

A légkör üvegházhatása*

A légkör üvegházhatásának antropogén erősödése miatt a jövő század közepére a Föld hőmérséklete magasabbra emelkedhet, mint a történelem során valaha. Ezért olyan üvegházgázok bizonyított emelkedő tendenciája a felelős, mint elsősorban a szén-dioxid (CO₂), a metán (CH₄), a dinitrogén-oxid (N₂O) és a halogénezett szénhidrogének. E gázokon ([1. táblázat](#)) keresztül a Nap sugarai szinte zavartalanul lejutnak a felszínre, de az onnan kiinduló, nagyobb hullámhosszú energia egy részét e gázok (továbbá a felhők és a vízgőz) elnyelik és visszasugározzák a felszín irányában. A légkörnek ez az *üvegházhatása* már ma körülbelül 30 °C-kal emeli a hőmérsékletet.

1. táblázat

A legfontosabb üvegház-gázok és néhány jellemzőjük					
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CFC-11	HCFC-22
Kezdeti koncentráció (1750-ben)	278 ppm	700 ppb	275 ppb	Nulla!	Nulla!
Koncentráció 1998-ban	365 ppm	1745 ppb	314 pbb	268 ppt	132 ppt
Eddigi elsődleges sugárzási hatás	1,46 Wm ⁻²	0,48 Wm ⁻²	0,15 Wm ⁻²	0,07 Wm ⁻²	0,03 Wm ⁻²
Koncentráció	1,5 ppm/év	7 ppb/év	0,8 ppb/év	-1,4 ppt/év	5 ppt/év
Növekedés	0,4%/év	0,4%/év	0,03%/év	-0,5%/év	+4%/év
Légköri élettartam (év)	50-200	8-12	120	45	12
Globális Melegítő Potenciál (100 év)	1	23	296	4600	1700

Megjegyzés: 1 ppm = 10⁻⁶; 1 ppb = 10⁻⁹; 1 ppt = 10⁻¹² térfogat-arány.

Az emberi tevékenység éghajlat-módosító hatásának veszélyességét fokozza, hogy az üvegházgázok többségének igen hosszú a légköri tartózkodási ideje ([1. táblázat](#)). A metán már 8-12 év után kikerül a légkörből, de a legfontosabb freonfajták csak 10-200, a dinitrogén-oxid mintegy 120 év elteltével bomlik el a légkör felsőbb rétegeiben. A légkört antropogén eredetű többletként terhelő szén-dioxid molekulák akár 200 évet is e közegben tartózkodhatnak, mielőtt azokat az óceán, vagy a bioszféra elnyelné.

A hosszú élettartam következménye, hogy e gázok koncentrációja a Föld területén közel egyenletes, hiszen van idő arra, hogy a légáramlás azokat az ipari és lakossági forrásoktól távoli területekre is eljuttassa. Egy másik, súlyos következmény, hogy a koncentrációk csak évtizedes, évszázados késéssel követik a kibocsátás időbeli dinamikáját. Vagyis, ha valamikor az emberiség képes is lesz megállítani a légköri üvegházhatást fokozó gázok kibocsátásának növekedését, a korábbi kibocsátások következményeit az utókor akkor is még hosszú időn át tapasztalni fogja. Sőt, minthogy a legtöbb ilyen gáz kibocsátása ma meghaladja a nyelők kapacitását, a kibocsátás szinten maradása is még emeli a koncentrációkat.

Az [1. táblázat](#) utolsó sorában számszerűsített Globális Melegítő Potenciál azt mutatja meg, hogy 1 kg gáztöbblet légkörbe kerülése adott időtartam (100 év) alatt összesen hányszor erősebb sugárzási hatást fejt ki, mint 1 kg széndioxid. Az időtartam meghatározásának az a jelentősége, hogy így figyelembe vehető a légköri tartózkodási idők közötti eltérés.

Látható, hogy a bemutatott gázok mindegyikének nagyobb a potenciális melegítő képessége, mint a szén-dioxidé. (Ez minden további ismert antropogén üvegházgázra fennáll.) Két megjegyzést azonban hozzá kell fűznünk: Az egyik az, hogy az éves metán-kibocsátás világszerte

egy nagyságrenddel, míg a többi gáznál még további nagyságrendekkel kisebb, mint a szén-dioxidé. A másik megjegyzés, hogy ezek az arányok azért is ilyenek, mert a légköri koncentrációk több nagyságrenddel eltérnek, vagyis minden új molekula sugárzási hatását viszonylag sok szén-dioxid árnyékolja, míg ugyanez a hatás többi gáznál sokkal gyengébb.

A számítások szerint az a változás, amely a légköri energia-háztartásban az ipari forradalom kezdete óta az üvegházgázok koncentrációjának növekedése miatt bekövetkezett ([2. táblázat](#)), a légkör alsó rétegeinek energiabevétele tekintetében, megközelíti a $2,5 \text{ Wm}^{-2}$ -t, és az eddigi kibocsátási tendenciák folytatódásával – a század közepére elérheti a 5 Wm^{-2} -t, a század végére pedig a 9 Wm^{-2} -t (IPCC, 2001).

2. táblázat

A különféle antropogén és természetes éghajlati kényszerek becsült elsődleges sugárzási hatása a természetes állapot (körülbelül 1750) óta.

	Elsődleges sugárzási hatás Wm^{-2}	Bizonyosság mértéke
CO ₂	+1,46	M
CH ₄	+0,48	M
N ₂ O	+0,15	M
Összes CFC, HCFC	+0,34	M
Troposzférikus ózon	+0,35	K
Sztratoszférikus ózon	-0,15	K
Direkt osszaeroszol	-0,50	A
Direkt ásványi aeroszol	-0,6 - +0,4	IA
Indirekt aeroszol	0 --2,0	IA
Repülési csík	+0,04	IA
Földhasználat	-0,2	IA
Napállandó	+0,3	IA

Megjegyzés: A bizonyosság esetében:

M - magas, K - közepes, A - alacsony, IA - igen alacsony.

Az eddigi változásból a szén-dioxid $+1,46 \text{ Wm}^{-2}$, a metán $+0,48 \text{ Wm}^{-2}$, a dinitrogén-oxid $+0,15 \text{ Wm}^{-2}$, míg a freonok $+0,34 \text{ Wm}^{-2}$ sugárzási kényszerért felelősek. E számok tulajdonképpen csekélyek a Nap által a földi éghajlati rendszerbe sugározott 240 Wm^{-2} -rel szemben, ám ebből nem a hatások jelentéktelensége, hanem – miután nem elhanyagolható hőmérséklet-változást okoznak – inkább az éghajlat jelentős érzékenysége következik.

* Részletek Mika János (Országos Meteorológiai Szolgálat) cikkéből – Fizikai Szemle 2002/9. 258.o. A GLOBÁLIS KLÍMAVÁLTOZÁSRÓL