hőkibocsátás következménye, e két szám közül az utóbbit az előbbiekkal osztottam el, hogy olyan felszíni levegő hőmérsékleti érzékenységi tényezőt kapjak, amely megegyezik az első természetes kísérlet: $0,173 \text{ }^\circ\text{C} / (\text{W/m}^2)$.

A két eredmény tökéletes egyetértése teljesen váratlan volt. A második kísérlet sugárzó zavarása szignifikánsan kevesebb volt, mint az elsőnél - $13,9$, szemben a $64,1 \text{ W/m}^2$ -vel, és a hónapokon át, a napszakoktól eltérően, kibomlott. Úgy gondoltam, hogy ezeknek a különbségeknek növelniük kellett a lassabban működő másodlagos és harmadlagos visszacsatolási folyamatok (amelyeknek kezdetben főleg pozitívnak tartottam) megnyilvánulását a második kísérletben, ami esetleg nagyon eltérő (és valószínűleg nagyobb) az első kísérlet eredménye. Ilyen esetben azonban nem ez volt a helyzet, és a helyzetet visszatekintve elemezve nem gondolhattam olyan kényszerítő okra, hogy miért jelenik meg minden olyan visszajelzési folyamat nettó hatása, amely jelentős szerepet játszik.

2.3. 3. Természetes kísérlet

A következő jelenség, amely felhívta a figyelmemet, a felszíni levegő hőmérsékletének éves ciklusa, amelyet a napsugárzás abszorpciós ciklusa okozott a Föld felszínén. Ahhoz, hogy ezt a körülményekből kitaláltam, kiszámítottam a napsugárzás vételének éves tartományát az Egyesült Államok 81 telephelyén (Bennett 1975), szorozva 1-rel, mínusz a globális albedó átlagát (Ellis et al. 1978). , és a kapott paraméter értékeivel ábrázolja a 81 helyszín éves léghőmérsékleti tartományát.

Az eredmények 2 különálló csoportra oszthatók: az egyik az ország belsejére, a másik a szélsőséges nyugati partra, amelyet nagymértékben befolyásolnak a Csendes-óceán feletti időjárási rendszerek. Ezeket az adatkészleteket külön-külön kezelték; és a rajtuk futtatott lineáris regressziókat arra kényszerítették, hogy átmenjenek a kiindulási ponton, mivel a napsugárzás abszorpciós ciklusának nem szabad lennie a léghőmérséklet ciklusának. A 2 regresszió lejtései ezután $0,171 \text{ } ^\circ\text{C} / (\text{W}/\text{m}^2)$ felszíni levegő hőmérsékleti érzékenységi tényezőket kaptak az Egyesült Államok belsejében - ez az eredmény lényegében megegyezett a korábbi Phoenix-i természetes kísérleteim eredményeivel - és $0,087 \text{ } ^\circ\text{C} / (\text{W}/\text{m}^2)$ a szélsőséges nyugati parton.

Mivel ez utóbbi érzékenységi tényező csak fele volt annyira, mint az ország többi része érzékenységi tényezője, egyértelmű volt, hogy nagymértékben a szomszédos tenger felszíni energiaegyensúlya határozza meg, amelynek hatásai a szárazföldön adódnak és fokozatosan csökkennek a távolság a tengerparttól. Az is világos volt, hogy ezt a túlnyomórészt az óceánon alapuló érzékenységi tényezőt kissé meg kellett emelni annak a földnek a hatása miatt, amelyen meghatározták. Következésképpen, feltételezve, hogy ez a földgömb vízfelületének felső határát képviseli, amely a Föld körülbelül 70% -át lefedi, és feltételezve, hogy az Egyesült Államok belsejének eredménye a Föld összes szárazföldi felületére vonatkozik, összevontam a 2. Az eredmények alapján az egész bolygó felszíni léghőmérsékleti érzékenységi tényezőjének felső határértéke $0,113 \text{ } ^\circ\text{C} / (\text{W}/\text{m}^2)$ (Idso 1982), természetesen elismerve, hogy ez az eredmény valószínűleg még mindig nem több, mint a valóság durva közelítése, mivel sok éghajlati szempontból jelentős valós jelenség létezett, amelyeket kifejezetten nem vettek be az általam elemezett természetes kísérletekbe.

2.4. Kezdeti következmények

Bár nem lehetett bizonyítani, hogy az elért eredmények alkalmazhatóak voltak-e a hosszú távú éghajlati változásokra, ezek konzisztenciája elegendő magabiztosságot adott nekem ahhoz, hogy folytathassam következményeiket a levegő CO₂-tartalmának folyamatos növekedése tekintetében.

Következésképpen a sugárzási zavarok $2,28 \text{ W}/\text{m}^2$ értékét számítottam ki, amely várhatóan a légköri CO₂ koncentráció 300–600 ppm-re (ppm) kétszeresére növekszik; és megszorozva ezt az eredményt a felső határérték felszíni levegő hőmérsékleti érzékenységi tényezőjével, amelyet a földgömb egészére kiszámítottam, **kiszámítottam, hogy a Föld legfeljebb $0,26 \text{ } ^\circ\text{C}$ -kal melegszik fel, hogy megkétszerezze a levegő CO₂-tartalmát** (Idso 1980). . . Mások azonban a kifinomultabb módszerekkel kiszámították, hogy a CO₂ ezen változásának sugárzó zavaró hatása valószínűleg közelebb van $4 \text{ W}/\text{m}^2$ -hez (Smagorinsky et al. 1982, Nierenberg et al. 1983, Shine et al. 1990); és ez a valószínűleg realisabb eredmény azt sugallja, hogy a **Föld legfeljebb $0,45 \text{ } ^\circ\text{C}$ -kal melegszik fel, ha a légkör CO₂-koncentrációja 300–600 ppm-re megduplázódik.**

