

A klímaváltozásról általában: tények és kiindulópontok**A fejezet tartalma**

- I. Bevezetés, alapfogalmak
 - II. Alapvető tények és összefüggések: A klímaváltozás a túlnépesedés következménye
 - III. Az éghajlatot csak a természetes és ép bioszféra képes szabályozni.
 - IV. Globális klíma vizsgálata és klímaváltozási forgatókönyvek (részletes tanulmány külön mellékletben)
 - V. Nemzetközi megállapodások (részletes tanulmány külön mellékletben)
 - VI. Európai Unió klímavédelmi célkitűzései (részletes tanulmány külön mellékletben)
 - VII. Nemzetközi szervezetek, intézmények (részletes tanulmány külön mellékletben)
 - VIII. Az eddigi erőfeszítések hatásai a világon és hazánkban (részletes tanulmány külön mellékletben)
 - IX. Legfontosabb tájékoztató források a nagyközönség számára (könyvek, honlapok, filmek, publikációk), (részletes bibliográfia külön tanulmányban, mellékletként)
-

(Ez a tananyagrészt Hufnagel Levente és Homoródi Réka (2014): Alkalmazott klímaökológia, című egyetemi jegyzet kézirat-szövegének (BCE-SZIE) átvételével készült, tartalmazza továbbá a Hufnagel Levente és Sipkay Csaba szerkesztésében 2012-ben megjelent Klímaváltozás hatása ökológiai folyamatokra című könyv, valamint Harnos Zsolt, Gaál Márta és Hufnagel Levente szerkesztésében 2008-ban megjelent Klímaváltozásról mindenkinek című könyv egyes elemeit, a szerzők engedélyével.)

I. Bevezetés, alapfogalmak

A klímaváltozás – szoros összefüggésben a túlnépesedéssel, globális fajkihalási és biodiverzitási válsággal, valamint a szociális válságokkal – az emberiség legnagyobb kihívása eddigi történelmünk során. Ezen tényezők bonyolult ok-okozati kapcsolatban állnak egymással. A túlnépesedés okozója a klímaváltozásnak, biodiverzitási válságnak, és részben a szociális válságjelenségeknek is. Ugyanakkor a biodiverzitás csökkenésével csökken a bioszféra működési hatékonysága, ellenállóképessége, rugalmassága, klímaszabályozó képessége és növekszik sérülékenysége, ami viszont visszahatva tovább rontja a klímaváltozás számunkra negatív hatásait. A globális biodiverzitás és a természetes életközösségek térbeli kiterjedésének csökkenése tehát oka és okozata is a klímaváltozásnak. A szociális válságok, nagy tömegű népesség szegénysége nem csupán következménye a klímaváltozásnak és a túlnépesedésnek, valamint áttételesen a biodiverzitás válságának, hanem oka is, hiszen már bizonyított, hogy a magasabb életszínvonalon élő népesség szaporodási rátája alacsonyabb. A megfelelő és stabil globális éghajlati rendszer a bioszféra és annak részeként az emberi társadalom, sőt egyáltalán az Élet legalapvetőbb létfeltétele, és minden más létfeltételünk is a klímától függ, a klíma viszont alapvetően a bioszféra állapotának függvénye. A jelenben zajló klímaváltozás tényét és döntően antropogén eredetét kutatási eredmények, megfigyelések tömkelege támasztja alá. E két dolog tekintetében a tudományos világban soha nem látott mértékű konszenzus van. A klíma változását természetes úton befolyásoló csillagászati folyamatok alapján egy melegebb interglaciálist követő lassú lehülési szakaszban lennénk (az utolsó 8000 év tendenciája alapján).

A jelenség mögött az emberiség túlnépesedéséből fakadó okok, a fosszilis energiahordozók ipari forradalom óta tartó kitermelése és elégetése, az erdők és természetes vizes élőhelyek rohamos kiirtása, az ipari, közlekedési és katonai környezetszennyezés, a fenntarthatatlan mezőgazdasági gyakorlat, és a rohamosan előretörő urbanizáció, valamint a világtársadalom gazdagabb részének pazarló életmódja áll. Az emberi tevékenység a földi bioszféra egészséges működésének és szabályozó kapacitásának megbontásával, az őserdők kiirtásával, a lápok és mocsarak lecsapolásával, az erdőborítottság csökkentésével okozza a legnagyobb károkat és veszélyeket.

Az **üvegházhatás** az a jelenség, amikor egy bolygó légköre a csillagából származó sugárzást hatékonyabban engedi át (átlátszóbb rá nézve), mint amilyen mértékben a saját hőmérsékleti sugárzását visszafelé átengedi az űrbe. Ez a jelenség a bolygó hőháztartása szempontjából fontos, hiszen így hőtöbblet keletkezik, ami a bolygó melegedéséhez vezet.

Egy bioszféra nélküli bolygó légköre jellemzően magas százalékban szén-dioxidból áll. A Vénusz légkörének 96,5%-át, a Mars légkörének 95,3%-át, míg a Föld légkörének mindössze 0,039% -át teszi ki a szén-dioxid. A széndioxid egyértelműen a legfontosabb üvegházhatású gáz, hiszen a bioszféra ezen gáz légköri koncentrációjának alacsony tartásával tartja Földünket már huzamosabb ideje életre alkalmas hőmérsékleti tartományban. Ha a bioszféra klímaszabályozó tevékenysége, mint ökoszisztéma szolgáltatás elveszne, akkor a légköri-széndioxid szint visszatérne 95% körüli egyensúlyi értékére és a Föld ezzel alkalmatlanná válna az Élet hordozására.

Egyéb üvegházhatású gázok (röviden üvegházgázok) is léteznek, de azok jelentősége messze elmarad a szén-dioxid mögött. Nem csupán az előbb ismertetett elvi okokból, de számszerű hatásuk folytán is.

Ennek megértéséhez tekintsük át az alábbi táblázat adatait:

Gáz	Légköri életidő [év]	Fajlagos relatív üvegházhatás (GWP-500éves)	Légköri koncentráció	Klímaváltozáshoz való hozzájárulás RF [W/m ²]	Részesedés az Emberi eredetű kibocsátásban [%]
Szén-dioxid	30-300	1	395ppm	1,88	77% (57% fosszilis, 17% erdőirtás, 3% egyéb)
Metán	12	7,6	1800ppb	0,49	Összesen: 1%
Dinitrogén-oxid	115	153	55ppb	0,17	
Ózon	Órák-napok	n.a.	337ppb	0,4	
Kénhexafluorid	3200	32600	7,5ppt	0,0043	
Nitrogéntrifluorid	740	20700	0,9ppt	0,0002	
Halocarbon vegyületek (összesen)	10-50000	500-5000	1500ppt alatt	0,35	

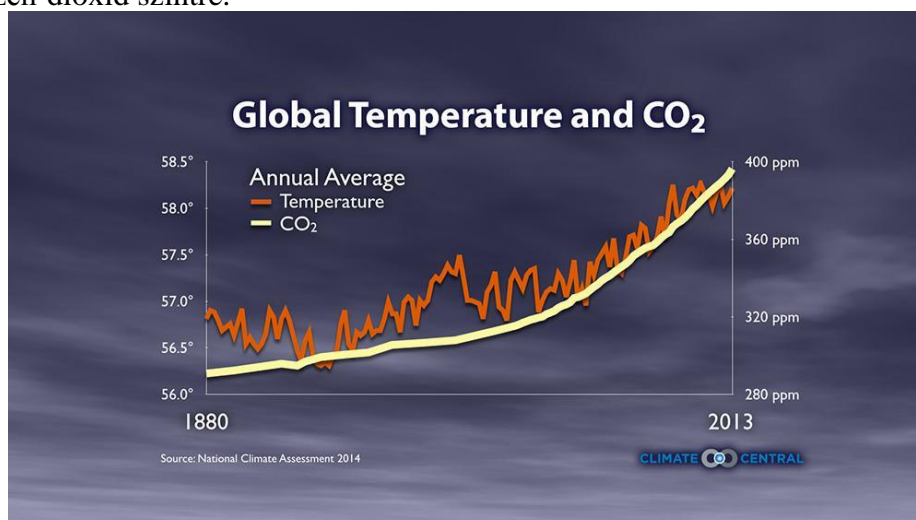
Adatok forrásai: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf,
<http://www3.epa.gov/climatechange/ghgemissions/global.html>

