

## Jó ötlet meghekkelni a Földet?

*A geoengineering (bolygómérnökség) kilátásai  
a klímaváltozás elleni küzdelemben*

Should We Hack the Planet?

The Outlook for Geoengineering  
in the Fight Against Climate Change

**SZŐKE DIÁNA**

---

# KKI-elemzések

A Külügyi és Külgazdasági Intézet időszaki kiadványa

Kiadó:

Külügyi és Külgazdasági Intézet

Szöveggondozás és tördelés:

Tevelyné Kulcsár Andrea

A kiadó elérhetősége:

H-1016 Budapest, Bérc utca 13-15.

Tel.: + 36 1 279-5700

Fax: + 36 1 279-5701

E-mail: [info@ifat.hu](mailto:info@ifat.hu)

<http://kki.hu>

© Szóke Diána, 2018

© Külügyi és Külgazdasági Intézet, 2018

ISSN 2416-0148

**Összefoglalás:** Az ENSZ égisze alatt 2015 decemberében aláírt, meglehetősen ambiciózus célokat megfogalmazó párizsi klímaegyezmény életbe lépése ellenére továbbra is kétséges, hogy a nemzetközi közösségnek sikerül 2°C alatt tartania a Föld átlaghőmérsékletének az emelkedését. Ennek nyomán egyre gyakrabban merülnek fel alternatív lehetőségek a globális felmelegedés folyamatának a megfékezésére, hatásainak enyhítésére. Ezek egyike az úgynevezett *geoengineering* (bolygómérnökség), vagyis az éghajlatváltozásba való szándékos beavatkozás. A korábban talán inkább sci-fibe illő elképzelések mindinkább konkrét cselekvési tervként jelennek meg a szakirodalomban, azonban Magyarországon egyelőre keveset lehet hallani a témáról. A jelen elemzés a bolygómérnökség etikai, környezeti, nemzetközi politikai és gazdasági vonatkozásait mutatja be.

**Abstract:** *In spite of the ambitious targets outlined in the Paris Climate Accord signed in December 2015, doubts still abound as to whether the international community will prove successful in limiting rising global temperatures to below 2°C. As a result, there is an increasing interest in finding or developing alternative options to combat global warming. One of the most prominent (and controversial) of these is geoengineering, which essentially involves the deliberate and large-scale manipulation of our climate. While such plans may have been dismissed as mere fantasy only a few decades ago, they have since then emerged as a timely and much-debated element of the global climate agenda. As the topic remains rather obscure in the Hungarian public discourse, this paper attempts to provide an overview of the moral, environmental, political, and economic aspects of the issue.*

## BEVEZETÉS

A globális felmelegedés jelei kezdenek egyre inkább kézzelfoghatóvá válni. A 2015–2017 közötti időszak volt a [valaha mért három legforróbb](#), egymást követő év. A klímaváltozás következtében tovább olvad az északi-sarkvidéki jégtakaró, savasodnak a tengerek, és egyre gyakoribbak a szélsőséges időjárási jelenségek – legyen szó akár hurrikánokról, szökőárakról vagy elsivatagosodásról.

A nemzetközi közösség még mindig csak korlátozott sikereket tud felmutatni a klímaváltozás elleni multilaterális összefogás terén. Habár 2015 decemberében a világ szinte összes országa aláírta az ambiciózus célokat megfogalmazó párizsi klímaegyezményt, a szakértők jelentős része szerint az ahhoz kapcsolódó akciótervek megvalósítása sem garantálja, hogy 2°C alatti szinten tetőzzön az átlaghőmérséklet-növekedés az évszázad végéig. A globális felmelegedés kapcsán létrejött, eleve törékeny nemzetközi diplomáciai konszenzust pedig tovább gyengítette Donald Trump amerikai elnök tavaly nyári bejelentése, miszerint kilépteti az Egyesült Államokat az egyezményből.



