

IV. Évfolyam 1. szám - 2009. március

Hankó Márta

MH Logisztikai Ellátó Központ
marti1222@gmail.com

Földi László

Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi egyetem
foldi.laszlo@zmne.hu

A KLÍMAVÁLTOZÁS VÁRHATÓ NEMKÍVÁNATOS HATÁSAI ÉS A KRITIKUS SZEKTOROK

Absztrakt

A cikk a klímaváltozás lényegi folyamatát mutatja be nagy vonalakban. Felsorol néhány olyan alap irodalmi művet, melyek ismerete nélkül a kialakult helyzet komolysága csak nehezen lenne érthető.

Bemutat néhány a témával foglalkozó- szervezetet, majd különféle cikkeken keresztül elemzi az egyes szektorokban bekövetkező hazai és nemzetközi változásokat, és azok hatásait, miközben az emberi felelősségvállalás fontosságára hívja fel a figyelmet. Végül választ keres a jövőben ránk nehezedő feladatok megoldási lehetőségeire.

The article depicts the climate change roughly. Some vital reference works are mentioned whose knowledge is important to understand the serious situation.

Some organizations are shown which deal with the topic. After then the article analyzes the national and international changes going on in each factor and their effects meanwhile it calls the attention to the importance of human responsibility. Finally the article is searching the answer of the possibilities of solving the problems which will give us burden in the future.

Kulcsszavak: *klímaváltozás, kritikus szektorok, irodalmi ajánlók, NÉS, VAHAVA, IPCC ~ climate change, changes in the climate, critical factors, reference books, NÉS, VAHAVA, IPCC.*

Bevezető gondolatok a klímaváltozásról

„Ne makacskodj, forogj együtt a Földdel!”- szól egy vicces graffiti felirata egy omladozó tűzfalon. Ha jobban belegondolunk mai világunkba, az emberiség annyira beleszédült már ebbe a nagy forgásba, hogy elfelejti, micsoda ajándék is ez a bolygó.

A világban óriási változások, hihetetlen, olykor borzalmas események zajlanak. Természeti katasztrófák sújtotta övezetek képei villódnak a televíziók képernyőin, árvíztől elmosott, szélvihar által letarolt házak, éhezõ, nincstelen emberek, kétségbeesett, beletörõdõ tekintetek néznek vissza ránk.

Okok? Olykor csak egy szót vetnek oda: **klímaváltozás**. Konferenciák, tudományos szakmai körök, testületek munkálkodnak a probléma megoldásán, és igyekeznek minél szélesebb körû tájékoztatást nyújtani, és környezettudatosabb gondolkodást formálni. Ennek viszont csak akkor van értelme, ha az összefogás nem országok, földrészek között, hanem globális szinten történik.

De mit takar a „globális klímaváltozás” fogalom valójában? Hogy megértsük, induljunk ki a légkör fogalmából.

A légkör összetétele

Bolygónkat egy levegõburok veszi körül, mely a bolygó felszínétõl számított 560 km-es magasságig tart. Alkotói 78% nitrogén, 21% oxigén, és egyéb összetevõk, mint pl. argon, szén-dioxid, ózon.

A légkör összetétele nem volt mindig ugyanilyen. Óriási mennyiségû légköri oxigén megkötése történt meg tengeri mészvázak élõlények felhalmozódása, valamint szárazföldi növények fotoszintézise révén. Így jött létre a mai oxigénben dús légkör.

A naptól érkező nagymennyiségű, különböző hullámhosszú energia egy részét a Föld elnyeli. Ennek az energiának egy része melegíti a földfelszínt, hogy aztán majd, más frekvencián, infravörös hullámok formájában visszakerüljön az űrbe. A visszaverődő sugarak egy része a légkörben elnyelődik, így kialakul a bolygón egy olyan globális átlaghőmérséklet (a Föld esetében ez kb. +15°C), amely nélkül a Földön nem létezhetne a maihoz hasonló élet. Ez a természetes **üvegházhatás lényege**. Az ipari forradalom előtti értékekkel kalkulálva a természetes üvegházhatás a Föld felszínét 33°C-kal tartotta melegebben, mintha a légkörben ez a jelenség nem létezne [1].

A légkör összetétele az emberi tevékenység függvényében változik, hiszen az **ipari forradalom** (1769-1850) óta jelentősen több szennyező anyag kerül ki az atmoszférába.

Az **üvegházhatású gázok** (metán, szén-dioxid, dinitrogén-oxid... stb.) koncentrációjának kismértékű változása is új átlaghőmérsékletet eredményez a Földön.

A szén-dioxid

A szén-dioxid több mint négy milliárd éve van jelen a földi légkörben. Légköri nyomáson légnemű, gáz halmazállapotú vegyület. A *szén-dioxid* -78 C-on fagy meg, a szilárd halmazállapotának neve **szárjazég**. A szárjazéget a hűtőipar is felhasználja, de látványosságként is alkalmazzák, ahogy felmelegedve a folyékony halmazállapot kihagyásával gőzzé válik, azaz *szublimál*.

Szintelen, kis koncentrációban szagtalan, a levegőnél nagyobb sűrűségű. A tiszta szén-dioxid nem éghető, az égést nem táplálja, ezt használják ki a tűzoltó-palackokban való használatánál, valamint a pincékben a szén-dioxid kimutatására is. Reakciókban kevésbé vesz részt. Vízben kismértékben oldódik (0,145 g/100 ml), a vízzel gyenge **szénsavat** képez.

Koncentrációja a kezdetekben kb. 80%-os volt, ám a fotoszintézis folyamatai során a kifejlődő organizmusok a gáz jelentős részét eltávolították. Az organizmusok pusztulásakor az

általuk elvont szén-dioxidot a karbonát tartalmú ásványi anyagok, és a ma felhasználásra kerülő fosszilis energiahordozók zárták magukba.

A szén folyamatos körforgásban van, mely a talajt, a vizeket és a légkört egyaránt érinti. Az ipari forradalom előtt a szén-dioxid légköri koncentrációja éveken keresztül stabil volt, ám az emberi tevékenység mindent megváltoztatott. A fosszilis üzemanyagok égetése, az erdőirtások, a mészkősziklák irtása mind-mind az egyensúly felborulásához vezetett.