A táblázatban szereplő adatok hozzávetőlegesek, különböző forrásokban ezektől eltérő adatokat is találhatunk, de általános nagyságrendi tájékozódás céljára alkalmasak. A klímaváltozással foglalkozó kutatásokban a szén-dioxidot tekintik az üvegházhatású gázok (röviden üvegházgázok) referencia anyagának. A fajlagos relatív üvegházhatás (GWP), az az érték, amilyen mértékben az illető gáz 1 molekulája hozzá tud járulni a globális felmelegedéshez. A légköri koncentrációikat tekintve azonban egyedül a széndioxidot szokták ppm-ben (milliomod rész) kifejezni, a többi csak ppb-ben (a ppm ezred része), vagy még abban sem csak ppt-ben (a ppm milliommód része) mérhető. Ez magyarázza, hogy a klímaváltozáshoz való hozzájárulásuk sokkal kisebb a szén-dioxidnál. A metán kivételével minden anyag legalább 1 nagyságrenddel kisebb hozzájárulást mutat, és maga a metán hozzájárulás is csak negyede a szén-dioxidénak. Ennél is fontosabb azonban, hogy az antropogén üvegházhatású gáz kibocsátásunk több mint háromnegyedét a szén-dioxid teszi ki. Ha tehát a továbbiakban üvegházhatású gázokról van szó, akkor az döntően szén-dioxidot jelent, de tudnunk kell, hogy kisebb mértékben más anyagok hatása is közrejátszik, amelyeket viszont rendszerint szintén ekvivalens szén-dioxid mennyiségben fejezünk ki.

Az antropogén üvegház-hatású gáz kibocsátás, mint a globális klímaváltozás fő oka az alábbi módon oszlik meg a szektorok között (IPCC 2007):

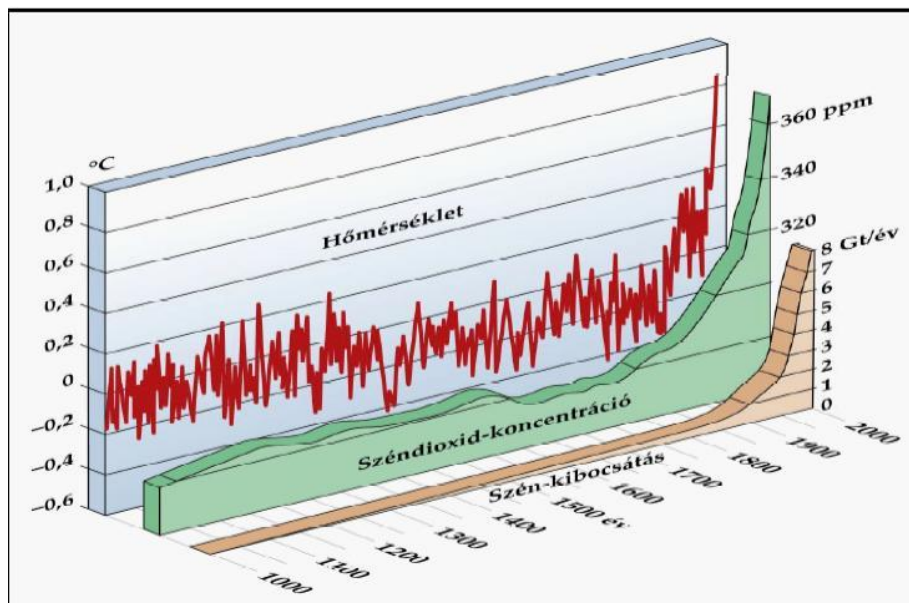
Energiatermelési kibocsátás	26%
Ipari kibocsátás	19%
Erdőirtásból eredő kibocsátás	17%
Mezőgazdasági eredetű kibocsátás	14%
Közlekedési eredetű kibocsátás	13%
Épületek, hulladékok és szennyvíz eredetű kibocsátás	11%

Az alábbi ábra bal oldali tengelyén a globális átlaghőmérséklet, jobb oldali tengelyén a légköri szén-dioxid szint látható, az 1880-2013 időszakra nézve. A két időbeli mintázat lefutása közötti összefüggés nyilvánvaló, mindkét érték hasonló jellegű növekvő tendenciát mutat, a széndioxid alakulása azonban simább, mert a hőmérsékletet számos más időben ingadozó tényező is befolyásolja, míg a hőmérséklet hektikus ingadozásai érdemben nem hatnak a szén-dioxid szintre.



(Ábra forrása: <http://www.climatecentral.org/gallery/graphics/co2-and-rising-global-temperatures>)

A következő ábra alapján (melyet a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia 14. oldaláról vettünk át) a jelenség mögött álló ok-okozati kapcsolatok még világosabbá válnak:



Az ábra az utolsó 1000 évet vizsgálva mutatja be az antropogén szén-dioxid kibocsátás alakulását, az ennek következtében megváltozó légközi szén-dioxid szintet, majd az ennek hatására meglóduló felmelegedést. Az 1000 éves léptékű ábrán az is látható, hogy a klímára ható természetes eredetű tényezők eredőjeként egyébként egy lassú, de világosan felismerhető hőmérsékletcsökkenési (hűlési) tendencia lenne észlelhető bolygónkon. Ha a holocén földtörténeti korszak (a meglehetősen stabil klímájú utolsó 12 ezer év) globális hőmérsékleti görbéjét is megnéznénk (lásd pl. wikipédia: globális felmelegedés címszónál), akkor láthatnánk, hogy ez a lassú, de stabil hőmérsékletcsökkenési tendencia már 8000 éve tartott, míg az ipari forradalom idején drasztikusan bele nem avatkoztunk a folyamatokba. Azok a néha politikusok részéről hallható érvelések, hogy a jelenben ható klímaváltozásban az emberi tevékenység mellett természetes eredetű folyamatok is közrejátszanak, természetesen önmagukban igazak, de tudnunk kell, hogy ezen természetes háttér folyamatok eredője nem hőmérséklet növekedéssel, hanem csökkenéssel járna. Az antropogén eredetű klímaváltozás tehát nagyobb mértékű, mint amilyenek észleljük, mert nem konstanshoz, hanem csökkenő tendenciájú bázishoz kellene viszonyítanunk.

A jelenben zajló klímaváltozás következtében növekszik a rendkívüli időjárási események (hőhullám, erős viharok, árvízszerű csapadékok, aszály, rendkívüli kései fagyok és más extrémáliák) gyakorisága és intenzitása. Jelentősen eltolódnak a természetes vegetáció éghajlati zónái és a mezőgazdasági növények termesztési területei. A klímaváltozás tovább fokozza a földhasználati változások és környezetvédelmi problémák miatt már önmagában is aggasztó biodiverzitás csökkenési válságot és a fajok rohamos kihalását. Az éghajlat megváltozása tovább növeli a túlnépesedés miatt már amúgy is magasabb járványveszélyt és közegészségügyi kockázatokat, valamint a katasztrófa helyzetek gyakoriságát és súlyosságát. A földi klímarendszer megváltozása tovább tágtítja a globális társadalmon belül már egyéb okok miatt is aggasztóan magas vagyoni és szociális különbségeket, csökkenti az esélyegyenlőséget, tömeges népvándorlást indít be, és humanitárius problémák sokaságát eredményezi, továbbá agresszióhoz, bűnözéshez, polgárháborúkhoz vezet.