Nem sokkal ezeknek a megállapításoknak a közzététele után, és elsősorban a fent kifejtett aggodalmak alapján, megkérdőjelezték megközelítéseimet és következtetéseimet (Leovy 1980, Schneider et al. 1980), és ez logikus is volt; mert nem volt nyilvánvaló ok, amiért az általam kiszámított felszíni levegő hőmérsékleti érzékenységi tényezőnek szükségszerűen kellett, hogy leírja a Föld hosszú távú éghajlati reakcióját a légkör növekvő CO₂-koncentrációja által okozott melegedési impulzusra. Ezért olyan helyzetet kerestem, amikor az egész bolygó felszíni levegő hőmérséklete megkérdőjelezhetetlen egyensúlyt ért el a felszíni abszorbeált sugárzó energia változására reagálva egy természetes kísérletben, amely implicit módon magában foglalta az összes olyan folyamatot, amely összekapcsolja a Föld éghajlati állapot meghatározását. Két ilyen helyzetet azonosítottam.

2.5. 4. Természetes kísérlet

A fenti két globális egyensúlyi kísérlet közül az első az egész légkör globális felmelegedési hatásának egyszerű azonosításából áll, és eloszlása a Föld felületén bekövetkező termikus sugárzás átlagos fluxussal, amely a légkörből származik, és amely hiányában nem létezne (Idso 1984). Mindkét szám kiszámítása egyértelmű (Idso 1980, 1982), és az eredmények egyikét sem vitatják: az üvegházhatást okozó melegítés kb. 33,6 ° C körül van, amelyet körülbelül 348 W/m² hőszigetelő fluxus okoz. Ennélfogva az egész bolygó egyensúlyi felszíni léghőmérsékleti érzékenységi tényezője, amelyet a probléma negyedik megközelítése határoz meg, 0,097 ° C / (W/m²).

2.6. 5. Természetes kísérlet

Második globális egyensúlyi kísérletemben az évente átlagolt egyenlítő és pólus hőmérsékleti gradienst használtam, amelyet az egész felületen felszívott sugárzó energia éves átlagolt ekvatori-pólus gradiense támaszt (Idso 1984). Ehhez a helyzethez a felszíni levegő átlaghőmérsékleteit (Warren és Schneider 1979) és a vízgőznyomásokat (Haurwitz és Austin 1944) minden egyes 5 ° szélesség-növekedésnél megkaptuk, 90 ° N és 90 ° S. között. Ezekből az adatokból kiszámítottam a tiszta égbolt légköri hő sugárzása (Idso 1981a), amely a Föld felszínén bekövetkezik az egyes megadott szélességi övek középpontjain. Ezután a felhőfedés szélességbeli eloszlásáról (Sellers 1965) és arról, hogy a felhők milyen módon módosítják a Föld felszínén a felszín alatti hő sugárzás tiszta égbolt áramlását (Kimball et al. 1982), megfelelően módosítottam a tiszta égboltot. a hőkibocsátás fluxusait és az eredmények átlagát mindkét félgömbön át. Ugyanígy átlagolt felszíni abszorbeált napsugárzás fluxusokat (Sellers 1965) adtunk hozzá a hőkibocsátás eredményéhez, hogy évente átlagolva 18 teljes felülettel abszorbeált sugárzó energiaáramot hozzunk létre, amely az egyenlítőtől 90 ° NS-ig terjed, és ezekhez viszonyítva ábrázoltam a felszíni levegő hőmérséklete.

Ez a művelet két különféle lineáris összefüggést hozott létre - az egyik lejtőn $0,196 \text{ } ^\circ\text{C} / (\text{W}/\text{m}^2)$, amely $90 \text{ } ^\circ\text{NS}$ -tól körülbelül $63 \text{ } ^\circ\text{NS}$ -ig terjed, és a másik lejtőn $0,090 \text{ } ^\circ\text{C} / (\text{W}/\text{m}^2)$, amely meghosszabbítva $63 \text{ } ^\circ\text{NS}$ -tól az Egyenlítőig. Ezért súlyoztam a 2 eredményt a Föld felületének százalékos aránya szerint (amelyre 12% és 88% volt), és összekapcsoltam, hogy az átlagos globális érték $0,103 \text{ } ^\circ\text{C} / (\text{W}/\text{m}^2)$ legyen. Ezt az eredményt átlagolva az előző analóg $0,097 \text{ } ^\circ\text{C} / (\text{W}/\text{m}^2)$ eredménnyel, akkor $0.100 \text{ } ^\circ\text{C} / (\text{W}/\text{m}^2)$ értéket állítunk elő, amire valóban hiszem, a Föld hosszú távú éghajlati érzékenysége a felület sugárzó zavarásaival szemben energia egyensúly. És ez az érték csak valamivel kevesebb, mint a felső határérték, amelyet az első 3 kísérletből kaptam, amilyennek valójában lennie kellene.