A szén-dioxid 2005-ös koncentrációja pl. 379 ppm volt az 1780-ban mért 280 ppm-hez képest, és ez az érték azóta is növekvő tendenciát mutat. (A CO₂ száz évig tartózkodik a légkörben, és a klímamódosító tényezők mintegy 53 %-ért felel. [1])

A metán

A **metán** egy telített szénhidrogén, az alkánok (paraffinok) homológ sorának első tagja. Összegképlete CH₄, szerkezete: a központi atom, a C atom körül a ligandumok,¹ a H atomok tetraéderesen helyezkednek el. A C-H kötőszög 109,5 fokos. A molekulában 4 szigma-kötés található.

Szintelen, szagtalan gáz. A metán apoláris² molekula, mivel a ligandumok azonosak és a központi atomon nincs nemkötő elektronpár. Molekularácsban kristályosodik, halmazában gyenge diszperziós kölcsönhatások lépnek fel. Vízen nem, apoláris oldószerekben jól oldódik, ezért víz alatt fel lehet fogni. Alacsony olvadási- forráspontú anyag a gyenge kötőerők miatt. Levegőnél kisebb sűrűségű, ezért felfelé száll, szájával lefelé fordított kémcsőben lehet felfogni. Levegővel robbanóelegyet alkot (sújtólég³).

A metán a földgáz fő alkotórésze, előfordul még kisebb mennyiségben a kőolajban is. Keletkezhet állati és növényi részek rothadásakor. A metanogén baktériumok tevékenységének eredményeképpen fejlődő mocsárgáz is jelentős metántartalmú gázelegy. Gyakran öngyulladó foszfor-hidrogén is van benne, így a keletkező metán is meggyullad: ez a lidércfény. Előfordul még a szénbányákban, a metán okozza a sújtólégrobbanást. Általában földgázból állítják elő.

Égése erősen exoterm reakció, (azaz a kémiai reakció során hő fejlődik) így fűtésre használják. Vízgőzzel való reakciójakor keletkezik a szintézisgáz (CO és H₂ bármilyen arányú elegye), melyből sok fontos szerves vegyületet pl.: metil-alkoholt vagy metanolt és formaldehidet⁴) állíthatnak elő, így elmondható, hogy fontos vegyipari alapanyag.

Fő civilizációs eredetű forrásai:

- a fosszilis tüzelőanyagok elégetése,
- a földgáz-kitermelés során történő szabad eltávozása,
- a kőolaj és termékeinek párolgása,
- szarvasmarhák bendőjében az emésztés,
- rizsföldek
- szerves hulladékok bomlása

¹ A kettőnél több atomból álló molekulákban rendszerint egy központi atom (centrális, akceptor) körül több azonos vagy többé-kevésbé hasonló elektronhéj-szerkezetű atom, atomcsoport vagy kisebb molekula, úgynevezett ligandum (perifériális, donor) helyezkedik el. A központi atomot körülvevő ligandumok száma a koordinációs szám. (Forrás: <http://hu.wikipedia.org/wiki/Ligandum>)

² Olyan molekula, amelynek nincs elektromos dipólusmomentuma, azaz nem dipólusmolekula (innen az apoláris elnevezés). Szigorúan csak azok a molekulák apolárisak, amelyek azonos atomokból épülnek fel (H₂, O₂, Cl₂). Különböző atomokból álló molekulák akkor lehetnek apolárisak, ha a molekulán belül a kötések polaritása olyan irányú és nagyságú, hogy egymás hatását lerontják, ill. megszüntetik (pl. CH₄, CO₂, CCl₄). (Forrás: http://www.kislexikon.hu/apolaris_molekula.html Letöltés ideje: 2008. 12. 05.)

³ Sújtólégnek azt a metán-levegő keveréket (elegyet) nevezik, melyben a metántartalom 4-15 térfogatszázalék, mert az robbanóképes. 4% alatt és 15% felett a metán ég. A sújtólég robbanóképesége 9,5% metántartalomnál a legerőteljesebb, az ilyen keverék berobbanása okozza a legnagyobb romboló hatást és ekkor legmagasabb a láng hőmérséklet (1875 °C). (Forrás: <http://hu.wikipedia.org/wiki/S%C3%BAjt%C3%B3l%C3%A9g> Letöltés ideje: 2008. 12. 05.)

⁴ Szintelen, szúrós szagú könnyezésre ingerlő gáz, fontos vegyipari alapanyag (Forrás: Bakos Ferenc, Idegen szavak és kifejezések kézisótára, Akadémia Kiadó, Budapest, 1994. p. 259.)

- biomassza-égetés.

Természetes forrásai:

- az óceánok
- a nedves-mocsaras ökoszisztémák stb.

Nitrogén-oxid

Nitrogén nélkül nincs élet. A nitrogén-oxid (N₂O) természetes úton szabadul fel az óceánokból és az esőerdőkből és a talajban levő baktériumok hatására. Az ember által befolyásolt források közé tartoznak a nitrogénalapú műtrágyák, a fosszilis fűtőanyagok égetése és az ipari vegyi anyagok előállítása nitrogén felhasználásával, például a szennyvízkezelés.

Az iparilag fejlett országokban a nitrogén-oxid felel az üvegházhatású gázok kibocsátásának kb. 6%-áért. A szén-dioxidhoz és a metánhoz hasonlóan a nitrogén-oxid üvegházhatású gáz, melynek molekulái elnyelik az úrbe kiszökni próbáló hőt. A nitrogén-oxid 310-szer hatékonyabb a hőelnyelésben, mint a szén-dioxid.