A fentiek fényében érthető, hogy kétségek merülnek fel a globális felmelegedés sikeres kezelésével kapcsolatban, és egyre inkább előtérbe kerülnek az alternatív megoldásmódok. Ennek egyik legemblematicusabb (és egyben legvitatottabb) példája az úgynevezett *geoengineering* (magyar terminológiával: bolygómérnökség), vagyis az éghajlati viszonyok nagyszabású és szándékos technológiai manipulálása. A *geoengineering* régen még talán inkább sci-fibe illő felvetés volt, viszont ma már egyre hangsúlyosabb eleme a nemzetközi klímadiplomáciai napirendnek. Ez az alternatíva olyannyira kezd a nyugati országok közbeszédének az elemévé válni, hogy maga Rex Tillerson amerikai külügyminiszter is nyilatkozott róla: a *geoengineering* lehetősége miatt a klímaváltozás elleni küzdelmet [„pusztán mérnöki feladatnak”](#) titulálta.

A nemzetközi közbeszédben sok félreértés, összeesküvés-elmélet és (gyakran jogos) aggály övezi a *geoengineering* kérdését, Magyarországon azonban ez a téma még csak a tudományos diskurzus szintjén jelent meg. Jelen elemzés éppen ezért a *geoengineering* etikai, környezeti, politikai és gazdasági vonatkozásait mutatja be.

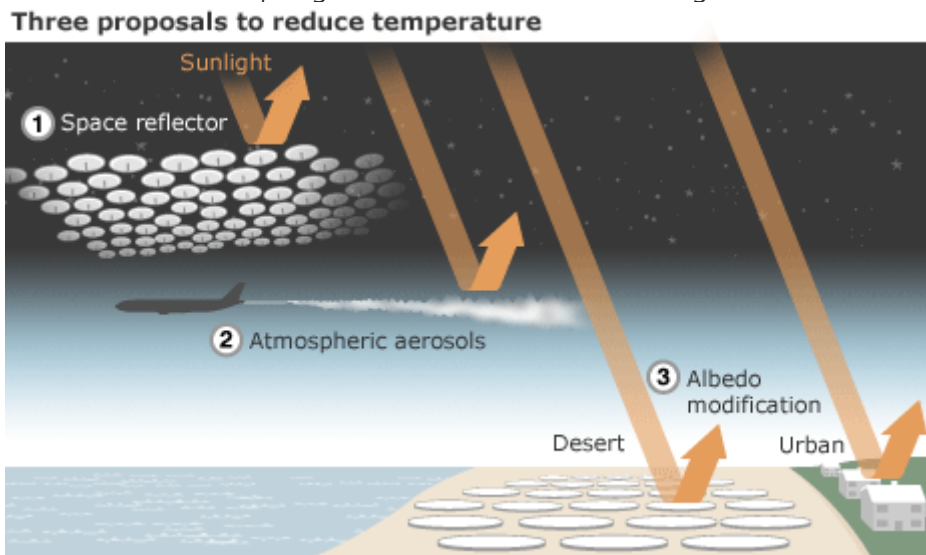
## A GEOENGINEERING FOGALMA ÉS TÍPUSAI

Mindenekelőtt szükséges a *geoengineering* pontos definíciójának a meghatározása. Az angol szakirodalomban számos fogalommal írják le ezt a módszert (*climate engineering, climate intervention*), de a rövidebb *geoengineering* vált meghatározóvá. Ennek mentén magyarul bolygómérnökségről vagy esetleg éghajlatmérnökségről, éghajlati beavatkozásról beszélhetünk.

A *geoengineering* a jelentése szerint szándékos, nagymértékű beavatkozás Földünk éghajlati mechanizmusába, a klímaváltozás elleni küzdelem részeként. Lényegében az éghajlat mesterséges befolyásolását érthetjük a fogalom alatt. Egyaránt kezeli a globális felmelegedés kiváltó okait (pl. az üvegházhatású gázok magas légköri koncentrációja) és annak potenciális negatív következményeit (pl. magas átlaghőmérséklet). Alapvetően [két fő típusát](#) különböztethetjük meg. Az első a nap-sugárzás-menedzsment (*solar radiation management, SRM*), azaz a felmelegedés csökkentése érdekében a napenergia különböző módokon történő visszatükrözése az űrbe. A másik pedig a szén-dioxid-csökkentés (*carbon dioxide reduction, CDR*), amely a káros gázokat köti meg vagy vonja ki a légkörből – éppen ezért a szakirodalomban gyakran negatív emissziós technológiának is nevezik ezt.