2.7. Közbenső következmények

Tekintettel a 2 előző eredmény kivételes egyetértésére, valamint az első 3 természetes kísérlet eredményeimhez fűződő megfelelő kapcsolatokra (mely kapcsolatok állítólag mégis véletlenül véletlenszerűek), elkezdtem gondolkodni, hogy megfigyelésem szerint - A származtatott $0,1 \text{ } ^\circ\text{C} / (\text{W}/\text{m}^2)$ érték sokkal több lehet, mint a Föld éghajlati érzékenységének durva közelítése a felületi sugárzási erővel szemben. Sőt, elkezdtem gondolkodni, hogy ez nagyon jó ábrázolás lehet. És annak következményeinek felmérése érdekében szoroztam meg $4 \text{ W}/\text{m}^2$ -rel, azaz a sugárzó zavarral, amelyet valószínűleg a légkör CO_2 -koncentrációjának $300\text{--}600 \text{ ppm}$ megkétszereződése okoz, hogy az átlagos globális hőmérsékleti növekedés $0,4 \text{ } ^\circ\text{C}$ legyen (Idso 1984), amely a felmelegedésnek csak egytized-harmada, amelyet ezt a forgatókönyvet a történelem során előre jeleztek a légkör legtöbb általános cirkulációs modellje szerint (Kacholia & Reck 1997).

A CO_2 -éghajlati problémára vonatkozó két megközelítés előrejelzései közötti különbség kiküszöbölése érdekében egyik vagy mindkettő tekintetében jelentős változtatásokat kell végrehajtani. Ha például a természetes kísérleteimben teljesen meg kell szüntetni az eltérést, akkor egyértelmű, hogy a Föld éghajlati érzékenysége vonatkozó becslésemet $3,3\text{--}10$ -es tényezővel kellene növelni. Ugyanakkor nem tudom elképzelni, hogy ennek a nagyságrendnek a módosítása elvégezhető a két globális egyensúlyi természetes kísérlet elemzésével, amelyek szerintem a legjobban megalapozott elemzések az eddig tárgyalt 5 helyzetről. Ezen túlmenően az általam azonosított és elemzett természetes kísérletek eredményei - legalábbis nekem - arra utalnak, hogy a föld éghajlati érzékenysége számított érték valóban helyes.

2.8. 6. Természetes kísérlet

Fontoljuk meg, mit tanulhatunk a legközelebbi bolygósomszédainktól, a Marstól és a Vénusztól. A köztük és a Föld között fennálló óriási különbségek ellenére a megfigyelt felszíni hőmérsékletek megerősítik „az üvegházhatás fennállását, jellegét és nagyságát” az USA Nemzeti Kutatási Tanácsának 2

kiválasztott bizottsága (Smagorinsky et al. 1982, Nierenberg et al. 1983), amelyet e következtetésnek látszik elfogadni az éghajlatváltozással foglalkozó kormányközi testület is (Trenberth et al. 1996). Tehát mit mondhatnak ezek a bolygók a Föld széndioxid okozta felmelegedéséről?

A Vénusz körülbelül $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten melegíti az üvegházhatást (Oyama és mtsai., 1979, Pollack és mtsai., 1980), amelyet körülbelül 96% szén-dioxidos 93 baros atmoszférában állítanak elő (Kasting et al. 1988); míg a Mars $5\text{--}6\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os melegházhátást mutat (Pollack, 1979, Kasting és mtsai., 1988), amelyet egy szinte tiszta CO_2 atmoszféra állít elő, amely a marsi év során 0,007 és 0,010 bar között ingadozik (McKay 1983). Az ezen adatok által definiált 2 pont ábrázolása a szén-dioxid-indukálta globális felmelegedés és a légköri CO_2 parciális nyomás log-log koordinátarendszerére, és egyenes vonallal történő összekapcsolása olyan összefüggést eredményez, amely a mai Földre jellemző CO_2 -parciális nyomásokra extrapolálva létrejön, **ismét csak $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ átlagos globális felmelegedést eredményez, ha a levegő szén-dioxid-tartalma megkétszereződik 300–600 ppm-nél (Idso 1988a).**

2.9. 7. Természetes kísérlet

Ugyanezt az eredményt lehet elérni a halvány korai nap paradoxonjának standard felbontásával (Sagan és Mullen 1972, Owen et al. 1979, Kasting 1997), amely dilemmát okozott (Longdoz és Francois 1997, Sagan és Chyba 1997). Gyakran felteszi a következő kérdés. Hogyan támogatta a Föld az életét közel négymilliárd évvel ezelőtt, amikor a csillagok evolúciójának jól kidolgozott koncepciói szerint (Schwarzchild et al. 1957, Ezer & Cameron 1965, Bahcall és Shaviv 1968, Iben 1969) a nap fényereje valószínűleg 20–20 volt. Abban az időben 30% -kal kevesebbet, mint jelenleg (Newman & Rood 1977, Gough 1981), tehát, ha minden más egyenlő lenne, akkor a Föld szinte teljes vízének fagyottnak kellett volna lennie és nem volt elérhető az élet fenntartásához?