Az ipari forradalom kezdete óta a légköri nitrogén-oxid-koncentráció körülbelül 16%-kal nőtt, és 4–6%-kal járult hozzá az üvegházhatás fokozódásához. [2]

Ózon

Az ózon az oxigén és a nagy energiával rendelkező napsugarak interakciójaként jön létre. Az ózon azért bír kiemelt jelentőséggel, mivel ez az a gázréteg, mely megvédi a földi életet a nap káros ultraibolya sugaraitól. Legnagyobb koncentrációban a sztratoszférában fordul elő. Csak rövid ideig tartózkodik a légkörben, és koncentrációja is eltérő eredményeket mutat. Épp ezért nagyon nehéz pontosan megállapítani a felmelegedésben betöltött szerepét.

A légkör további összetevőivel pillanatnyilag nem foglalkozunk részletetekbe menően, mivel komoly problémákat elsősorban a két fő üvegházgáz koncentrációváltozása generál.

A fejezet elején feltett kérdésre a válasz tehát röviden összefoglalva a következő:

A globális klímaváltozás a föld átlaghőmérsékletének (napjainkban jellemzően pozitív irányú) változása, egy részben természetes, részben pedig emberi tevékenység eredményezte olyan folyamat, amely rendkívüli hatással van bolygónk teljes élővilágára.

A földi átlaghőmérséklet számos - a témában kutatásokat végző - testület szerint is növekvő tendenciát mutat. Legismertebb ilyen testület az IPCC-Intergovernmental Panel on Climate Change, de Magyarország is saját programmal rendelkezik, VAHAVA⁵ (változás-hatás-válaszadás) néven.

Nemrégiben megszületett a NÉS (Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia) is, mely komoly hézagot szüntetett meg a magyar környezetvédelmi palettán, erről a későbbiekben még részletesen lesz szó.

A klímaváltozás nem újszerű dolog, bolygónk történetében már korábban megfigyeltek egy „kis jégkorszak” nevű időszakot, mely az 1300-as évektől kb. 1850-ig tartott. A különbséget viszont az jelenti, hogy míg a jelenlegi állapotért természettudósaink az emberi

⁵ A Vahava-projekt A jelen kutatási projekt alapvető célja megkísérelni az eddigi eredményekből, és néhány részterületen elérhető új ismeretekből létrehozni ezek nagyrendszer szintézisét, amelyből megfelelő következtetések vonhatók le a további tudományos kutatások, a gazdaságpolitikai és társadalompolitikai döntések számára, rövid-, közép-, és hosszú távon, illetve regionális és országos vonatkozásban egyaránt.

A projekt tematikai terve széles területet ölel fel: meteorológia, mezőgazdaság, ezen belül növénynevelés, növénytermelés, kertészet, rét- és legelőgazdálkodás, növényvédelem, állattenyésztés, továbbá erdőszet, növényélettan és stressztűrő képesség, élelmiszertermelés és kereskedelem, természetvédelem és ökológia, földhasználat, vízgazdálkodás, turizmus, regionális fejlesztés, települések energiaellátása, közlekedés, környezet-egészségügy, katasztrófavédelem, klímavédelem, illetve gazdasági és jogi szabályozás minden felsorolt területen, kockázatelemzés, oktatás és képzés. (Forrás: <http://www.vahava.hu/programrol-celkituzesek.html> Letöltés ideje: 2008. 06. 09.)

tevékenységet okolják, addig a korábbi klímaváltozásokat és azok hatásait kizárólag a természet kontójára írják.

Földünk története a klímaváltozások története is egyben. Bolygónk története során több eljegesedés alakult ki és szűnt meg, melyek közül természetesen a pleisztocén éghajlatváltozásokat ismerjük legjobban. Tehát az éghajlatváltozás bolygónk természetes folyamata.

A korábbi időjárási viszonyok vizsgálatára számos lehetőségünk van. Vizsgálhatjuk a fák évgyűrűit, átlapozhatjuk a különféle történeti feljegyzéseket, jégmintákat vehetünk az Északi-sarkon, üledékes rétegelemzést végezhetünk, vagy akár tanulmányozhatjuk a korallak szerkezetét. Mindezek közül talán a legcélravezetőbbnek mondható a furatelemzés, mely során „*az elmúlt idők légköri összetételére a lehullott hópelyhek közé szorult légbuborékok analízisével következtethetünk, míg az oxigén izotópok koncentrációjának arányából rekonstruálhatók az elmúlt idők hőmérsékleti viszonyai.*” [3]

Könyvek, szerelmeink ezen a világon

Al Gore: Kellemetlen igazság [4] című könyve az egyik ilyen témájú alpművek közé tartozik. „*Mindenünk megvan a válság megoldásának elkezdéséhez, talán csak a cselekvési szándék hiányzik. De a tenni akarás maga is egy megújuló erőforrás* [4] - írja az USA egykori alelnöke a fent említett könyv belső borítóján. Gore sorait olvasva, elgondolkodhatunk a hozzánk szóló felhívás igazságtartalmán. A mű végigköveti a klímaváltozás mibenlétét, a megoldási lehetőségeket, a személyes tragédiákat, és az emberi tenni akarás csodáját. Ezt a könyvet mindenkinek el kellene olvasnia, aki egy kicsit is felelősséget érez a természeti környezet iránt, és még inkább minden olyan embernek is, aki nem.

Ha már az irodalomnál tartunk számos írást tudunk még ajánlani mindazoknak, akik most kezdenek foglalkozni a témával.

Feltétlenül meg kell említenünk **Rachel Carson: Néma tavasz című könyvét**, [5] mely megjelenésével fordulópontot jelentett az ember környezethez kapcsolódó viszonyában, és korszakalkotó módon világított rá a Föld és az emberiség szimbiózisának lényegére. Carson ökológusként, tengerbiológusként, és íróként egyaránt küzdött a növényvédőszeres esztelen használata ellen.

A DDT-vel kapcsolatban feltétlenül itt kell megemlítenünk Paul Hermann Müller (Olten, Svájc, 1899. jan. 12) nevét is, aki felfedezte, hogy a DDT a rovarok számára erős mérge. Ezért az eredményéért 1948-ban orvosi-élettani Nobel-díjjal tüntették ki. A DDT alkalmazását követően a kártékony rovarok terjesztette betegségek visszaszorítása jelentős mértékben javult. Később gyorsabban lebomló, az emberre nézve kevésbé káros hatású vegyületek hódítottak teret.