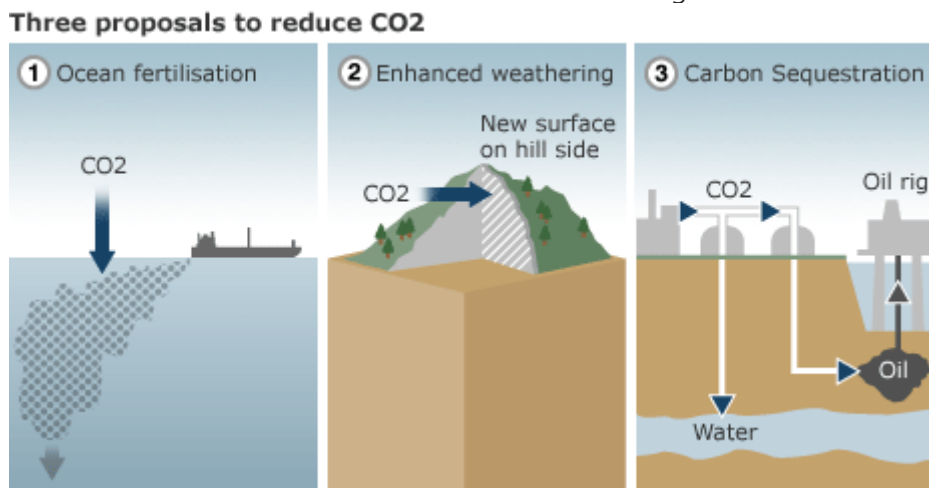
1. ábra

A napsugárzást csökkentő technológiák



2. ábra

Szén-dioxid-csökkentő technológiák



A jelen elemzés keretein túlmutatna az összes lehetséges technológiai módszer részletes, tudományos igényű bemutatása. Ezért a következő oldalon található táblázat csupán rövid áttekintést nyújt a *geoengineering* két fő kategóriájáról, illetve azok lehetséges alkalmazási példáiról.



1. táblázat  
A bolygómérnökség kategóriái és alkalmazási területeik

	<b>Napsugárzás-menedzsment</b>	<b>Szén-dioxid-csökkentés</b>
<b>Angol elnevezés</b>	<i>Solar radiation management (SRM)</i>	<i>Carbon dioxide reduction (CDR)</i>
<b>Működés</b>	A felmelegedés csökkentése a földfelszín fényvisszaverő képességének a fokozásával	Szén-dioxid és egyéb üvegházhatású gázok megkötése és/vagy kivonása a légkörből
<b>Cél</b>	A klímaváltozás negatív tüneteinek (pl. a magas hőmérsékletnek) a kezelése	A klímaváltozás kiváltó okainak (pl. az üvegházhatású gázok légköri koncentrációjának) a kezelése
<b>Példák</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Az albedó fokozása (a visszavert fény százalékos arányának növelése)</li><li>• A talajon elhelyezett reflektorok és tükrök</li><li>• Sztratoszferikus aeroszolkok használata</li><li>• Felhőfehérítés</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nagyszabású fatelepítési programok</li><li>• A tengerek lúgosítása</li><li>• A tengerek vasporvegyületekkel történő trágyázása</li><li>• Szén-dioxid-leválasztás és -tárolás (CCS)</li></ul>
<b>Ár</b>	Viszonylag olcsó: regionális szinten évi 5–10 milliárd dollárba kerül	Viszonylag drága: akár évi több százmilliárd dollárba is kerülhet
<b>Időbeli hatás</b>	Viszonylag gyors, a hatásai szinte azonnal érvényesülnek	Viszonylag lassú, a hatásai csak hosszabb távon érvényesülnek
<b>Bevethetőség</b>	Akár egyoldalúan, regionális jelleggel	Csak nagyobb területen (akár globális szinten), kormányközi összefogással lehetséges

## AZ IDŐJÁRÁS-MANIPULÁCIÓ TÖRTÉNELMI KITEKINTÉSBEN VAN-E ÚJ A NAP ALATT?

A bolygómérnökség nem teljesen új keletű elképzelés. Már a második világháború alatt felmerült a lehetősége, később pedig, az 1960-as években, a hidegháború kontextusában sokat foglalkozott a témával mindkét szuperhatalom. Sőt, a kérdéskörnek némi magyar vonatkozása is van: Teller Ede és Neumann János is felvetett a *geoengineering*hez hasonló ötleteket (katonai céllal),

de figyelmeztettek a veszélyeikre is. Fontos azonban megjegyezni, hogy ezek a kezdetleges elképzelések kisebb területi hatáskörű, rövid távú időjárási manipulációról szóltak. Céljuk nem a globális felmelegedés megfékezése, hanem a hidegháborús katonai fölény megszerzése volt.