A tragikus következmények elkerülése érdekében alapvetően át kell alakítanunk szokásainkat és társadalmunk működését, létrehozva egy nemzetközi és helyi szinten is fokozottan együttműködő, környezetbarát, klímabarát, szolidáris, tudásalapú, fenntartható társadalmat.

Ezen cél elérésében és az emberiség jövőjének biztosításában, kulcsszerepe van a tudományos kutatások fellendítésének, a tudományos információk széleskörű terjesztésének, valamint természetesen a közoktatásnak és a felsőoktatásnak. A jelenségek komplex elemzéséhez és a válaszok kimunkálásához szinte minden tudományterület eredményeire szükség van, az élettudományok, környezettudományok, földtudományok, műszaki tudományok, valamint a gazdaság- és társadalomtudományok sok szakterületét beleértve, de ebben az ökológiai és humánökológiai kutatásoknak különleges integráló szerepe van. A speciális klímaökológiai megfontolásoknak, elemzéseknek, adatoknak és módszereknek a társadalmi és gazdasági döntéshozás minden elemébe bele kell épülniük, a jogalkotástól, adópolitikától az önkormányzatok, vállalatok és háztartások helyi döntéseiig. A klímaváltozás kutatása alapvetően ökológiai szemléletmódot, azon belül humánökológiai megközelítést igényel. A humánökológia olyan transzdiszciplína, amely alap- és alkalmazott, természet- és társadalomtudományok szinte teljes horizontjának speciális nézőpontú integrátora.

Az válságból való kiút egyik fontos eszköze a nemzetközi, nemzeti, regionális és helyi klímastratégiák kimunkálása és megvalósítása. A sikeres klímastratégiák két kulcsfontosságú oszlopát “mérséklés”-nek (mitigáció) és “alkalmazkodás”-nak (adaptáció) nevezzük. E két tevékenység egymás kiegészítője és támasza. A mérséklés a “kezelhetetlen elkerülését”, az alkalmazkodás pedig “elkerülhetetlen kezelését” jelenti. Kezelhetetlen a légköri üvegházhatású gázok mennyiségének további növekedése, valamint az erdők és természetes élőhelyek további csökkenése, mert már a jelenlegi éghajlatváltozáshoz is nagyon nehéz alkalmazkodni, ezeket tehát gyorsan és radikálisan mérsékelni, illetve ahol lehet, megfordítani kell, vagyis elkerülni. Az elkövetkezendő 10-50 év klímaromlása viszont már megállíthatatlan és elkerülhetetlen, tehát ahhoz és annak következményeihez, a mérséklési erőfeszítések ellenére is, alkalmazkodni kell.

A klímaváltozással kapcsolatban sokféle megalapozott és kevésbé megalapozott véleménnyel találkozhatunk napjainkban, van azonban néhány lényeges szempont, amely álláspontunk szerint vitán felül áll:

1. A mindenkori klíma egyaránt alapvetően határozza meg az ökoszisztémák és az emberi társadalom létfeltételeit is.
2. A múltban bekövetkezett klímaváltozások mindig is jelentős ökológiai hatásokkal jártak, fajok tömeges kihalását, új fajok dominánssá válását és a táj képének alapvető megváltozását eredményezve.
3. A föld története jelentős klímaváltozások sorát mutatja, így annak kell lenni az alapvető hozzáállásunknak, hogy a klíma bizony változik (mert eleve változékony) és ennek a következményei nagyon súlyosak lehetnek, ha arra fel nem készülünk.
4. A klíma és bioszféra kapcsolatának jobb megértését az elképzelhető legfontosabb kutatási feladatunknak kell tekintenünk, mert ezen az emberiség léte és boldogulása nyugszik.
5. Mára kétségtelen tényré vált, hogy az emberiség kollektív tevékenysége bolygónk meghatározó tájalakító, környezetváltoztató hatótényezője, ami sok minden másnál kívül a klímára is jelentős hatással van.
6. Korunkban a globális válságjelenségek (biodiverzitáskriszisz, nyersanyag- és energiaproblémák, a túlnépesedés következményei és a klímaváltozás)

egymással kölcsönhatva, egymás hatásait nemegyszer felerősítve fejtik ki hatásukat.

Alapvető tények és összefüggések.

II. A klímaváltozás a túlnépesedés következménye

A tudományos világban nagyjából konszenzus van abban a kérdésben, hogy a legtöbb és legsúlyosabb társadalmi és környezeti válság mögött Földünk túlnépesedése húzódik meg (1. ábra, és 1. táblázat), hiszen sok ember

sok környezeti kárt okoz (sokat szennyez: levegőt, vizet, talajt),

sok helyre van szüksége (erdők irtása, lápok lecsapolása, városok terjeszkedése),

sok erőforrásra van szüksége (ivóvíz, élelem, fosszilis- vagy más energiaforrások, ipari-, mezőgazdasági termékek, közlekedési kapacitás, szolgáltatások),

nagyobb népsűrűséget eredményez, és a nagyobb népsűrűség ismert etológiai okok folytán nagyobb agresszióval, bűnözéssel, zavargásokkal, háborúkkal jár,

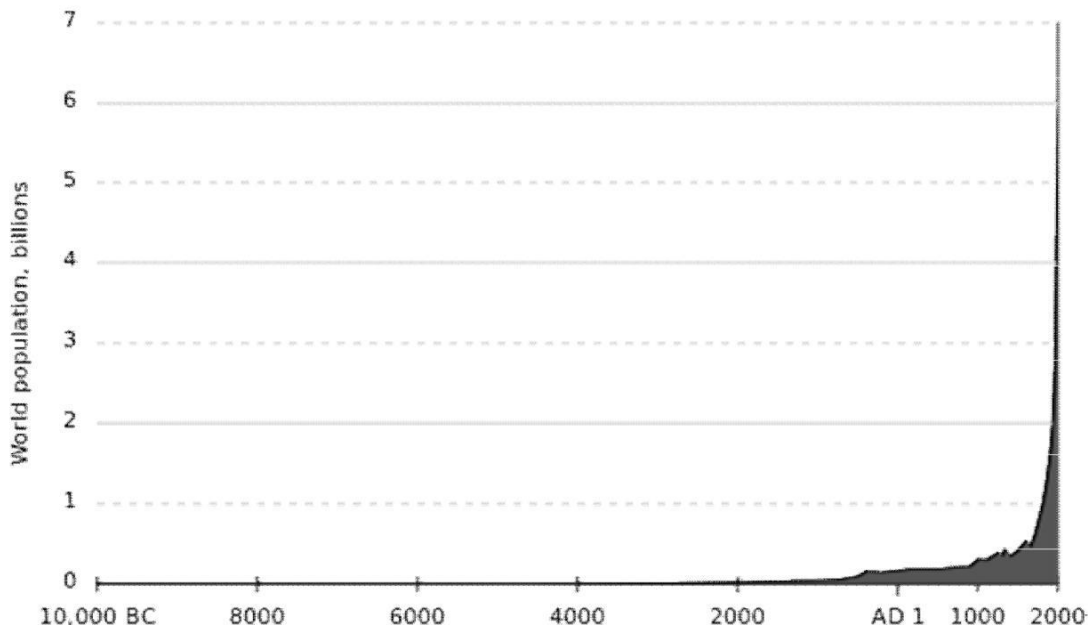
és nagyobb népsűrűség esetén nagyobbak a járványok és más közegészségügyi problémák,

és nagy népsűrűség esetén a természeti csapások is nagyságrendekkel súlyosabb anyagi és emberi áldozatokat követelnek.