A *Néma tavasz* egy döbbenetes könyv az emberi felelőtlenségről, a DDT⁶ káros hatásairól, valamint a természet leigázásáról mely komoly figyelmet érdemel ma is. Sokan azt vallják, hogy a könyv megjelenésétől számítható a környezetvédelem létrejötte.

Bár a dolgozat címe a klímaváltozás, és ez a könyv talán nem kapcsolódik szorosan a témához, azonban ahogy azt már fentebb is szó volt, rávilágít a Föld és az emberiség szimbiózisára. Megmutatja, hogy ha az ember a természeti törvényekbe, folyamatokba beavatkozik, akkor annak hossz távú és súlyos következményei lesznek, így ugyanez igaz az ember és a klímaváltozás viszonyára is.

A nemrégiben megjelent **Bölcsőtől bölcsőig** [6] című újfajta építészeti szempontból történő környezetóvó megközelítés. A klímaváltozásra válaszul az ember megpróbál változtatni szokásain. Kevesebb fosszilis tüzelőanyagot használ, újrahasznosít, megújuló

⁶ DDT: A vegyületet a második világháborúban és az azt követő időszakban a tífuszt, pestist, maláriát és sárgalázst terjesztő tetvek, bolhák és szúnyogok ellen használták. Növényvédelmi célú használata is elterjedt, többek között az Európában éppen hódító kolorádóbogár ellen vetették be. (Forrás:

<http://www.geographic.hu/nyomtathato.php?act=napi&id=7608&PHPSESSID=1093>. Letöltés ideje: 2008. 06.09.)

energiák minél kifizetődőbb alkalmazásán gondolkodik. Az amerikai-német szerzőpáros is ezt teszi. Ők, még a könyv alapanyagát is úgy választotta meg, hogy az nem fából, hanem szintetikus papírból készült, így ha kíváncsiságból megpróbáljuk elszakítani a lapokat, akkor az a meglepő helyzet áll elő, hogy nem fog sikerülni a manőver. (*Mi is megpróbáltuk- a szerzők megjegyzése*).

A könyv valóban vízálló és tartós, valamint tapintásra is nagyon érdekes, a papírhoz szokott kezeknek. A témát pedig az ipari hulladékok keletkezésének, újrahasznosításának kérdésköre adja. A két építész újfajta megoldásokat közöl, előtérbe helyezik az ökohatásosság kérdését, valamint azt hangsúlyozzák, hogy a tárgyaknak úgy kell létezniük, hogy rendeltetésük megszűnése után is táplálják, és ne pedig szennyezzék környezetüket, ezzel is segítve a klímabarátabb, felelősebb generációk gondolkodásának formálását.

Jared Diamond: Összeomlás (Tanulságok a társadalmak továbbéléséhez) [7] című könyve a letűnt civilizációk hanyatlásának utolsó napjait elemzi. A könyv azért különösen érdekes, mert újfajta gondolatokat ébreszt a civilizációk sérülékenységét illetően.

Diamond alapos módon elemzi, mekkora jelentőséggel bír az emberi civilizáció beavatkozása a természeti környezet és annak folyamatai tekintetében. A teljesség igénye nélkül említünk néhány példát; analizálja pl. a Húsvét-szigetek elnéptelenedési folyamatát, a maja kultúra kihalását vagy az óceániai civilizációk eltűnését. A régmúlt idők után sorra veszi napjaink problematikus országait, a már-már letűnő Haitit, a népiirtást Ruandában vagy a túlnépesedő területek problémáját.

Tudományos alapossággal mutatja be a környezetrombolás folyamatait alkategóriákra bontva, melyben megemlíti az ember által kiváltott klímaváltozást is.

Talán eddig bele sem gondoltunk, hogy a régi korok kultúráinak kihalását akár maga az emberi faj is okozhatta. Talán azon sem elméledtünk még el, hogy hová vezet bennünket mai felfokozott, anyagias, túlhajtott világszemléletünk? És talán még nem vagyunk képesek globális nagyságban gondolkodni bolygónk jövőjéről sem, s még nem látjuk, hogy olyan folyamatokat indítunk el felelőtlen életvitelünkkel, melyek talán már visszafordíthatatlanok. Diamond könyve talán ráébreszt bennünket erre.

A klímaváltozást vizsgálva el kell gondolkodnunk a túlélés és a természethez való alkalmazkodás kérdésén. Ha észre vesszük, hogy mi ugyanazt tesszük, mint a lapokon idézett régi kultúrák emberei, vagyis pusztítjuk a társadalmunkat, akkor máris felfedezhetjük a párhuzamot a régi korok és a mai civilizációk viselkedése között.

A **James Lovelock**⁷, nevével fémjelzett **Gaia-elméletéről**⁸ tudnunk kell, hogy nevét az író William Goldingtól kapta, aki eredetileg fizikus volt, így pontosan átlátta a tudomány világát, s olyan nagyszabásúnak ítélte magát az elméletet, hogy csak a görög földistennőhöz tudta hasonlítani azt.

Lovelock-ot eredetileg a NASA kérte fel arra, hogy segítsen a marsi élet kutatásával kapcsolatos problémák megoldásában. A professzor meg is kezdte kutatásait a Jet Propulsion Laboratóriumban, ahol hamar rájött, hogy ha egy bolygón létezik is élet, akkor annak a bolygónak a kémiai légköre kibillen az egyensúlyi állapotból, mivel a bolygó élőlényei nyersanyagforrásként hasznosítják a légkör anyagait.

Ekkor kezdett el gondolkodni a földi légkör stabil állapota felől. Felötlött benne, hogy bár bolygónk légköre nagyon távol áll az egyensúlyi állapottól, mégis stabilnak mondható. Ez viszont megfogalmazása szerint számára azt jelentette, hogy mindezt a földfelszín szabályozhatja valamiképpen.

Lovelock közzé is tette elképzeléseit 1979-ben *Gaia: a New Look at Life on Earth* címmel, melyet hazánkban a Göncöl kiadó jelentetett meg, *A földi élet egy új nézőpontból* címmel 1990-ben.