Példának okáért, a vietnami háború (1955–1975) során az Amerikai Egyesült Államok – a [Popeye hadművelet](#) keretében – a csapadékmennyiség növelése érdekében gyakran élt az úgynevezett felhőmagvasítási módszerekkel, azaz a felhőknek különböző cseppképző vegyi anyagokkal (pl. ezüstjodid, nitrogén, szárazjég) történő „bombázásával”. Ily módon próbálták meghosszabbítani a monszunidőszakot a Ho Si Minh-ösvény mentén, hogy azzal gátolják a vietnami katonák előrehaladását.

A katonai alkalmazás mellett napjainkban már viszonylag gyakran történnek kisebb nagyságrendű időjárási manipulációk más céllal is. A [2008-as pekingi nyári olimpia](#) megnyitó ceremóniája idején például a kínai hatóságok rakétákkal oszlatták el a felhőket az égről.

A klímaváltozás ellen használt bolygómérnökségi módszerek azonban sokkal nagyobb hatáskörűek, és vélhetően látványosabb módon avatkoznának be az éghajlatba. A *geoengineering* kérdése ezért is nagyon [megosztja a tudományos közösséget](#), és sokáig szalonképtelennek számított. Mindazonáltal nagyszabású kutatási programok foglalkoznak a témával az Egyesült Államokban, Nagy-Britanniában, Kínában és Indiában, és egyre több ország érdeklődik iránta. Európai uniós szinten 2012 és 2014 között, brit, francia, német, norvég és osztrák klímakutatók részvételével zajlott az Európai Transzdiszciplináris Klímamérnökségi Értékelés (*European Transdisciplinary Assessment of Climate Engineering*, EuTRACE).

A fokozódó tudományos érdeklődés ellenére mindmáig kevés érdemi hatástanulmány készült a bolygómérnökség lehetséges alkalmazásával kapcsolatosan. Az eddigi vizsgálatok, kutatások túlnyomó többsége laboratóriumi körülmények között vagy számítógépes modellezéssel valósult meg. A teljes körű kísérletek hiánya mellett a nagyságrend kérdése további aggályokat is felvet: a legtöbb eddig vizsgált *geoengineering* módszert ugyanis lokális vagy esetleg regionális szinten vetették be, de azok nagyszabású, akár globális működéséről, lehetséges mellékhatásairól viszonylag keveset tudunk.

Néhány kivétel persze megemlíthető, mint például a 2009-es Lonafex-program. Ezen az indiai–német közös kísérleten belül az Atlanti-óceán egyes déli részeit szórták tele vaspór tartalmú vegyületekkel, mert reményeik szerint az azok hatására elszaporodó plankton- és algaállomány kivonta volna a vízből a felesleges szén-dioxid egy részét. A program azonban csak korlátozott sikerekkel járt.

2010 és 2012 között zajlott a [SPICE kutatási projekt](#) az Egyesült Királyságban, négy neves egyetem (a Bristoli, Cambridge-i, Edinburghi és Oxfordi Egyetem) együttműködésében. Céljuk egyes aeroszoloknak a légkörbe történő fecskendezése volt, hogy azzal a felszíni hőmérséklet csökkenését idézzék elő. A projekt azonban nem tudott érdemben kibontakozni: egyrészt szabadalmi viták merültek fel a résztvevők között, másrészt környezetvédelmi és civil lobbicsoportok akadályozták meg egyes kísérletek elvégzését.



Összességében elmondható, hogy a *geoengineering*hez szükséges technológiák túlnyomó része már rendelkezésre áll, de még kevés a gyakorlati alkalmazásuk során szerzett tapasztalat. Éppen ezért a bevetésük legfőbb gátja az éghajlat-manipuláció lehetséges káros hatásaival kapcsolatos bizonytalanság. További gátat jelent az árak: már a kutatás-fejlesztési szakasz is rendkívül drága, és a technológiák hosszabb távon történő alkalmazása akár évi több százmilliárd dollárba is kerülhet.