A klímaváltozás egyik legfőbb oka a légköri üvegházhatású gázok (elsősorban és elsődlegesen a széndioxid) koncentrációjának növekedése. Ezt a légkörből milliárd évek folyamán a bioszféra által kivolt fosszilis szén, kőolaj, földgáz, tőzeg, bányászata és elégetése, valamint a mészkő bányászata és a mészégetés okozza, melynek intenzitása az ipar, mezőgazdaság, közlekedés és lakossági fogyasztás emelkedésével növekszik, amely viszont jelentősen függ a fogyasztók számától, vagyis a világméretű emberi populáció növekedésétől. A klímaváltozás másik fontos oka a klímát szabályozni és a légköri széndioxidot elnyelni képes ökoszisztémák (őserdők, lápok, vízi és vizes élőhelyek, óceánok, tengerpartok és korallzátonyok) pusztítása, élőviláguk elszegényítése, biomassájuk és biológiai aktivitásuk, továbbá egészségi állapotuk csökkentése, károsítása.

E kettőt együttesen úgy jellemezhetjük, hogy egyre jobban fűtjük a bojlert, s közben a szabályozó és biztonsági berendezéseit kalapáccsal egyre jobban szétverjük.

A klímaváltozáshoz jelentősen hozzájárul a mezőgazdasági talajok szervesanyag-tartalmának, szénkészletének csökkenése az intenzív talajforgatás, szántás és a talajtakarás hiánya miatt, ami úgyszintén fokozódik a népesség növekedésével, hiszen egyre több területet vonunk művelésbe. Az ésszerűtlen mezőgazdaság a műtrágyák és növényvédőszer alkalmazása révén is jelentős környezeti károkat okoz és növeli a klímaváltozással szembeni érzékenységünket.



1. ábra: Bolygónk emberi populációjának népességnövekedése az emberiség írott történelmének hajnalától (Kr e. 10000) a XXI. századig (Kr. u 2000). [forrás: <http://www.census.gov/population/international/>, és https://en.wikipedia.org/wiki/Human_overpopulation]

1. táblázat A Föld népességének növekedése és a megkésztereződési szakaszok. [forrás: Sárfalvi Béla és Bernek Ágnes: A világnépesség növekedése, élelmezési problémák: http://dettk.ucoz.com/_ld/1/161_Humnkologia-Npes.pdf]

Időszak	Növekedés (millió fő)	A megkésztereződéshez szükséges évek
i.e. 10000-től i.e. 7000-ig	5-10	3000
i.e. 7000-től i.e. 4500-ig	10-20	2500
i.e. 4500-től i.e. 2500-ig	20-40	2000
i.e. 2500-től i.e. 1000-ig	40-80	1500
i.e. 1000-től az időszámítás kezdetéig	80-160	1000
az időszámítás kezdetétől 900-ig	160-320	900
900-től 1700-ig	320-600	800
1700-től 1850-ig	600-1200	150
1850-től 1950-ig	1200-2500	100
1950-től 1990-ig	2500-5300	40
1990-től 2085-ig (előrejelzés)	5300-10200	95

A népességrobbanáshoz három jelentős forradalmi változás vezetett el:

Az eszközhasználat kialakulása (kiválás az állatvilágból)

Áttérés a földművelésre és állattartásra (az ősközösség felbomlása, természetes életközösségek felszámolása)

Ipari forradalom (a technikai civilizáció kialakulása és az urbanizáció felgyorsulása).

Néhányan logikusa, az orvostudomány fejlődését is ide sorolják, de ez valószínűleg nem játszott jelentős szerepet, hiszen a legnagyobb népességnövekedés éppen azokon a gazdaságilag fejletlen és szegény területeken figyelhető meg, ahol az orvostudomány áldásai nem igazán tudnak érvényesülni. Az orvostudomány fejlődésének (ott ahol elég gazdagok alkalmazásához) az életkor meghosszabbításában, az életminőség javításában és a hatékony családtervezésben van demográfiai és társadalmi szerepe.

Ezek kultúránk és civilizációnk fejlődésének alapvető értékei, melyeken nem tudunk, de nem is akarunk változtatni, így új megoldásokra van szükség. Ha a növekedésünket mi magunk nem korlátozzuk, akkor a források hiánya (élelem, ivóvíz, energia), az ökológiai feltételek romlása (megfelelő klíma, életre alkalmas környezet) és a belső feszültségek (agresszió, bűnözés, zavargások, háborúk) fogják korlátozni ami rettenetes szenvedésekkel, értékek és lehetőségek pazarlásával és pusztítással jár.

Az 1980-as évektől a populáció robbanásszerű növekedése mellett, a növekedési rátacsökkenése volt regisztrálható, ami mögött az iskolázottság és az életkilátások növekedése áll. A jobb életszínvonal, iskolázottság, nagyobb általános műveltség, jobb közegészségügyi állapotok és hosszabb várható élettartam arra inspirálja a családokat, hogy kevesebb utódot hozzanak létre, hogy azok úgyszintén hozzájuthassanak ezen szellemi és materiális javakhoz. A nyomor, éhínség, alacsony műveltség, írástudatlanság, rossz életkilátások viszont a gének fennmaradása érdekében a nagyobb szaporodást ösztönzi, hogy a családból valaki legalább nagyobb eséllyel túlélhessen.

2015 július 29-én az ENSZ Népesedési Iroda szerint a világnépesség 7,26 milliárd fő volt. A legfrissebb becslések szerint Földünk eltartóképesége a jelen körülmények között 4 és 16 milliárd között van, tehát súlyos fenntarthatósági problémákkal kell számolnunk, ha nem változtatunk társadalmi működés módjainkon. A várható népességszám 2040-re 8-9,3 milliárd közé, 2050-re 10,1-10,5 milliárd közé tehető.

A globális népességrobbanás megfékezésére a tudósok és szakpolitikusok a fogamzásgátló eszközök és beavatkozások ingyenessé tételét, a felvilágosító munkát, az önkéntes gyermektelenség adókedvezményekkel való társadalmi megbecsülését, valamint a családonkénti gyerekszám jogi eszközökkel (pl. Kína), vagy büntetőadókkal való korlátozását javasolják. Felmerül még az első gyermekvállalás korának 10-15 évvel későbbre helyezése a mai átlagokhoz képest. Elmaradott országokban, illetve a szegényebb-iskolázatlanabb népesség körében ez az anyai életkori átlag jelenleg 20-25 év között, fejlett országokban, illetve gazdagabb-iskolázottabb rétegekben 28-33 év körül van. Sokan javasolják a gyermekszerető családok számára a „szülés helyett örökbefogadás” modellt is.

Társadalmi léptékben az általános műveltség növekedése, az iskolázottság javítása, a diplomások arányának növelése, a jó közegészségügyi körülmények, biztonságos jogi környezet, méltányos általános életszínvonal, a hatékony szociális védőháló, az erős társadalmi szolidaritás a gyermekszámot csökkenteni, a népességszámot stabilizálni képes.

A túlnépesedéssel összefüggésben gyakran emlegetett másik globális probléma a világ élelmezési helyzete, az éhínségek és az alultápláltak tömegei a harmadik világban.

Ezzel kapcsolatban sajnos nagyon gyakran hangzanak el szándékosan megtévesztő, reklámizú, profít célú kijelentések, amelyek szerint az éhezők megsegítése és az éhezés visszaszorítása érdekében van szükség egyre több őserdő kiirtására, egyre több lép lecsapolására, egyre több műtrágya felhasználására, egyre több permetezőszerre, vagy éppen genetikailag módosított szaporítóanyagokra.

Nos, ezek a kijelentések teljesen megalapozatlanok több szempontból is. Először is sokak által nem ismert tény, de kétségtelen, hogy a világ mezőgazdasága és élelmiszeripara már a meglévő területeken (sőt valójában annál lényegesen kisebb területen is) bőségesen képes lenne ellátni a teljes népességet, sőt valójában már hosszú ideje túlermelési válsággal küzd és emiatt jelentős túlkínálati konkurenciaharc van az élelmiszerek piacán. Évről-évre rengeteg megtermelt élelmiszert semmisítünk meg, mert nem tudjuk eladni, vagy nem tudjuk felhasználni, mert nincs rá szükségünk. Sőt ez a túlkínálat nemcsak a piacon áll fenn, hanem a fogyasztásban is.