⁷ (*1919) angol biológus, a Gaia-elmélet megalkotója. A Readingi Egyetem vendégtanára. A Cornwall-félszigeten (Dél-Anglia) él. (<http://www.c3.hu/~tillmann/konyvek/ezredvegi/lovelock.html> Letöltés ideje: 2008. 05. 27.)

⁸ Lovelock szerint „...nemcsak a légkör kémiai összetétele szabályozott, hanem feltehetőleg az éghajlat is...”(forrás: <http://home.tvnet.hu/~studio/ezred1.htm> Letöltés ideje: 2008. 05. 27.)

Lovelock elmélete meglepő, de koránt sem hihetetlen. A fent elmondottak alapján is elfogadható és logikus érvekkel magyarázza meg a különféle természeti jelenségek okait, és, aki egy parányi késztetést is érez arra, hogy egy újfajta szemüvegen keresztül vizsgálja a világot, annak feltétlenül meg kell ismerkednie a tudós nézőpontjával.

Ha már alapvető dolgoknál tartunk a **Milankovich - elmélet** fogalmát is be kell vezetnünk klímaváltozási szótárunkba. (Egyes szakirodalmak Milankovich-Bacsák féle elméletnek is nevezik az említett tézist, mivel a magyar **Dr. Bacsák György** is behatóan foglalkozott e témával.

Dr. Bacsák György 1870-ben született Pozsonyban. Őt vallják az utolsó magyar polihisztorok egyikének: jogtanácsosként, festőművészként, csillagászként, geológusként, régészként, vagy a földtudományok akadémiai doktoraként is kiemelkedően állta meg a helyét. Kutatásai szerint a Föld Nap körüli keringésének pályaelemei periodikus változásokat mutatnak, melyek összefüggésbe hozhatók az éghajlatváltozásokkal.

Legnagyobb hatású tudományos eredményeit a jégkorszakok vizsgálatában érte el. Kiterjedt ismeretei tették lehetővé, hogy elmélyedjen ebben a témakörben. Megalkotta a nemzetközi tudományos szakirodalomban alapmunkaként máig használt elméletét a pleisztocén kori jégkorszakokról. A tudományos teória Milankovich-Bacsák elmélet néven vonult be a köztudatba.

Dr. Bacsák György volt az, aki továbbfejlesztette és teljessé tette Milankovich horvát csillagász számításait. Bacsák a pleisztocén korszak éghajlat változásait csillagászati okokra vezette vissza. Ezekre az eredményekre kitartó, bonyolult matematikai, csillagászati számításokon keresztül jutott el. 1970-ben hunyt el Fonyódon. [8]

A Milankovich-Bacsák elmélet a pálya és forgástengely változások és a Földre jutó napsugárzás közötti kapcsolatot írja le. Az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet honlapján az alábbi megfogalmazás olvasható e témában:

„A Milankovich-elmélet három dologgal magyarázza a periodikusan kialakuló jégkorszakokat:

- a Föld pályája,
- a tengelydőlés változása (jelenleg 23.5°)
- valamint a tengely imbolygása (precessziójával)

„Alacsony tengelydőlés esetén, a sarkvidékeken kevesebb a napsugárzás, aminek következtében felgyorsul a jég növekedése. A nagyobb jégfelszín viszont jobban visszaveri a beeső napsugarakat.” [9]

Nos, ha minimum a fenti alapokkal megismerkedtünk, akkor készen állunk arra, hogy összességében vizsgáljuk a világban zajló folyamatokat, a gazdasági, társadalmi hatásokat és próbáljunk összefüggéseket felfedezni, majd leginkább valamit tenni a negatív irányba továbbgyűrűző tendenciák ellen.

Fontos a várható nemkívánatos hatások feltérképezése itthon is a nagyvilág eseményeinek figyelembevételével, valamint a kritikus szektorok vizsgálata és a különféle megoldási lehetőségek feltérképezése, ezért a dolgozatban a továbbiakban ezt a területet járjuk körbe.

Szervezetek, stratégiák

A klímaváltozás létezését ma már egyre kevesebben tagadják, bár az emberek mindig táborra és ellentáborra szakadnak lett légyen szó bármiről is. Úgy véljük azonban, hogy mindkét tábor elismeri, hogy bármi álljon is a dolgok hátterében, az egyre fokozódó időjárási jelenségek, a kiszámíthatatlan és heves viharok, az egyre nagyobb erővel tomboló és pusztító hurrikánok egyáltalán nem mondhatók barátságos tünetegyüttesnek. A Föld beteg, és legyen az ok ember vagy természet, így vagy úgy de megoldást kell találnunk a gyógyítására.

Magyarországon a VAHAVA program foglalkozik aktívan a klímaváltozás okozta tünetekkel és a különféle megoldási lehetőségekkel.

Miért fontos egy nemzet számára, hogy legyen egy ilyen szervezete? Ha belegondolunk, hogy hazánk, sajátos fekvéséből adódóan micsoda nehézségekkel kell, hogy megküzdjön - gondolok itt az Alföldet sújtó szárazságra, vagy akár a medrűkből tavasszal, nyáron ki-kilépő folyókra - akkor beláthatjuk, hogy az egyébként is nehéz helyzetben az időjárási viszonyok további változása jelentős mértékben rontana. A meteorológusoknak rendszeres munkát és feladványt jelent a természet a maga szeszélyes fejtörőivel. (Ugyan ki jósolhatta volna meg a Cathrina hurrikán erejét, vagy a Srí Lankát elöntő cunami tomboló haragját?)

A VAHAVA projektben tevékenykedők munkája nagyon is fontos és minél többen csatlakoznak törekvéseikhez, annál komolyabb eredmények várhatók.

A mezőgazdaság évek óta küzd a vízhiánnyal. A természet fintora, hogy míg nyaranta aszály söpör végig az országon, addig a hirtelen jövő zöldár egész házakat sodor magával, nincstelenné téve ezzel emberek százait.