A fenti aggályok ellenére egyre gyakrabban lehet a tudományos körökben arról hallani, hogy a globális felmelegedés fokozódásával az emberiségnek egyszerűen nem marad más lehetősége, mint hogy ilyen lépésekhez folyamodjon. Ezért – még ha a bolygómérnökség napjainkban csupán elméleti lehetőség is – érdemes megvizsgálni a bevetése etikai, környezeti, nemzetközi politikai és gazdasági vonatkozásait.

## ETIKAI VONATKOZÁSOK

**A** bolygómérnökséggel kapcsolatos morális felvetések alapkérdése az, hogy az emberiség milyen mértékben avatkozhat be a természet működésébe, úgyszólván mennyire „játszhatunk istent”?

A *geoengineeringet* pártolók azzal érvelnek, hogy az erkölcsi probléma a kisebbik rossz, ha a klímaváltozás legsúlyosabb potenciális forgatókönyveit (pl. az emberiség és az állatvilág szenvedése, a biodiverzitás csökkenése stb.) vesszük figyelembe. Magával a bolygómérnökséggel némi időt nyerhetne az emberiség arra, hogy fenntarthatóbb pályára álljon. Az intergenerációs (nemzedékek közötti) igazságosság is felmerül, hiszen a jövő nemzedékei iránt érzett felelősségünk nyilvánulhat meg abban, hogy milyen mértékben és eltökéltséggel lépünk fel a klímaváltozás ellen napjainkban.

Etikai szempontból mégis sokkal több ellenérvvel lehet találkozni. Óriási bizonytalanság van a *geoengineering* következményei kapcsán, mivel [nagy kockázatokkal](#), potenciális káros környezeti hatásokkal is járhat. Emellett veszélyként merül fel a folyamatok fenntarthatatlansága vagy a [visszafordíthatatlan jellegük](#): előfordulhat, hogy egyes elrontott éghajlat-manipulációs beavatkozások miatt újabb és újabb ellenakciókra lesz szükség. Végül sokan arra is figyelmeztetnek, hogy a *geoengineering* csökkentheti a klímaváltozás elleni küzdelem iránti hajlandóságot és elkötelezettséget, mivel azt feltételezhetik az államok, hogy majd maga az éghajlat-manipuláció megoldja a globális felmelegedés problémáját.

## KÖRNYEZETI VONATKOZÁSOK

**A** Föld az [emberiség legnagyobb kísérleti alanya](#) – már azóta folyamatosan módosítjuk a környezetünket, amióta az ember először tüzet rakott, majd mezőgazdasági munkára adta a fejét, aztán pedig megkezdődött az urbanizáció és a környezetszennyezés. A *geoengineering* éppen ezért a szakirodalom szerint



nemcsak morális dilemmákat vet fel, hanem konkrét káros környezeti problémái is felmerülnek. Előljáróban fontos megjegyezni, hogy az ökoszisztéma működése rendkívül bonyolult, ezért nehéz a bolygómérnökség potenciális következményeit és mellékhatásait pontosan előre jelezni. (Éppen ezért ez a tiltakozó környezetvédő szervezetek – így többek között a Greenpeace, a World Wildlife Fund vagy a Friends of the Earth – legfőbb érve a bevetés ellen.)

A *geoengineering* lehetséges negatív hatásait tekintve röviden érdemes [néhány példát](#) kiemelni. A sztratoszferikus aeroszol fecskendezése vagy a felhőfehérítés miatt csökkenhet a kelet-afrikai és dél-ázsiai monszunesők mértéke, ami több milliárd ember élelmiszer-ellátását kockáztatná. Hasonlóképpen megfogható az Amazonas-medence esőerdejét érő csapadék is. Mások az ózonrétegre gyakorolt veszélyes hatásokra figyelmeztetnek. Egyéb lehetséges mellékhatások között tartják számon a tengervizek elsavasodását, az átlaghőmérséklet drasztikus ingadozását vagy a klímamenekültek tömegeinek a migrációját. Ez a sok ismeretlen tényező ismét rámutat a *geoengineering*gel kapcsolatos bizonytalanságokra, hiszen előfordulhat, hogy az éghajlatba történő beavatkozás több kárral járna, mint amennyi hasznot hozna.