Jelenleg mintegy 800 millió éhező és alultáplált ember él a Világon, viszont ennek a számnak több mint kétszerese (kb. 1,6 milliárd) a túlsúlyosak és kövérek száma, akiknél az egészségi kockázatot nem az éhezés, hanem a túlzott táplálkozás jelenti. (Aktuális real time adatok a <http://www.worldometers.info/> honlapon található.)

Ez tehát nem termelési, hanem elosztási probléma. Nem azért éheznek százmilliók, mert nincs elég élelmiszer, hanem azért mert nem adjuk nekik oda. Ami felesleg van, azt inkább megsemmisítjük, vagy úgy magunkba tömjük, hogy belerokkanunk ahelyett, hogy odaadnánk a szükségét látóknak.

A túlnépesedéssel összefüggésben egyre romló, másik globális problémát a társadalmon belüli viszonyaink jelentik. A nagyobb népsűrűség, ismert (etológiai) okok folytán, amelyre Konrád Lorenz Nobel-díjas biológus is felhívta figyelmünket (például „A civilizált emberiség nyolc halálos bűne” c. könyvében) egyenesen vezet a fokozódó türelmetlenséghez, agresszióhoz. Ez az agresszió szociális bűnözésben, társadalmi nyugtalanságban, éhséglázadásokban, terrorizmusban fejeződik ki, különösen, ha egyúttal a gazdasági-társadalmi egyenlőtlenségek is fokozódnak. Sajnos, már évtizedek óta tartó tendencia, hogy az emberiség globális vagyonának, javainak egyre nagyobb hányada kerül egyre kevesebbek kezébe, miközben egyre nagyobb tömegek válnak teljesen nincstelenekké és kiszolgáltatottakká.

Egy 2000-ben készült felmérésen alapuló, úttörőként számon tartott ENSZ-jelentés megállapította, hogy a világ felnőtt lakosságának leggazdagabb 1%-a önmagában birtokolta a globális összvagyon 40%-át, a leggazdagabb 10% pedig a vagyon 85%-át tudhatta magáénak. Ezzel szemben a világ felnőtt népességének alsó fele éppen csak a globális összvagyon 1%-a felett rendelkezett. Számos fejlett ország, például az USA lakosságán belül is hasonlóan lesújtó aránytalanságok mutatkoznak. A 2008-as pénzügyi krízis és - az immár több mint öt éve tartó - gazdasági válság tovább növelte az egyenlőtlenségek mértékét és az ebből következő társadalmi feszültségeket

2012-ben (az összesen korábban 55 milliárd, ma 200 milliárd US Dollárra becsült) globális vagyonból a leggazdagabb 0,1% rendelkezett akkora vagyonnal, mint az alsó 90%.

A 2015-ös davosi világgazdasági fórumon elhangzott, hogy 2014-ben a világ 80 leggazdagabb embere rendelkezik akkora vagyonnal, mint a világnépesség alsó 50%-át kitevő 3,5 milliárd.



2. ábra: Az emberiség leggazdagabb 1%-ának és a maradék 99%-ának vagyona 2010-2020 közötti időszakban.

[közvetlen forrás: <http://oxfamblogs.org/fp2p/davos-new-briefing-on-global-wealth-inequality-and-an-update-of-that-85-richest-3-5-billion-poorest-killer-fact/#prettyPhoto>]

A gazdasági-szociális olló földrajzi értelemben is tágul. Egyre nagyobb a különbség a fejlett világ és a fejlődőnek nevezettek között. Súlyosan nélkülöznek: a hajdan virágzó és magas kultúrával rendelkező arab térség, a trópusi Afrika és India szegényei, ugyanakkor Észak-Amerika és Nyugat-Európa országaiban esetenként hatalmas pazarlás folyik. A földrajzi különbségnek előbb utóbb ki kell egyenlítődnie, ez vagy összefogással, hatékony nemzetközi együttműködéssel, vagy soha nem látott mértékű népvándorlással, vagy háborúkkal és terrorizmussal tud megtörténni.

Ezeket az önmagukban is súlyos alapjelenségeket, kockázatokat, veszélyeket és sérülékenységeket a klímaváltozás következtében felgyorsuló társadalmi-gazdasági változások rövid idő alatt robbanásig fokozhatnak.

III. Az éghajlatot csak a természetes és ép bioszféra képes szabályozni.

A természetes ökoszisztémák széndioxid megkötő és raktározó funkcióik segítségével, visszacsatolási folyamataikkal, valamint számos közvetlen és közvetett módon biztosítják a klíma nagyléptékű szabályozását, a lehulló csapadékok visszatartását és adagolását, valamint kedvező mikro és mezoklíma kialakulását is. Újabb olyan adatokra is fény derült, hogy tengeri algák dimetil-szulfid-ot, egyes fenyvesek pedig terpéneket bocsátanak ki magukból, a növekvő hőmérséklet és széndioxid szint hatására, melyek hatékonyan képesek elősegíteni a felhőképződést és így hűteni bolygónkat. Ezeken kívül is valószínűleg még sok a tudomány számára eddig ismeretlen ökológiai jelenség és folyamat, összefüggés van, amely az éghajlat biológiai szabályozásában kiemelkedő szerepet játszik és ami az emberiség civilizációjának túlélését is elősegítheti, ha időben megértjük és felismerjük. A természetes és természetközeli ökoszisztémák ökológiai kutatása stratégiai jelentőségű a túlélésünkért folytatott harcban és egy fenntartható társadalom megteremtésének esélyét adja.

A bioszféra klímaszabályozó jelentőségének felismeréséhez azonban viszonylag régebbi tudományos ismeretek is közelebb visznek. Közismert, hogy Napunkban a hidrogénbombához

hasonló magfúziós energiatermelés folyik. A dolog lényege, hogy a hidrogén atommagok fúziójával hélium atommagok jönnek létre, majd további fúziós folyamatok révén a periódusos rendszer egyre magasabb rendszámú egyéb elemei, ezzel nagymennyiségű energia szabadul fel és távozik a csillagunk (és minden más csillag) felületéről sugárzó energia formájában. A csillagok és így a mi Napunk sajátossága is az, hogy az idő előre haladtával a hidrogén tüzelőanyag mennyisége fogy és a Nap egyre magasabb magfúziós reakciókra vált, ezzel sugárzó teljesítménye évmilliárdos időskálán lassan növekszik. Ahhoz, hogy egy bolygón élet lehessen olyan hőmérsékleti viszonyoknak kell lenniük, hogy a víz cseppfolyós állapotban lehessen. Ha túl hideg van, akkor a víz megfagy és nem alkalmas az életre, ha túl meleg van, akkor a víz gőzzé alakul és ugyancsak nem alkalmas az életre. Belátható, hogy csak azon a bolygón lehet Élet, mely napjától egy meghatározott távolságtartományban, az élet-zónán, azaz a folyékony víz zónáján belül van. Az is könnyen belátható, hogy mivel a Napszerű csillagok sugárzó teljesítménye fokozatosan növekszik, így ez az életre alkalmas zóna előbb közelebb, majd egyre távolabb található a csillagtól. Korábban talán a Vénusz lehetett alkalmas az életre, de ma már túl forró, jelenleg a Föld és ha a Föld már nem, akkor talán a Mars jöhet, ami viszont ma még túl hideg. Elméleti fizikusok kiszámolták, hogy egy bolygó legfeljebb 1 milliárd évig tartózkodhat a folyékony víz zónájában, mert a sávba való belépéstől a sávból való kilépésig ennyi idő telik el, figyelembe véve a Nap fizikájának ismert tulajdonságait. Nos, ez lehetetlenül meglepő eredmény, hiszen földtörténeti evidenciák sokasága igazolja, hogy a Földünkön már valószínűleg 3,5 milliárd év óta, de 2,1 milliárd éve biztosan van élet, sőt utóbbi óta többsejtű élet is. Nos, akkor vagy a fizikusok tévednek, vagy a geológusok, gondolhatnánk elsőre. Valójában mindkettőjüknek igazuk van, csak létezik az életnek, a bioszférának egy olyan meglepő sajátossága, amelyre a fizikusok nem gondoltak, nevezetesen az, hogy képes szabályozni a klímát és így életben tartani önmagát akkor is amikor már az nem lenne lehetséges. Ez a mechanizmus elsősorban a széndioxid megkötésén és fosszilis anyagokban való elraktározásán, és így a légköri üvegházhatás csökkentésén alapul, amivel egészen egyedülálló, csak élő bolygókra jellemző különleges légkör alakul ki. [Bővebben: Marx György (1993): Napfény, üvegház, éghajlat – Fizikai Szemle XLIII/4: 132-139.]