A *Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiát (NÉS)* a kormány a 2008. február 13-i ülésén fogadta el. A 2008-2025-re szóló dokumentum legfontosabb elemei közé tartozik a nemzetközi kötelezettségek teljesítése, az éghajlatváltozást okozó hatások elleni küzdelem, a kibocsátás-csökkentés és az alkalmazkodás a klímaváltozáshoz. A NÉS épít a VAHAVA munkájára, és figyelembe veszi az általuk elért eredmények adatait is. A hőmérséklet fél Celsius fokos emelkedését emberi eredetűnek feltételezik, és ennek függvényében keresnek megoldást a jövőre nézve.

„*Hazánkban az átlaghőmérséklet emelkedése mellett a következő évtizedekre az éves csapadék átlagos mennyiségének csökkenése és csapadékeloszlás átrendeződése (több csapadék télen, kevesebb nyáron) várható, továbbá a szélsőséges időjárási események gyakoriságának és intenzitásának növekedése. A csapadék utánpótlás, a felszíni és felszín alatti vizek helyzete (minőség, mennyiség) lesz a legkritikusabb kérdés. Globális szinten a változások hatására régióként nagyon eltérő mértékű gazdasági visszaesés, és az egyre kevésbé élhető területekről való elvándorlás jelentős megnövekedése várható.*” [10]

A fentiek vonatkozásában eredmények csakis akkor érhetők el, ha minden egyes ágazat összefog, és egy környezettudatos, felelős világot épít. Nyilván nem mondhatjuk azt, hogy a klímaváltozás csak és kizárólag negatív következményeket képes generálni, hiszen ugyanúgy hozhat magával jó dolgokat is, mint ahogy sajnos rosszakat is előrevetít. Legyen szó akár turizmusról vagy állat - és növényfajok átalakulásairól, a rossz mellett nem szabad elfelednünk az esetleges előnyöket sem.

Persze ne legyünk szüklátókörűek, ismerkedjünk meg a világban zajló eseményekkel is. A média hangos a bolygónkon zajló politikai, gazdasági, természeti jelenségektől, és legyünk bár szkeptikus laikusok, avagy tudományos beállítottságú lelkes amatőrök, netán kutatók, véleményünket, ismereteinket folyamatosan formálunk, bővítenünk kell.

A korábban már említett **IPCC** nevét minden klímakutató jól ismeri. Az ***Intergovernmental Panel on Climate Change*** nevű ENSZ szervezet a földi klíma kutatásával foglalkozik. Eredményeiket meghatározott időközönként jelentés formájában teszik közzé.

2007. február másodikán jelent meg negyedik értékelő jelentésük, mely nem tartalmaz rendkívüli újdonságot a globális klímaváltozással kapcsolatban, jelentősége leginkább abban rejlik, hogy megerősíti azt a már korábban is hangoztatott tudományos ténytet, hogy a Föld átlaghőmérséklete nő, és ennek fő okozója az ipari forradalom, de leginkább az elmúlt fél évszázad óta zajló emberi tevékenység.

Az éghajlati anomáliákkal kapcsolatban nem csak különféle szervezetek munkáira, eredményeire hagyatkozhatunk, hanem mi magunk is gyűjthetünk adatokat, összevethetjük őket, következtethetünk különféle lényegi összefüggésekre.

A fentiek tükrében elmondható, hogy ezt meg is kell tennünk. Nem engedhetjük meg azt a luxust magunknak, hogy struccpolitikát alkalmazva elsétálunk az életünk és a világ dolgai mellett, vagy első hallásra elhiszünk mindent, amit a média sugároz felénk.

Nemkívánatos hatásmechanizmusok, kritikus szektorok

Ha a klímaváltozás és a kritikus szektorok összefüggéseit kívánjuk vizsgálni, akkor azt is meg kell tudnunk határozni mit értünk kritikus szektor alatt. A **2080/2008. (VI. 30.) Korm. határozata Kritikus Infrastruktúra Védelem Nemzeti Programjáról** az alábbiak szerint határozza meg a kritikus infrastruktúrát:

Kritikus infrastruktúrák alatt olyan, egymással összekapcsolódó, interaktív és egymástól kölcsönös függésben lévő infrastruktúra elemek, létesítmények, szolgáltatások, rendszerek és folyamatok hálózatát értjük, amelyek az ország (lakosság, gazdaság és kormányzat) működése szempontjából létfontosságúak és érdemi szerepük van egy társadalmilag elvárt minimális szintű jogbiztonság, közbiztonság, nemzetbiztonság, gazdasági működőképesség, közegészségügyi és környezeti állapot fenntartásában.

Kritikus infrastruktúrának minősülnek azon hálózatok, erőforrások, szolgáltatások, termékek, fizikai vagy információtechnológiai rendszerek, berendezések, eszközök és azok alkotó részei, melyek működésének meghibásodása, megzavarása, kiesése vagy megsemmisítése, közvetlenül vagy közvetetten, átmenetileg vagy hosszútávon súlyos hatást gyakorolhat az állampolgárok gazdasági, szociális jólétére, a közegészségre, közbiztonságra, a nemzetbiztonságra, a nemzetgazdaság és a kormányzat működésére. [11]

Nyilvánvaló, hogy a fentiek alapján **a kritikus szektorok alatt azon területeket, hatásköröket, vagy a nemzetgazdaság azon fő ágait értjük, amelyeket a kritikus infrastruktúra valamilyen formában érint, használ, vagy alkalmaz. (pl. elektromos energia ellátás, a vízellátás és szennyvízkezelés, a közlekedés, a távközlés, a pénzügyi szféra, a közbiztonság, valamint a nemzeti katasztrófa-elhárítás)**

Ha a tudományos mélységek boncolgatása nélkül pusztán kíváncsiságból lapozzuk a sajtót, akkor számos cikk, interjú, riport foglalkozik a világot sújtó természeti és civilizációs problémákkal, melyek közvetve, vagy közvetlenül is képesek hatni az említett szektorokra.