A problémát vizsgáló emberek többsége úgy érzi, hogy erre a kérdésre a válasz elsősorban a Föld korai atmoszférájának nagy üvegházhatásában rejlik - amely feltételezhetően sokkal több szén-dioxidot tartalmaz, mint manapság (Hart 1978, Wigley & Brimblecombe 1981, Holland 1984, Walker 1985) - egy másodlagos hozzájárulással, amely a korai óceán közeli földrajzi kiterjedéséből származik (Henderson-Sellers & Cogley 1982; Henderson-Sellers & Henderson-Sellers 1988, Jenkins 1995). Következésképpen, a 4,5 milliárd évvel ezelőtti szokásos feltételezés alapján, amely szerint a napsugárzás 25% -kal csökken, kiszámoltam annak az üvegházhatásnak az erősségét, amely ahhoz szükséges, hogy 3,5 milliárd évvel ezelőtti félmilliárd éves intervallummal kompenzálja a csökkentett napsugárzás hatásait - amikor biztosak vagyunk abban, hogy az élet széles körben létezik (Schopf és Barghourn 1967, Schopf 1978, Schidlowski 1988, Mojzsis et al. 1996, Eiler et al. 1997) - a mai napig; és az eredményeket a légköri CO_2 koncentráció függvényében ábrázoltam egy széles körben elfogadott légköri CO_2 történelem alapján abban az időszakban (Lovelock és

Whitfield 1982). Az ebből a gyakorlatból származó kapcsolat (Idso 1988a) majdnem megegyezik az előző összehasonlító bolygóklimatológiai tanulmányban leírtakkal, és ismét arra utal, hogy **a globális felmelegedés csak 0,4 ° C, ha a légkör CO₂-koncentrációja megkétszereződik, 300–600 ppm-re**. És az utóbbi négy globális egyensúlyi természetes kísérlet eredményeinek lényegében tökéletes egyezése vezet arra, hogy azt higgyem, hogy valóban megkaptam a megfelelő választ a szén-dioxid okozta lehetséges éghajlatváltozás kérdésére. Ennek ellenére van még egy természeti jelenség, amelyet a háború miatt figyelembe kell venni ebben az összefüggésben.

2.10. 8. Természetes kísérlet

A szén-dioxid-indukált éghajlatváltozás kérdésében felmerülő empirikus bizonyítékok utolsó csoportja a trópusi óceánokon megjelenő vízgőz üvegházhatásra vonatkozik (Raval és Ramanathan 1989, Ramanathan & Collins 1991, Lubin 1994). Ezt a jelenséget nemrégiben Valero és munkatársai számszerűsítették. (1997), aki a levegőben található radiometrikus méréseket és a tenger felszíni hőmérsékleti adatait felhasználta a Csendes-óceán feletti nagyságrend becslésére. Közvetlen méréseik azt mutatják, hogy a lefelé irányuló termikus sugárzás 14,0 W/m² növekedése a tenger felszínén 1,0 ° C-kal növeli a felszíni víz hőmérsékletét; és ebből a 2-ből az utóbbi elosztása az előzővel 0,071 ° C / (W/m²) felszíni vízhőmérsékleti érzékenységi tényezőt eredményez, amely hasonló felszíni levegőhőmérsékleti érzékenységi tényezőt jelentene egyensúlyi állapotban. Összehasonlításképpen, ha a világ egészének felszíni léghőmérsékleti érzékenységi tényezőjét [0,100 ° C / (W/m²)] a lehető legjobban becsültem meg, a megfelelően súlyozott szárazföldi és vízfelszíni tényezők összegével [0,3 □ □ 0.172 ° C / (W/m²) + 0.7 □ □ W, ahol W a felszíni levegő hőmérsékleti érzékenységi tényezője a nyílt óceán felett], 0,069 ° C / (W/m²) értéket kapok az óceán számára a Föld egész felszíni levegő hőmérsékleti érzékenységi tényezőjének alapja, szorosan összhangban Valero et al.

Természetesen nincs olyan kényszerítő ok, hogy a két értékelés eredményeinek szükségszerűen meg kellene egyezniük; A bolygó különféle részein egyértelműen eltérő felszíni levegőhőmérsékleti érzékenységi tényezőket lehet felmutatni, amint azt itt bemutattam, hogy ez a helyzet a szárazföld és a víz között (3. természetes kísérlet) és a nagy szélességi fokokkal szemben az alacsony szélességgel (5. kísérlet). Valójában csak akkor, ha a bolygót teljes egészében kezelik, ugyanazt az eredményt kell elvárni, mint amelyet a 4., 6. és a 7. természetes kísérletben el lehet érni. Ennek ellenére az utolsó természetes kísérlet eredményei és az összes korábbi értékeléseim továbbra is örömteli, bár a jelentős egyet nem értés nem volt ennyire elriasztó.

3. A CO₂ növekedése és az elmúlt század globális melegítése

Amint azt a fentiekben ismertetett számos természetes kísérlet eredményei bizonyítják, egy nagyszámú valós bizonyíték rámutat arra, hogy a jövőben a

szén-dioxid-kibocsátás által kiváltott globális felmelegedés valószínűsége csak egytized-harmada lehet annak, amelyet jelenleg a a Föld-óceán-légkör rendszer. A múlt század megfigyelt globális felmelegedése, amely a levegő szén-dioxid-tartalmának 75 ppm-es növekedésével párhuzamosan történt, már meghaladta a 0,4 ° C hőmérsékleti emelkedést, amely elemzéseim szerint a légköri CO₂ teljes növekedése 300 ppm; és természetes, hogy csoda, hogy az elmúlt száz év viszonylag nagy felmelegedését okozta-e a levegő CO₂-tartalmának viszonylag kicsi növekedése. Ez a kérdés döntő jelentőségű, mert ha a múlt század globális felmelegedése teljes egészében a légköri CO₂ egyidejű növekedésének következménye volt, akkor az azt jelentené, hogy a természetes kísérleteimből származó elsődleges következtetés téves.