Azzal, hogy a bioszféra által évmilliók munkájával elraktározott kőszén, kőolaj, földgáz készleteket mobilizáljuk, de még a szintén biogén mészkőből is kiűzzük a széndioxidot nagyon rövid idő alatt, nagyon sok bajt csinálunk magunknak. Ráadásul a jelenleg működő természetes szénraktározó „gyárakat” is leállítjuk, azzal, hogy a tözeget képző lápokot lecsapoljuk. A természetes ökoszisztémák talajában, humuszrétegében felhalmozott szenet, növény törmeléket és szerves anyagokat is „elfüstöljük” azáltal, hogy az erdőket kivágva, azokat mezőgazdasági művelésbe vonjuk, és szántásokkal eloxidáljuk. Az erdők kivágásával nemcsak hatalmas élő biomasszát és szénraktárakat semmisítünk meg, de még a további szénmegkötés lehetőségét is elvágjuk. Az élőhelypusztítással fajok sokaságának kipusztulását idézzük elő és radikálisan csökkentjük az élővilág biodiverzitását, ami a klímaváltozáshoz való alkalmazkodóképesség kulcsa lenne.

1990 és 2000 között évi 16 millió hektár erdőt írtottunk ki világszerte, ennyivel csökkent bolygónk erdősültsége. Az környezet és természetvédelmi erőfeszítések ellenére ez az öngyilkos pusztítási ütem egészen kevéssé enyhült csupán, hiszen 2000 és 2010 között évi 13 millió hektárral csökkent az erdők kiterjedése Földünkön. [The Global Forest Resources Assessment 2010.]



3. ábra: Eredeti erdőszűkség és a még megmaradt erdők elhelyezkedése bolygónkon

[<http://uclast203-2010.wikispaces.com/Deforestation+of+the+Amazon>]

De nemcsak az erdőirtással pusztul ki sok faj, hanem más élőhelyeken is. A korallzátonyok 70%-a került veszélybe és nagy százalékban meg is semmisült az utóbbi időben.

Az ott élő 52 ezer fajból 18 ezer kihalással fenyegetett.

[A pusztulás legfontosabb kiváltó tényezői a destruktív halászati módszerek, a szennyezőanyagok és a partvidéki erdőirtások, valamint a nagyfokú CO₂ kibocsátás, ami kétféleképpen hat az élőlényekre: egyrészt a klímaváltozás következményeképpen növeli a felszíni vizek hőmérsékletét hatalmas stressznek kitéve a korallakat. Stressz hatásra a korallpolipok kilökik a velük szimbiózisban élő algákat és elpusztulnak. Másrészt az óceánok által elnyelt nagymennyiségű CO₂ savasodáshoz vezet, ami megnehezíti az állat ásványi anyag felvételét és ezen keresztül a vázépítést. Az első tömeges korallfehéredést 1983-ban regisztrálták és azóta a korallzátonyok mintegy 20%-a pusztult el. Az egyik legnagyobb ilyen esemény 1998-ban történt, ami a föld összes zátonyának a 16%-át érintette. Ha sikerül a CO₂ koncentrációt 450 ppm alatt tartani, akkor talán sikerül megmenteni valamit ezekből az életközösségekből. A természetvédelmi programok, mint pl. a halászat vagy a szennyezés csökkentése nagyban segítik a zátonyok regenerációját. – lektori kiegészítés]

A világ 5490 emlősfajából 78 már kihalt, 188 kritikusan meggyengült, 540 veszélyeztetett és további 492 sérülékeny. Bolygónk 6285 kétéltű fajából 1895-t a kipusztulás fenyeget. A tengerparti Mangrove-erdőknek, melyek szárazföldre-lépésünk első helyszínei lehettek 35%-át veszítettük el az elmúlt 20 évben. [IUCN]

Jelenleg Földünkön 1,9 millió biológusok által leírt, elnevezett élőlényfaj létezik és a fajleírások-felfedezések üteme (időbeli alakulása) alapján ennek körülbelül a tízszerese várna még felfedezésre (ezek többsége persze apró ízeltlábú állat, féreg vagy puhatestű). Az élőhelypusztulások és fajkihalások jelenlegi üteme mellett a fajok nagy száma úgy halhat ki a Földről, hogy még csak fel sem fedeztük, létüket még csak nem is regisztráltuk.

Az ember a bioszféra része, annak működésétől elválaszthatatlan. A bioszféra biztosítja számunkra a belélegezhető levegőt, tiszta ivóvizet, táplálékunkat és a számunkra megfelelő klímát is. Építőanyagaink többsége, ruházatunk alapanyagai, energiahordozóink, vegyipari és gyógyszeripari alapanyagaink nagy része a bioszféra mai vagy a korábbi működésének termékei, ahogyan biológiai produktum a talaj is amelyből élünk.

A bioszféra minden alapvető működése, az élőlényközösségek, társulások és nagy biomok kialakulása az éghajlattól függ, ugyanakkor ez a bioszféra az amelyik maga biztosítja ökológiai szolgáltatásaival a megfelelő globális éghajlat fennmaradását. Ha a bioszféra sérül, akkor a klímarendszer is sérül és ez a két nagy rendszer adja a fajok, köztük az emberi faj fennmaradásának, a társadalom és a gazdaság működésének minden alapfeltételét. Napjaink klímaváltozása tehát komplex humánökológiai kérdés: mi okozzuk és más fajok fennmaradásán kívül minket magunkat fenyeget, mert minden létfeltételünk a klímától függ.

IV. Globális klíma vizsgálata és klímaváltozási forgatókönyvek

A klíma vagy éghajlat kifejezés alatt, valamely terület (globális klíma esetén a Föld bolygó) időjárásának hosszútávú várható értékeit és gyakorisági eloszlásait értjük. Az időjárást napokhoz, napszakokhoz, vagy órákhoz rendelt levegő hőmérsékleti (átlaghőmérséklet, minimum, maximum), csapadékra vonatkozó (csapadék fajtája, mennyisége), légnyomási, páratartalmi és egyéb állapotjelzőkkel jellemezzük. A klímát sokévi átlagokkal és szórásokkal, valamint átlagos napi és évi ingási értékekkel szoktuk jellemezni, minimálisan 30 éves időszeletekre, de sokszor ennél jóval hosszabb periódusra vonatkozóan. A klíma jellemzése történhet mérési adatok alapján, melyekre 100-150 éves adatsorok állnak rendelkezésre a többnyire, vagy földtörténeti klímarekonstrukciók alapján, melyhez paleoökológiai adatokat, talaj-, kőzet vagy jégfuratok elemzéseit használják közvetett, indikátoralapú módszerekkel (ún. proxyk, mint például fosszilis virágporszemek, algák, fák évgyűrűi, korallak, tavi vagy tengeri üledékek stb.).