S hogy hogyan kapcsolódnak a nagyvilág hírei cikkünkhöz? Egészen egyszerűen úgy, hogy a víz említésével máris eljutunk az egyik nagyon is kritikusnak mondható szektorhoz, ez pedig a vízgazdálkodás. A jó minőségű ivóvíz ellátás ugyanis sok helyen okoz gondot a gazdaság számára, ami további problémákat vet fel.

Kaphattunk hírt nemrégiben barcelonai szárazságról, ciprusi vízhiányról, szökőárról Sri Lankán, magyarországi aszályriadóról, vagy akár zöldről.

Az ENSZ már 1994-ben a víz világnapjává kiáltotta ki **március 22-ét**. Ezzel próbálta felhívni a figyelmet természeti kincsünk fontosságára. Ha sok van belőle az is baj, ha kevés az még nagyobb. A víz hiánya később áruhiányt, és így árnövekedést is képes generálni.

Az éghajlatváltozás, a vízhiány a mezőgazdaságra is hatást gyakorol. A földek kiszáradnak, mert az állandósuló vízhiányhoz a flóra és fauna nem bír hirtelen alkalmazkodni. A termények elsorvadnak, az árak a csillagos egekbe szöknek.

Kairóban például éppen emiatt a tavalyi év tavasza a kenyérhiányról szólt. Lázongások, utcai harcok bontakoztak ki. A pékek szenttelenül magasra emelték az árakat, miközben emberek százai éheztek. Mi pedig tegyük a szívünkre a kezünket és valljuk be, hogy dobtunk már kenyeret a szemébe legalább egyszer életünk során....

Képzelnék csak el, ha egyetlen ilyen esemény ekkora hatással van a gazdaságra, akkor mi történik majd, ha tartósan alakulnak ki kritikus állapotok? Hogyan tudunk majd alkalmazkodni hozzájuk? Léteznek erre megfelelő válságforgatókönyvek? Egyáltalán fel lehet készülni minden egyes csapásra, vagy csak követő magatartásformát alkalmazhatunk?

Az illegális szemétkerakók, a légszennyezettségi adatok, a toxikus anyagok környezetbe jutása mind-mind a víz, a talaj és a levegő szennyezését hozza magával. Fentebb említettük, a nagy globális összefüggéseket, levegő a talaj és víz között. Ha tönkretesszük mindegyiket, akkor beavatkozunk a természet rendjébe, amely szélsőséges módon, de válaszolni fog a

túlzott emberi tevékenységre. Ha viszont természeti katasztrófa következik be, akkor erőforrásokat kell átcsoportosítani más területekről. A hirtelen bekövetkezett csapásra nehéz reagálni. Prevencióra mindenképpen szükség van, de ha csak a Cathrina hurrikán betörése utáni állapotokra gondolunk, akkor láthatjuk, hogy megbénult a közlekedés, egekbe szökött a bűnözés, betegségek ütötték fel a fejüket, az emberek éheztek és otthontalanná váltak. Az energiaellátás akadozott, a távközlés, a bankrendszer nem működött, a szennyvíz összekeveredett az ivóvízzel, egyszóval kaotikussá vált minden. Az összes szektor csődöt jelentett. A károk felszámolása pedig hosszú időt vett (és vesz) igénybe.

Elmondható, hogy az ember okozta civilizációs ártalmak visszahatnak ránk, károkat, káoszt okozva, aminek a gazdasági szektorok is áldozatul esnek. Egyik folyamat generálja a másikat, tehát ha a klímaváltozást az ember (is) okozza, akkor a kialakult időjárási szélsőségek okozta hirtelen jött katasztrófákra és azok továbbgyűrűző következményeire is fel kell készülnünk.

A Földet kímélni, óvni kell. A fosszilis tüzelőanyagok égetése helyett a megújuló energiákra kellene mind nagyobb hangsúlyt fektetnünk.

A szél, a víz a nap, mind rendelkezésre álló forrás, melyeket még nem aknáztunk ki teljes mértékben. Ami valóban nagyszerű ezekben a dolgokban, hogy okosan használva nem szennyezik a környezetet, nem úgy, mint a hagyományos energiaforrások, ráadásul természetes formában rendelkezésünkre is állnak.

A napelemek, a szélmalomok még számos kiaknázatlan lehetőséget rejtenek magukban. A szél és a nap ugyanis kímélik a környezetet, nem terhelik fölös kibocsátással, nem szennyezik a levegőt, a vizet, és elterjedésük a divaton túl ma már észszerű és gazdasági okokból válik indokolttá. A **biomassza**⁹, a **hidrogén**¹⁰, a **geotermikus energia**¹¹, egyaránt környezetbarát megoldásként használható a jövő emberének energiaéhségének csillapítására.

A megújuló energiák használata által csökkenthető lenne a káros anyag kibocsátás, ami egy tisztább légkört eredményezne. Ez pozitív hatást indukálna, hiszen épp a cikk elején taglaltuk, hogy a légkörbe kerülő nagy mennyiségű szén-dioxid, milyen hatással van a globális klímaváltozásra. (Ne feledjük, hogy a szén-dioxid 2005-ös koncentrációja 379 ppm volt az 1780-ban mért 280 ppm-hez képest, és ez az érték azóta is növekvő tendenciát mutat.)

A mezőgazdaság, az ipar, a közlekedés, a nemzetgazdaság mind érintett a környezeti problémák egyre súlyosbodó mivolta miatt. Bátran kijelenthetjük, hogy mivel a különféle szektorok egymással szoros, elválaszthatatlan kapcsolatban állnak, ezért ha válság üti fel fejét az egyik területen, akkor az továbbgyűrűzik a többire is valamilyen formában.

Ha pl. a fosszilis energiahordozók használata túlzott mértékben szennyezi a légkört, ami viszont klímaváltozási problémákat vet fel, akkor új megoldások kutatása válik szükségessé. Ha a légkör összetételének változása természeti katasztrófákat, szélsőséges időjárási viszonyokat teremt, és ezek nyomán sérül például az infrastruktúra, elmondható, hogy az antropogén eredetű klímaváltozás nagy hatással van azon szektorokra, amelyek az ország (lakosság, gazdaság és kormányzat) működése szempontjából létfontosságúak. Így, e területek kritikussá válnak, és azonnali beavatkozást igényelnek. Legyen szó gazdaságról, politikáról, meteorológiáról, vagy közlekedésről a klímaváltozás egyetlen szektort sem hagy érintetlenül.