Noha a kérdést jelenleg nem lehet egyértelműen megoldani, elképzelhető, hogy a Föld felmelegedése az elmúlt száz évben valószínűleg nem volt összefüggésben a légköri CO₂ egyidejű növekedésével. **A megfigyelt hőmérséklet-növekedést számos egyéb éghajlati szempontból fontos tényező változása okozhatja, például a nap energiatermelése, amelyet évről évre egyre többen tekintenek a Föld éghajlatának egyik meghatározó tényezőjének** (Baliunas & Jastrow 1990, Foukal és Lean 1990, Friis-Christensen és Lassen 1991, Lockwood és társai, 1992, Scuderi 1993, Charvatova & Strestik 1995, Lean és társai 1995, Baliunas & Soon 1996, 1998, Soon et al., 1996, Hoyt És Schatten, 1997).

Valójában még az is lehetséges, hogy a múlt század globális felmelegedése nem más, mint véletlenszerű éghajlati ingadozás.

Az, hogy a megfigyelt felmelegedés valamilyen alternatív magyarázata valóban meglehetősen valószínű, nyilvánvaló, amikor a múlt század hőmérséklet-emelkedését az elmúlt évezred tágabb perspektívájából tekintik. Ebből a javult helyzetből az elmúlt száz év felmelegedése alapvetően felépülésnek tekinthető (Idso 1988b, Reid 1993) a Kis Jégkorszak globális hideghullámából, amely több százéves időszakban lényegesen hidegebb hőmérsékletet mutatott, mint az század végéig fennmaradt jelenről (Grove 1988, Whyte 1995). És mivel a jégmag adatai nem jelzik a légköri CO₂ csökkenését a kis jégkorszak indukciójának ideje alatt (Friedli és mtsai., 1984, 1986), a CO₂-n kívül másnak kellett kezdeményeznie azt, ami arra utal, hogy ennek fordítottja is igaz. **Tehát valami más lehetett a jégkorszaknak illetve annak elmúlásának az oka, de az is lehet, hogy semmi oka nem volt, csupáncsak véletlenszerű éghajlati ingadozással állunk szemben.**

De mi van, ha a hőmérséklet a jövőben még magasabbra emelkedik? Itt ismét a hosszú történelmi perspektíva felbecsülhetetlen értékűnek bizonyul; mert kiderül, hogy a kis jégkorszakot évszázados, jóval melegebb hőmérsékleti időszak előzte meg, mint a jelenlegi (Le Roy Ladurie 1971, Lamb 1977, 1984, 1988, Keigwin 1996). És míg a Föld áthaladt a teljes hőmérsékleti tartományon, a Little Climatic Optimum maximális melegétől (Dean 1994, Petersen 1994,

Serre-Bachet 1994, Villalba 1994) a kis jégkorszak legmenőbb pontjáig, a légkör CO₂-tartalma, mint a jégmagadatból következtek, egyáltalán nem változtak (Idso 1988b). **Következésképpen a Föld határozottan melegedhet tovább, mint amennyire már az elmúlt 100 évben melegedett, a légköri CO₂ változása nélkül, ami arra utal, hogy még a folytatódó globális felmelegedés - amely látszólag tetőzött (Hurrell és Trenberth 1997, Spencer 1997) - nagyon csekély mértékben (valószínűleg semmilyen mértékben) függ a légkör jövőbeni CO₂-koncentrációjának változásaitól.**

4. A GLOBÁLIS ÜVEGHÁZ HŰTÉSE

Noha az általam bemutatott bizonyítékok azt sugallják, hogy a levegő CO₂-tartalmának megkétszereződése mindössze 0,4 ° C-kal növelheti a Föld felszíni átlagos hőmérsékletét, számos oka van annak megkérdőjelezésére, hogy vajon ez a kisebb felmelegedés is előfordul-e. Például számos olyan módszer létezik, amellyel a növekvő hőmérséklet erősítheti a felhők hűtési tulajdonságait, és ezzel késleltetheti a globális felmelegedést. Ezen túlmenően számos olyan biológiai folyamat, amelyet a légköri CO₂ dúsítás légi megtermékenyítő hatása fokoz, közvetlenül fokozhatja ezeket a klímahűtési erőket.

Az első ilyen témával kapcsolatban régóta felismerték, hogy a felhők jelenléte erőteljes hűtési hatást gyakorol a Föld éghajlatára (Barkstrom 1984, ERBE Science Team 1986, Nullet 1987, Nullet és Ekern 1988, Ramanathan et al. 1989). . Valójában úgy számították, hogy a bolygó albedó csupán 1% -os növekedése elegendő lenne az üvegházhatást okozó teljes melegítés teljes ellensúlyozásához, amelyet általában a légkör szén-dioxid-koncentrációjának megkétszereződésével számolnak (Ramanathan 1988). **És mivel a tipikusan előre jelzett felmelegedés 3-10-szer nagyobb lehet, mint ami valójában megtörténhet, az itt bemutatott valós bizonyítékok értelmezése szerint lehetséges, hogy a bolygónk albedoja 1% -os növekedésének tizede-harmada elegendő lehet ennek a hőmérséklet-emelkedésnek generálására.**

Ebben az összefüggésben kimutatták, hogy az alacsony szintű felhők mennyiségének 10% -os növekedése teljes mértékben ellensúlyozhatja a levegő CO₂-tartalmának megduplázódásából adódó általánosan becsült melegedést azáltal, hogy a több napsugárzás tükröződik vissza az űrbe (Webster és Stephens 1984).