Ha nem a múlt, hanem a jövő klímáját szeretnénk tanulmányozni, akkor ahhoz első lépésben a jövőben várható események forgatókönyveire (scenárióira) lesz szükségünk, amely leírások tartalmazzák, hogy mit gondolunk a társadalom és a gazdaság fejlődéséről, üvegházhatású gázok kibocsátásáról, erdők, lápok és egyéb földhasználati típusok várható állapotáról, kiterjedéséről. A forgatókönyv alapján megbecsülhetjük azokat a peremfeltételeket, amelyekre nézve a múlt megfigyeléseit is felhasználva bioszféra-modullal összekapcsolt globális légköri és óceáni cirkulációs modelleket (röviden GCM-eket) illeszthetünk. A globális cirkulációs modellek általában kb. 200-300km-es globális rácsokra adnak szimulációkat. Ezek a modellek még nem veszik figyelembe a helyi domborzati és növényzeti viszonyokat, de már adnak valamiféle kiinduló pontot. Ezeket az eredményeket valamilyen módszerrel magasabb felbontású (sűrűbb) rácshálózatra (céltól függően 50, 25, 10, 5km-es rácsokra) kell leskálázni (downscaling). A leskálázás történhet statisztikus módszerekkel, vagy újabban általában regionális klímamodellekkel. A regionális klímamodellek nagyon hasonlítanak azokhoz a modellekhez, melyeket az időjárás rövidtávú előrejelzésére is használnak.

Általában több alternatív scenárió, többféle globális cirkulációs modell és többféle leskálázási eljárás alkalmazásával készíthetünk olyan elemzéssorozatokat, amelyekből már megbízható előrejelzések fogalmazhatók meg a klíma jövőbeli alakulására vonatkozóan.

Részleteiben lásd a tananyaghoz kapcsolódó 2. számú tanulmányt.

V. Nemzetközi megállapodások

A klímaváltozás mértékének enyhítése és a mégis bekövetkező változásokhoz való alkalmazkodás csak nemzetközi összefogással lehet sikeres. Az ide tartozó nemzetközi megállapodások, szerződések és jegyzőkönyvek száma 50 és 100 közötti nagyságrendű. A legfontosabbakról készítettünk egy annotált listát a 2. számú tanulmány részeként, mely jelen tananyag melléklete.

Az első éghajlati világkonferencia 1979-ben volt Genfben. Az ekkor született Genfi Egyezmény mely a légszennyezés csökkentésére irányuló nemzetközi együttműködés alapjainak lefektetéséről szól. 1988-ban az ENSZ Környezetvédelmi Programja (UNEP) és a Meteorológiai Világszervezet (WMO) kezdeményezésére megalakult az Éghajlat-változási Kormányközi Testület (IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change), amely máig a legfontosabb tudományos szintézist és jelentéskészítést végző szervezet. 1992-ben jött létre a biológiai sokféleség védelméről szóló Riói Egyezmény, amely az egyik legfontosabb természetvédelmi megállapodás, mely a klímaváltozást is érinti. Szintén 1992-ben született meg az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezmény, amelyhez 1997-ben csatolták a híres Kiotoi jegyzőkönyvet, mely az első komoly (de eddig nagyrészt kevésbé sikeres) próbálkozás a klímaváltozás megfékezésére.

Részleteiben lásd a tananyaghoz kapcsolódó 2. számú tanulmányt.

VI. Európai Unió klímavédelmi célkitűzései

Az Európai Unió célja, hogy a klímaváltozás elleni küzdelemben vezető szerepet töltsön be. Ennek oka egyrészt a fejlett világ és azon belül Európa felismert kiemelkedő történelmi felelőssége a kialakult helyzetért, másrészt annak felismerése, hogy a probléma kezeléséhez, a legjobb megoldások kimunkálásához olyan tudományos kapacitás szükséges, amely elsősorban a gazdaságilag fejlett és nagy kulturális hagyományokkal rendelkező államokban van meg (mint az EU tagállamok többsége), harmadrészt annak felismerése, hogy Európa a klímaváltozás negatív hatásainak egyik fő vesztese lehet, ha nem cselekszik idejében.

Ezen cél elérése érdekében a következő feladatokat tűzte ki:

A globális felmelegedés 2 °C-on belül tartása,

2020-ra az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése legalább 20%-kal az 1990-es szinthez képest. 2050-re pedig a kibocsátások legalább 50%-kal való csökkentése.

Az energiafogyasztás 20%-nak megújulókból való fedezése,

Az energiafogyasztás csökkentése 20%-kal, az energiahatékonyság és energiatakarékosság révén

Klíma-és energiacsomag legfontosabb elemei:

Az emisszió-kereskedelmi rendszer (ETS) módosítása és a tagállamok közötti erőfeszítések megosztása az ETS-en kívül eső szektorokban,

A megújuló energiaforrások elterjedésének

előmozdítása, A széndioxid megkötés fokozása,

A személyautók CO₂-kibocsátásának csökkentése.

VII. Nemzetközi szervezetek, intézmények

A legfontosabb nemzetközi szervezet, mely a klímaváltozással kapcsolatos tudományos ismeretek szintézisével foglalkozik, az 1998-ban létrehozott Éghajlat-változási Kormányközi Testület (IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change), de ezen kívül számos ENSZ-hez kötődő szakmai szervezet, egyéb nemzetközi egyezményekhez kapcsolódó szervezet és intézmény, valamint számos nemzetközi civil szervezet is létezik már. A tananyaghoz kapcsolódó 2. tanulmány keretében elkészítettük ezeknek egy válogatott, annotált listáját, természetesen a teljesség igénye nélkül.

A klímaváltozás, népességrobbanás, biodiverzitáskrisis, szociális egyenlőtlenségek fokozódása, humanitárius válságok nem oldhatók meg nemzetállami léptékben, hanem nemzetközi egyezményeket, és ezen túl nemzetközi szervezetek és intézmények létrehozását követelik meg. Mivel a gazdasági- és a természeti folyamatok eleve globálisak, így a demokratikus politikai hatalom, adó- és pénzügyi rendszer, jogi környezet sem mozoghat lokális, regionális, törzsi vagy nemzetállami skálán, mert akkor nem lesz képes érdemi szabályozhatást kifejteni a reálszférára. Ökológiai és fenntarthatósági szempontból létfontosságú egy hatékony nemzetközi döntéshozó és végrehajtó szervezet megteremtése, amelynek javára a létrehozó államok le kell, hogy mondjanak nemzeti szuverenitásuk egyes részeitől, különben a szervezet nem lesz képes hatékony és eredményes működésre. Ennek első lépése a meglévő nemzetközi integrációk elmélyítése és kiszélesítése valamint újak létrehozása és ezek összekapcsolása egymással (EU, Észak-Atlanti integráció, Eurázsiai Unió, Brit Nemzetközösség, Közép-Afrikai valutaunió, ENSZ és szakirányú szervezetei, nemzetközi egyezmények rendszere stb.)

Ez a folyamat sajnos nagyon lassan halad, így jelenleg nem képes küldetését maradéktalanul betölteni.

Részleteiben lásd a tananyaghoz kapcsolódó 2. számú tanulmányt.

VIII. Az eddigi erőfeszítések hatásai a világon és hazánkban

A tudományos alap kutatások terén jelentős globális publikációs teljesítményről lehet beszámolni ezen a területen, de klímaváltozás ökológiai hatásainak kutatásában és különösen a bioszféra klímaszabályozó szolgáltatásainak mélyebb megértésében nagyon nagy hiányosságaink vannak. A világszintű tudományos szintézis terén hatalmas előrelépést jelentenek a rendszeresen megjelenő és nyilvánosan elérhető IPCC jelentések, azonban a kutatások mai volumene mellett ez a technikai megoldás már nem tűnik elégségesnek és nem használja ki az informatikában rejlő lehetőségeket. Világszerte folynak alkalmazott kutatások és fejlesztések a klímaváltozással kapcsolatos alap kutatási eredményekre épülve és ezen fejlesztési eredmények gyakorlati bevezetésére (innováció) is vannak példák, úgy világszerte mint hazánkban is, de az alap kutatási eredmények alkalmazott kutatásokba, valamint fejlesztésekbe és innovációkba való átvezetése világszerte és hazánkban is esetleges, ennek nincs kialakult intézményrendszere, bevált metódusai. Világszerte egyre több nemzetközi szervezet, állam, régió, település intézmény, civil szervezet és vállalkozás dolgozza ki saját klímaváltozási stratégiáját és ezeket rendszerint nyilvánosságra is hozzák, de ez töredéke a valódi szükségleteknek, ráadásul megvalósításuk sem halad előre a kívánatos mértékben.