## NEMZETKÖZI POLITIKAI VONATKOZÁSOK

A *geoengineering* nemzetközi politikai kezelése szintúgy rengeteg kérdést vet fel. A jogi szabályozása még nagyon kezdetleges. Átfogó kormányközi (pl. ENSZ-szintű) kodifikációra még nem került sor, azonban egyes, korábban aláírt nemzetközi szerződések utalnak az éghajlat-manipuláció tilalmára. Ide sorolható az 1972-es londoni egyezmény a tengeri szennyezés megakadályozásáról, illetve az 1992-es riói egyezmény a biológiai sokszínűség védelméről. Ahogy a bolygómérnökség ügye megjelent a diplomáciai napirenden, az ENSZ (2010-ben) moratóriumot vezetett be ellene, de a teljes körű tiltása jelenleg nincs kilátásban. A *geoengineering* etikai és környezetvédelmi vonatkozásai mellett a kodifikációt külön nehezíti, hogy [rengeteg érintettje](#) és eltérő érdekeltje van, legyen szó akár kormányokról, nemzetközi szervezetekről, tudományos közösségről, környezetvédelmi lobbicsoportokról, vallási közösségekről vagy az üzleti élet szereplőiről.

Jogosan merül fel a kérdés, hogy egy ilyen összetett ügy esetében, mint a bolygómérnökség, egyáltalán hogyan lehetne nemzetközi konszenzust kialakítani. Ennek a legkézenfekvőbb fóruma az ENSZ lenne, még ha a szervezet legitimitását sok kritika is éri. Az ENSZ-szintű kodifikációt sürgetők amellet érvelnek, hogy mégis szükséges lenne egyfajta konszenzus kialakítására, mivel fennáll annak a veszélye, hogy egyes országok egyoldalúan, önhatalmúlag kezdenek bele az éghajlat-manipulációba. Az Oxfordi Egyetem *geoengineering*gel foglalkozó kutatócsoportja összegyűjtött néhány olyan alapfeltételt, amelyek szerintük a bolygómérnökség globális szabályozásához szükségesek. Ezek az „[oxfordi elvek](#)” néven ismertté vált, kissé talán utópisztikus kritériumok a következők:



- az éghajlat közjósággként való kezelése;
- széles körű társadalmi egyeztetés a bolygómérnökség működéséről és lehetséges következményeiről;
- a bolygómérnökséggel kapcsolatos tudományos eredmények közzététele, átláthatósága, illetve azok független kutatók által történő kiértékelése;
- a nemzetközi szabályok és intézmények megteremtésének elsődlegessége a bevetés előtt.

Amennyiben valóban sor kerül a *geoengineering* alkalmazására, az kétségkívül nagy hatással lehet a globális hatalmi erőviszonyokra is. Ahogy erre John Brennan, a CIA volt igazgatója egy 2016-os beszédében figyelmeztetett, a [bolygómérnökség hatásai](#) sosem fognak a nemzetközi szereplők között egyenlően vagy igazságosan eloszlan. Köztudott, hogy a klímaváltozás már önmagában is aránytalanul nagy mértékben fogja sújtani a fejlődő országokat. Sok esetben a világ legszegényebb országainak a lakosai – akik éppen a legkevésbé járultak hozzá a globális felmelegedéshez – válhatnak a leginkább kiszolgáltatottá a *geoengineering* hatásainak is. Példának okáért, a bolygómérnökség következtében változások mehetnek végbe a csapadékeloszlásban, ami a mezőgazdasági tevékenységre és az élelmezésre is óriási hatással lehet. Ez akár [1,2–4,1 milliárd \(!\) emberre](#) nézve lehet káros hatással, akiknek a döntő többsége a fejlődő országokban él. Ezek a technológiák gyakran hatalmas (termő) földterületeket vennének igénybe, miközben éppen a termőföld elérhetősége válik mind veszélyeztetettebbé a globális felmelegedés, valamint a demográfiai növekedés következtében. A nemzetközi szabályozás igazságossága amiatt is megkérdőjelezhető, mivel a fejlett világ országai a globális politikai döntéshozatalban általában felülreprezentáltak. Így érthetően merül fel a kérdés, hogy kinek van joga a [bolygó termosztátját](#) kezelni?