Ezenkívül Ramanathan & Collins (1991) saját természetes kísérleteikkel megmutatták, hogy az egyenlítői óceánok felett a melegedés által kiváltott magas szintű felhők teljes mértékben ellensúlyozzák a vízgőz üvegházhatását, Ha a tengeri felszín 26 ° C-os hőmérséklete 29 ° C-ra növekszik, az ilyen felhők általi lefedettség 0% -ról egészen 30% -ig növekedhet. (Kiehl 1994). És az erős negatív visszacsatolási mechanizmus következményeinek leírásakor Ramanathan & Collins kijelenti, hogy **„a légköri CO₂-nál több nagyságrendnek meghaladó növekedésre lenne szükség, hogy néhány fokkal megemeljék a tenger felszínének maximális hőmérsékletét”**. A szerzők

elismerik, jelentős az eltérés a légkör legáltalánosabb légköri modelljeinek előrejelzéseitől.

Amellett, hogy a bolygók felhő általi lefedettsége növekszik, a hőmérséklet emelkedésének hatására (Henderson-Sellers 1986a, b, McGuffie & Henderson-Sellers 1988, Dai és mtsai., 1997), növekszik a felhők folyékony víztartalma is (Paltridge 1980, Charlock 1981, 1982, Roeckner 1988). Mivel az alacsony és közepes szintű felhők hőmegtartó üvegházhatása már közel van az elérhető maximális értékhez (Betts és Harshvardhan 1987), napsugárzás visszatükröződésük még jelentősen növekedhet (Roeckner et al. 1987). **Így a felhők folyékony víztartalmának növekedése képes ellensúlyozni a felmelegedés kezdeti impulzusát, még akkor is, ha felhők által takart terület kezdetben nem növekszik. Ha csak ezt az egy negatív visszacsatolási mechanizmust beépítik egy sugárzás-konvektív éghajlati modellbe, akkor a levegő szén-dioxid-tartalmának megkétszereződése miatt várható felmelegedés 50% -kal csökken (Somerville és Remer 1984). Viszont a felhő folyékony víz-áramának 20-25% -os növekedése kimutatta, hogy az teljes mértékben meggátolja a levegő CO₂-tartalmának megduplázódása következtében – a légkör háromdimenziós általános modelljében jellemzően előre jelzett – melegedését (Slingo 1990).**

Egy másik, a felhőket érintő negatív visszacsatolási mechanizmus, amely becslések szerint ugyanolyan erősségű, mint a szén-dioxid jellemzően előre jelzett üvegházhatása (Lovelock 1988, Turner és mtsai., 1996), Charlson és mtsai. (1987). A szerzők szerint az óceáni fitoplankton termelékenységére növekedni fog a felmelegedés kezdeti lendületére reagálva, aminek eredményeként a megnövekedett algametabolizmus egyik végső mellékterméke – a dimetil-szulfid vagy DMS – sokkal nagyobb mennyiségben termelődik. ez a légkörbe diffundál, ahol oxidálódik, és olyan részecskékké alakul, amelyek felhőkondenzációs magként funkcionálnak. A DMS e kibővített fluxusa várhatóan további és / vagy magasabb albedo felhőket hoz létre, amelyek így több napsugárzást tükröznek vissza az űrbe, ezáltal hűtve a Föld és a felmelegedés kezdeti lendületének ellensúlyozása (Shaw 1983, 1987).

Sok bizonyíték van - az elmúlt 10 évben 700 cikk (Andreae és Crutzen 1997) - alátámasztja az egyes fogalmak érvényességét ebben a fogalmi eseményláncban. Először is, bizonyítottan hajlamos az óceáni fitoplankton termelékenységének növelésére a hőmérséklet-emelkedés következtében (Eppley 1972, Goldman & Carpenter 1974, Rhea és Gotham 1981), ami egyértelműen nyilvánvaló a tengeri termelékenység szélességi eloszlásában (Platt & Sathyendranath 1988, Sakshaug 1988). Másodsor, mivel az óceáni fitoplankton fotoszintetizálódik, ismert, hogy dimetil-szulfonio-propionátnak nevezett anyagot állítanak elő (Vairavamurthy et al. 1985), amely az óceánok felszíni vizeiben szétszóródik, amikor a fitoplankton elpusztul, vagy az állatkerti plankton eszik (Dacey & Wakeham 1988, Nguyen és mtsai., 1988) és amely bomlik DMS előállításához (Turner és

mtsai., 1988). Harmadszor, kimutatták, hogy a DMS egy része, amely így szabadul fel a Föld óceánjaiba, diffundál a légkörbe, ahol oxidálódik és kénsavvá és metánszulfonsav-részecskékké alakul át (Bonsang et al. 1980, Hatakeyama et al. 1982, Saltzman et al. Andreae és munkatársai, 1988, Kreidenweis és Seinfeld 1988), amelyek felhőkondenzációs magként vagy CCN-ként működnek (Saxena, 1983, Bates és mtsai., 1987). És még a CCN egyértelműen serkenti az új felhők képződését és drasztikusan növeli a már létező felhők albedóit azáltal, hogy csökkenti a felhők alkotóelem-cseppek méretét (Twomey és Warner 1967, Warner és Twomey 1967, Hudson 1983, Coakley et al., 1987)., Charlson & Bates 1988, Durkee 1988), amely jelenség hajlamos hűteni a bolygót azáltal, hogy lehetővé teszi a felhőknek, hogy visszatükrözzék a napsugárzást az űrbe (Idso 1992b, Saxena et al. 1996). Valójában kiszámítottuk, hogy a Föld határrétegének felhőinek átlagos csepp sugarának 15-20% -kal történő csökkentése hűtési hatást vált ki, amely teljesen megszünteti a levegő CO₂-tartalmának megduplázódásának tipikusan előrejelzett melegítő hatását (Slingo 1990).