⁹ A biomassza a nap energiáját a fotoszintézis során kémiai formában köti meg, amiből égetéssel energia nyerhető. (Forrás: Vayon László: *A globális felmelegedés és hatásai*. Budapest, 2005. ZMNE, KSZ 956. p.72.)

¹⁰ A hidrogén vízbontással állítható elő. (Forrás: Vayon László: *A globális felmelegedés és hatásai*. Budapest, 2005. ZMNE, KSZ 956. p.72.)

¹¹ Mélyrétegek hőenergiája, rétegenergia. A felszínről sugárirányban a Föld középpontja felé haladva 1 km-enként átlag 30°C-szal emelkedik a hőmérséklet, de bizonyos területeken ennél nagyobb a hőmérsékletemelkedés, így Magyarországon is 50-60°C és 2 km mélységben már eléri a 100°C-t. Ez a kőzetek hőtartalmából adódó geotermikus energia. (Forrás: <http://www.omgk.hu/MGUT1/geoterm1.html>. Letöltés ideje: 2008. 06. 09.)

Összefoglalás

Arra a kérdésre kerestük a választ, hogy a klímaváltozás milyen nem kívánt hatásokat okozhat a kritikus szektorok számára. Elemeztük a légkör összetételét, kiemelt figyelmet fordítva az üvegházhatású gázok tulajdonságaira, megemlítettünk néhány- a klímaváltozás témájában íródott- szakirodalmi művet, és rávilágítottunk a klímaváltozással foglalkozó, a területen jelentős eredményeket elérő tudós munkásságára is.

Vizsgáltuk a klímaváltozás fogalmát, és elemeztük a kritikus szektor jelentését. Végül párhuzamot vontunk a természetben zajló folyamatok és az emberi tevékenység eredményezte következmények között.

A fentieket összefoglalva elmondható, hogy a világban zajló folyamatok egymással szorosan, komplexen összefüggenek. Az emberi tevékenység okozta légköri változások globális felmelegedés formájában visszahatnak ránk, emberekre. Természetesen a növény - és állatvilág is kénytelen alkalmazkodni, hisz az élőhely változások miatt, egyes fajok költözni kényszerülnek, így viszont egyes helyeken megnő a betolakodó fajok száma is, és az őshonosak háttérbe szorulnak. A veszélyeztetett fajok egyedszáma csökken. (E szakterület részletes elemzésére itt és most nem kerül sor a téma kötöttsége miatt.)

Az időjárási szélsőségek az ipari termelésben, a mezőgazdaságban, az energetikában, a közlekedésben, és még számos területen vetnek fel új problémákat. Mivel e területek egymással szorosan összefonódó ágazatok, ezért az új viszonyokhoz való alkalmazkodás lavinaszerű folyamatokat indít el. A nemzetgazdaság területei kritikussá válnak, beavatkozást igényelnek. Túlnépesedéssel kell megküzdenünk Indiában és Kínában, ami felveti az elegendő mennyiségű tiszta ivóvízkészletek problematikáját. A nagyvárosok ontják magukból a széndioxidot, ami a légkör összetételének változásához vezet. Egyes kutatások szerint nő az asztmás megbetegedések száma, amit szintén a változó klíma kontójára írnak. A fagyott permafroszt megolvad. Képzeljük el, milyen hatással lesz ez ott, ahol eddig házak álltak a stabilnak hitt talajon? A növekvő átlaghőmérséklet táptalaja lesz az erdő -és bozóttüzeknek, pedig erdőkre talán nagyobb szükségünk van, mint valaha.

Az árvizek, a sivatagosodás, a jég által okozott tengerszint emelkedés, a havazás, vagy a szárazság mind-mind újabb pusztítást okoznak, melyet olyan területek is megsínylenek, amelyekre eddig talán nem is gondoltunk. A klímaváltozás nem várt hatásokat eredményez, amelyre nemzetközi szinten kell válaszolnunk.

A cikk lezárva: 2009. március 26-án.

Felhasznált irodalom

- [1] Carolyn Fry: Klímaváltozás, Budapest, 2008, Totem Plusz kiadó, 38 p.
- [2]http://www.hm.gov.hu/hirek/kiadvanyok/uj_honvedsesegi_szemle/szakmai_allaspontok_a_globalis Letöltés ideje: 2008. 12. 05.
- [3] Orgován Csaba: Globális felmelegedés hatásai Magyarországon. Budapest, ZMNE, 2005. KSZ: 1489. 23. p.
- [4] Al Gore: Kellemetlen igazság. Budapest, 2006, Göncöl kiadó, 326 p.
- [5] Rachel Carson: Néma tavasz. Páty, 2007, Katalizátor kiadó, 267 p.
- [6] William McDonough - Michael Braungart: Bölcsőtől- bölcsőig. Budapest, 2007, HVG Kiadó Zrt, 224 p.
- [7] Jared Diamond: Összeomlás. Budapest, 2007, Typotex Kiadó, 577 p.
- [8] (<http://www.bgyszi.sulinet.hu/web/isk%20tortenet/isk%20tort.html>) Letöltés ideje: 2009. 03.25.
- [9] (Forrás: http://www.ggki.hu/~szarka/2005_FK.pdf Letöltés ideje: 2008. 05. 28.)
- [10] Környezetvédelmi- és Vízügyi Minisztérium: Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia 2008-2025.(1. pont)., 4. p.
- [11][http://www.otm.gov.hu/web/jog_terv.nsf/0/19659F03FD726909C12574C20034751C/\\$FILE/2080_2008_Korm-hat.pdf](http://www.otm.gov.hu/web/jog_terv.nsf/0/19659F03FD726909C12574C20034751C/$FILE/2080_2008_Korm-hat.pdf) (Letöltés ideje: 2009. 03. 25.)