A *geoengineering*gel foglalkozó szakirodalom további problémás politikai dilemmákra is felhívja a figyelmet. Így például fennáll annak a veszélye, hogy az éghajlat-manipuláció végső mentsvárként történő kezelése aláássa a klímaváltozás elleni küzdelemben meglévő, eleve törékeny nemzetközi konszenzust. Nem teljesen alaptalan félelem, hogy a bolygómérnökség nyomán túl sok hatalom központosulna egy technokrata elit kezében, vagy hogy ezeket a technológiákat egy adott ország vagy csoportosulás háborús fegyverként próbálná használni.

## GAZDASÁGI VONATKOZÁSOK

A *geoengineering* kérdése számos gazdasági vonatkozással is bír. Ezek közül a legkézenfekvőbb magának a technológiák fejlesztésének, alkalmazásának az ára. A [költségek](#) az előzetes becslések szerint sokszor csillagászatiak: míg a napsugárzás-menedzsment „csak” kb. évi 5-10 milliárd dollárba kerül, addig a szén-dioxid légköri megkötése és/vagy kivonása akár több százmilliárd dolláros tétel. Ennek mérlegelésekor azonban azt is érdemes figyelembe venni, hogy

a klímaváltozás következményei is óriási, hasonló nagyságrendű pénzügyi terhet róhatnak a világra – sőt, a globális felmelegedés „ára” akár többszöröse is lehet a *geoengineeringre* fordított összegeknek.

A témával foglalkozó szakirodalom emellett mindig leszögezi, hogy a bolygómérnökség nemzetközi szabályozásában egyértelműen rögzíteni kell, hogy ezeket a technológiákat nem lehet anyagi haszonszerzés céljából alkalmazni. A gyakorlatban a szabályozás persze sosem lenne egyszerű. A hatalmas költségek azonban a piacra való belépés jelentős korlátjaként működhetnek, még akkor is, ha egyes filantróp milliárdosok (Bill Gates vagy Richard Branson) már korábban jelezték, hogy részt szeretnének vállalni ebben a folyamatban. Végezetül pedig fontos tisztázni, hogy egy-egy éghajlat-manipulációs technológia szabadalmi joga mely államokat/nemzetközi szervezeteket/személyeket illet.

## KILÁTÁSOK

Az új technológiai megoldások alkalmazása a történelem során gyakran volt vitatott: annak idején a gőzmozdony, a telefon vagy a penicillin elterjedése komoly társadalmi vitákat szült. Most is hasonlóan érzékeny kérdés az atomenergia, a génmanipulált növények termesztése vagy a mesterséges intelligencia. Hasonló tendencia tapasztalható a *geoengineering* kapcsán is: bár most még rendkívül távoli vagy sci-fibe illő lehetőségnek érezzük, esetleg morális alapon kérdőjelezzük meg a létjogosultságát, mégsem teheti már meg a [nemzetközi közösség](#), hogy mint opciót teljesen figyelmen kívül hagyja. Azért is van nagy szükség a kérdés alapos körbejárására, józan megítélésére, mert még van időnk mérlegelni a mellette és az ellene szóló érveket. Az biztos, hogy a nemzetközi klímadiplomáciai napirenden az elkövetkező években hangsúlyosan szerepelni fog a bolygómérnökség ügye, és a nyugati országokban mindinkább részévé kezd válni a közbeszédnek is.

## KONKLÚZIÓ

Ahogy a fentiekből is látszik, a *geoengineering* kérdésköre rendkívül szerteágazó és izgalmas. Nem csak a klímaváltozás elleni küzdelem keretei között értelmezhető, hiszen hatással lehet a migrációra, a mezőgazdaságra, a nemzetközi intézmények szerepére, stb. Emellett számos morális dilemmát is felvet, mivel a bolygómérnökség potenciális hatásai nem fognak egyenlően és igazságosan eloszlani a globális szereplők és a világ térségei között. Mindazonáltal fontos, hogy ne egyfajta „sebtapaszként” kezeljük az éghajlat-manipulációt, az ugyanis nem helyettesíti a felmelegedés elleni globális összefogást, legfeljebb csak végső szükség esetén kiegészíti az annak keretében meghozandó intézkedéseket. A sok bizonytalan tényező mellett csak annyi bizonyos, hogy ez a téma még komoly nemzetközi vitákat fog szülni.