Egy másik módszer, amellyel a CCN fokozott előállítását késleltetheti a felmelegedést a felhőcseppek méretének csökkentése révén, az alacsony szintű tengeri felhőkből származó szitálás csökkentése, amely meghosszabbítja élettartamukat, és ezáltal kiterjeszti a bolygó lefedettségét (Albrecht 1988). Ezen túlmenően, mivel a rétegekből származó felhőkből származó szitálás hajlamos a légköri határréteg stabilizálására az al-felhőréteg hűtésével, amikor a szitálás egy része elpárolog (Brost és mtsai., 1982, Nicholls 1984), a CCN által indukált szitálás csökkenti a stabilitást. a határréteg rétegződése, elősegítve a vízgőz szállítását az óceánból a felhőbe. Ennek eredményeként az extra CCN-t tartalmazó felhők általában hosszabb ideig fennállnak, és hosszabb ideig folytatják hűtési funkciójukat.

A több hűtési jelenség fokozásához szükséges CCN-számot szárazföldi biológiai folyamatok is előállítják (Went 1966, Duce et al. 1983, Roosen és Angione 1984, Meszaros 1988); és a földi környezetben különösen fontos a talajból származó redukált kén-gázok illékony oldatok illékonyítása (Idso 1990). A végső hűtési hatás mozgásának egyik módja a melegítés kezdeti lendülete. Például arról számoltak be, hogy a talaj DMS-kibocsátása 2-szeresére növekszik 10 és 25 ° C közötti hőmérsékleti 5 ° C-os hőmérsékleti növekedés mindegyikére (Staubes és mtsai., 1989); és a meleg növekedésével fokozott mikrobiális aktivitás eredményeként (Hill et al. 1978, MacTaggart et al. 1987) a talaj-levegő kénfolyam 25 ° -kal növekszik 25 ° N és az Egyenlítő között (Adams és munkatársai, 1981). Még ennél is fontosabb az a tény, hogy a légköri CO₂ dúsítás önmagában is kezdeményezheti a hűtéshez vezető eseményláncot.

Vegyük figyelembe azt a tényt – amelyet a szó szoros értelmében támasztott alá szó szerint több száz laboratóriumi és terepi kísérlet (Lemon 1983, Cure & Acock 1986, Mortensen 1987, Lawlor & Mitchell 1991, Drake 1992, Poorter

1993, Idso & Idso 1994, Strain & Cure 1994) – hogy majdnem az összes növény jobban alkalmazkodik a jelenlegi légköri széndioxid-koncentrációhoz, és a legtöbb lágyszárú növény termékenysége 30-50% -kal növekszik, ha a levegő szén-dioxid-tartalma megkétszereződik 300-ról 600 ppm-re (Kimball 1983, Idso 1992a). Sőt, sok fás szárú növény növekedése még drámaibb módon növekszik (Idso és Kimball, 1993, Ceulemans és Mousseau, 1994, Wullschleger és mtsai., 1995, 1997).

A széndioxidnak a növények növekedésére és fejlődésére gyakorolt serkentő hatása miatt a bioszféra termelékenysége együtt növekszik a levegő CO₂-tartalmának közelmúltbeli történelmi emelkedésével (Idso 1995), amint azt mutatja

(1) a levegő CO₂-koncentráció szezonális ciklusának folyamatosan növekvő amplitúdója (Pearman & Hyson 1981, Cleveland et al. 1983, Bacastow et al. 1985, Keeling et al. 1985, 1995, 1996, Myneni et al. 1997);

(2) az ipari forradalom előrehaladását tükröző számos hosszú fagyűrű rekord emelkedő tendenciája (LaMarche et al. 1984, Graybill és Idso 1993); és

(3) számos erdő növekedési ütemének felgyorsulása a földkerekség szinte minden kontinensén az elmúlt évtizedekben (Kauppi et al. 1992, Phillips & Gentry 1994, Pimm & Sugden 1994, Idso 1995).

A növényi termelékenység ezen CO₂-okozta növekedése következtében több szerves anyag jut vissza a talajba (Leavitt et al. 1994, Jongen et al. 1995, Batjes és Sombroek 1997), ahol stimulálja a biológiai aktivitást (Curtis et al. 1990, Zak és munkatársai, 1993, O'Neill 1994, Rogers és mtsai, 1994, Godbold és Berntson 1997, Ineichen és mtsai., 1997, Ringelberg és mtsai., 1997), amelyek a különféle kén-gázok fokozott kibocsátását eredményezik a légkörbe (Staubes et al., 1989), amelynek eredményeként több CCN jön létre (amint azt fentebb leírtuk). Ezek hajlamosak lehűteni a bolygót azáltal, hogy megváltoztatják a felhő tulajdonságait oly módon, hogy több napsugárzás visszatükröződik az űrbe. Ezen túlmenően a szárazföldi környezet számos nem kéntartalmú biogén anyaga nagy szerepet játszik mind víz-, mind jégmagképző aeroszolként (Schnell és Vali, 1976, Vali és munkatársai, 1976, Bigg 1990, Novakov és Penner, 1993, Saxena et al., 1995)., Baker, 1997); ezen anyagok légköri koncentrációját szintén fokozhatja CO₂.

Az, hogy a CO₂ által indukált analóg hűtési folyamatok a tengeren működnek, arra utalnak, hogy (1) a légköri CO₂ gazdagodás mindkét makro növekedését serkenti (Titus et al. 1990, Sand-Jensen et al. 1992, Titus 1992, Madsen 1993, Madsen & Sand-Jensen 1994) és mikro- (Raven 1991, 1993, Riebesell 1993, Shapiro 1997) vízi növények és (2) kísérleti vas-indukált (Coale et al. 1996) növekedése (szén-dioxid-indukált növekedés helyettesítőjeként hat) az óceáni fitoplankton termelékenységét az egyenlítői csendes-óceáni magas nitráttartalmú, alacsony klorofilltartalmú vizekben (Behrenfeld et al. 1996)

megfigyelték, hogy jelentősen növelik a felszíni vizek DMS-koncentrációját (Turner et al. 1996). Bizonyítékok arra is utalnak, hogy a tengeri eredetű jégképző magok jelentős része szerves anyagból áll (Rosinski et al., 1986, 1987); és ezeknek a magoknak az óceánok közötti megoszlása (Bigg 1973) kimutatták, hogy szorosan korrelál a biológiai termelékenység felszíni mintázataival (Bigg 1996, Szyrmer és Zawadzki 1997). Ennélfogva létezik egy teljes bolygóbéli hűtőerő-készlet, amely közvetlenül reagálhat a légkör növekvő szén-dioxid-tartalmára a szárazföldön és a tengeren egyaránt. És tekintettel a szén-dioxid-üvegházhatás relatív gyengeségére a jelenlegi légköri szén-dioxid-parciális nyomásoknál, amint azt az itt leírt természetes kísérletek mutatják - valószínűleg csak 0,4 ° C felmelegedés a levegő szén-dioxid-tartalmának 300-600 ppm-re történő megkétszereződése esetén - ezek a CO₂ által kiváltott hűtőerők a légköri CO₂ növekedésének elsődleges melegítő hatásának nagy részét (vagy akár egészét) negatív hatással lehetnek, ami az átlagos globális levegő hőmérsékletének csekély nettó változásához vezet.

5. ÖSSZEFOGLALÁS ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

Nincs vita azon állítás körül, amely szerint a légköri CO₂-koncentráció növekszik; a közvetlen mérések igazolják ezt a tényt. Az üvegházhatás alapfogalma szintén nem kérdéses; A növekvő szén-dioxid-koncentráció önmagában egyértelműen javítja a légkör hőtakaró tulajdonságait. Vitatható azonban a felmelegedés nagysága, amelyet a levegő CO₂-koncentrációjának növekedése okozhat. Noha az atmoszféra valószínűleg hiányos és nagyjából megközelítőleg általános cirkulációs modelljei előrejelzik, hogy a levegő szén-dioxid-tartalmának 300–600 ppm-es megduplázódásával néhány Celsius fokos hőmérsékleten emelkedik a globális levegő hőmérséklete, a valós megfigyeléseken alapuló természetes kísérletek arra utalnak, hogy ilyen szén-dioxid-növekedés csak néhány tized fokot eredményezhet. Melyik következtetés helyes?

A Föld éghajlati rendszerének számos bonyolultsága megnehezíti a globális klímaváltozás pontos előrejelzését a légkör általános cirkulációs modelljeinél, és valószínűleg figyelembe veszi előrejelzéseik eltéréseit az itt ismertetett természetes kísérletektől.

Először is, számos bolygóbéli hűtőhatás erősödik fel a hőmérséklet emelkedésével, amelyek enyhítik a felmelegedés minden impulzusát; és ezek közül sok jelenséget csak most kezd teljes mértékben feltárni. Ezek idáig nem lettek a modelleknél kellő módon figyelembe véve.

Másodszor, ezeknek a hűtőhatásoknak szinte mindegyike fokozódik a biológiai folyamatok növekedésével, amelyet a légköri CO₂ dúsítás légi trágyázási hatása közvetlenül fokoz; és ezeknek a jelenségeknek a nagy részét a potenciális széndioxid kiváltotta klímaváltozás általános cirkulációs modell-tanulmányai sem tartalmazzák.

Harmadszor, ezeknek a hűtő hatásoknak a nagy része már önmagában, külön-külön is képes teljes mértékben meggátolni a légkör CO₂-koncentrációjának megduplázódásából adódó – tipikusan előrejelzett (és valószínűleg túlbecsült) – melegedését.

Negyedszer, az egész világból származó valós mérések azt mutatják, hogy a kortárs klímamodellek már régóta jelentősen alábecsülik a felhők hűtési képességét (Cess et al. 1995, Pilewskie & Valero 1995, Ramanathan et al. 1995, Heymsfield és McFarquhar 1996), pedig ezek bizonyítottan alkalmasak a valószínűleg túlbecsült globális felmelegedés teljes melegítő hatásának ellensúlyozására, amely a levegő CO₂-tartalmának megkétszereződése miatt várható.

E megfigyelések fényében azt hiszem, hogy még nagyon hosszú idő lesz, mielőtt a légkör bármely általános cirkulációs modellje képes lesz pontosan meghatározni a sok ellentétes éghajlati erő végső következményeit, amelyeket mind közvetlenül, mind közvetetten érint a Föld légkörének növekvő CO₂-tartalma.

Következésképpen: bár sok őszinte és gondolkodó tudós másképp viszonyul a kérdéshez, úgy gondolom, hogy ezek a modellek még nem képeznek megfelelő alapot a lehetséges éghajlatváltozással kapcsolatos ésszerű valós politikai döntések meghozatalához.