Világszerte és hazánkban is elmondható, hogy az ismeretterjesztés azon a szinten eredményes volt, hogy nagyon sokan hallottak már a klímaváltozás tényéről, hallottak a népességrobbanásról, hallottak az őserdők pusztításáról, veszélyeztetett vagy már kihalt fajokról, és a biodiverzitási krízisről általában is, de az emberek többsége nem ismeri

érdemben a klímaváltozással kapcsolatos tényeket, nem látja át a főbb összefüggéseket és főként a hozzá eljutó adatok és ismeretek nem válnak információvá számukra, mert nem befolyásolják mindennapi életüket, munkájukat, tevékenységüket.

A klímaváltozással és ökológiával, környezetüggyel és természetvédelemmel kapcsolatos alapvető ismeretek sok helyen már részét képezik a közoktatás anyagának, de hazai közoktatás rendszere például ma még nem segíti elő a tanulók egyéni tehetségeinek, adottságainak felismerését, egyénre szabott kibontakoztatását és így a klímaváltozáshoz való alkalmazkodási képességet sem fejlesztik a kívánatos és lehetséges mértékben. Hazánkban nagyon hiányzik a teljes egyetemi képzési spektrumot átfogó (BSc, MSc, PhD) célirányos ökológus, humánökológus és klímaökológus képzés, amely a tiszta alaptudományi és az alkalmazott tudományi területeket is felölelné. Világszerte léteznek már nemzeti parkok, bioszféra rezervátumok, vannak aktív fajvédelmi programok, léteznek természetvédelmi jogszabályok és nemzetközi egyezmények, de a világ erdősültsége ennek ellenére rohamosan csökken, a trópusi őserdőket írtják, a kihalással veszélyeztetett fajok száma növekszik, a globális biodiverzitás csökken, a természetvédelmi intézkedések sokszor erőtlenek. Léteznek nemzetközi környezetvédelmi egyezmények és nemzeti jogszabályok, de energiaellátásunk nagy része még mindig nem megújuló forrásokból származik, a harmadik világban gyakoriak az elavult szennyező technológiák. Világszerte megkezdődött egy fenntartható mezőgazdaság koncepciójának és technológiájának kidolgozása melynek elemei az ökológiai követelmények szerinti biogazdálkodás, a precíziós (helyspecifikus) gazdálkodás és az a magas diverzitást fenntartó agroforestry (fás és lágyszárú növények kombinált termesztéséről szóló) módszerek. Hazánkban azonban a mezőgazdaság nagy része még nem ökológiai feltételeknek megfelelő biogazdálkodást folytat és alig alkalmazunk helyspecifikus precíziós technológiákat. Nagyon sok nemzetközi egyezmény született, sok nemzetközi szervezet jött létre és több kontinensen (Európa, Eurázsia, Közép-Afrika) is fokozódott a különböző államok integrálódása, szövetségek kiépítése, de nem oldódott meg a szegényebb fejlődő országok klíma-, környezet- és természetvédelmét elősegítő nemzetközi összefogás és segítségnyújtás kérdése. A Kyotói egyezmény eredeti időkeretében nem vezetett látványos javuláshoz. Nem jött létre új hatékony és végrehajtható egyezmény sem a klímaváltozás megfékezésére, sem az ahhoz való alkalmazkodás nemzetközi elősegítésére. Hazánk adórendszere jelenleg összeségében nem klímabarát, nem segíti sem a mérséklési, sem az alkalmazkodási erőfeszítéseket. Nemzetközi népesedéspolitikai és szociálpolitikai együttműködés jelenleg nem létezik. Léteznek nemzetközi egyezmények a diplomák és szakképzettségek bizonyos országok közötti elfogadásáról és a kettős adóztatás kizárásáról külföldi munkavállalók esetén, de annak ellenére, hogy a munkaerő szabad és hatékony áramlása a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás elsődleges eszköze, ennek még világviszonylatban nagyon komoly jogi, gazdasági, szemléleti, információs és infrastrukturális akadályai vannak.

Részleteiben lásd a tananyaghoz kapcsolódó 2. számú tanulmányt.

IX. Legfontosabb tájékoztató források a nagyközönség számára (könyvek, honlapok, filmek):

Könyvek magyar nyelven:

Harnos, Zs., Gaál, M., Hufnagel, L. (szerk) (2008): **Klímaváltozásról mindenkinek**
– Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest. (1-197 oldal) ISBN 978-963-503-384-3

Harnos, Zs, Csete, L. (szerk) (2008): **Klímaváltozás: Környezet-Kockázat-Társadalom** . – Szaktudás Kiadó Ház, Budapest (1-377 oldal). ISBN 978-963-9736-87-0

Hufnagel L, Sipkay Cs (szerk) (2012): **A klímaváltozás hatása ökológiai folyamatokra és közösségekre** – Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest (1-530 oldal) ISBN 978-963-503-511-3

Legfontosabb ingyenesen letölthető nemzetközi források, angol nyelven:

Juan Blanco and Houshang Kheradmand (ed) (2011): **Climate Change - Geophysical Foundations and Ecological Effects**, :InTech - Open Access Publisher, Rijeka, Croatia, ISBN 978-953-307-419-1, Available from: <http://www.intechopen.com/books/climate-change-geophysical-foundations-and-ecological-effects/>

Suzanne W. Simard and Mary E. Austin (Ed.) (2010): **Climate Change and Variability**. Sciyo. ISBN: 978-953-307-144-2, Available from: <http://www.intechopen.com/books/climate-change-and-variability>

IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007, Available from: https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/contents.html

IPCC Fifth Assessment Report: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability Available from: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>

Filmek:

Climate Change TV- klímaváltozással kapcsolatos interjúk a világ döntéshozóival, akik különböző álláspontokat képviselnek a klímaváltozással kapcsolatban, illetve csúcstalálkozók felvételei található az oldalon

<http://climatechange-tv.rtcc.org/>

Conservation International 1-2 perces rövid filmjei angol nyelven (angol felirat választható) <https://www.youtube.com/watch?v=WmVLCj-XKnM&list=PL5WqtuU6JrnXjsGO4WUpJuSVmlDcEgEYb&spfreload=10>

(Julia Roberts mint Anyatermészet)

<https://www.youtube.com/watch?v=rM6txLtoac&list=PL5WqtuU6JrnXjsGO4WUpJuSVmlDcEgEYb&index=2>

(Harrison Ford mint az Óceán)

<https://www.youtube.com/watch?v=jBqMJZv4Cs8&list=PL5WqtuU6JrnXjsGO4WUpJuSVmlDcEgEYb&index=3>

(Kevin Spacey mint Esőerdő)

<https://www.youtube.com/watch?v=Dor4XvjA8Wo&index=4&list=PL5WqtuU6JrnXjsGO4WUpJuSVmlDcEgEYb>

(Edward Norton mint föld)

<https://www.youtube.com/watch?v=fwV9OYeGN88&index=5&list=PL5WqtuU6JrnXjsGO4WUpJuSVmlDcEgEYb>

(Penélope Cruz mint víz)

<https://www.youtube.com/watch?v=3e66bnuxV2A&list=PL5WqtuU6JrnXjsGO4WUpJuSVmIDcEgEYb&index=6>

(Robert Redford mint vörösfenyő)

<https://www.youtube.com/watch?v=IVMV3StvLCs&list=PL5WqtuU6JrnXjsGO4WUpJuSVmlDcEgEYb&index=7>

(Ian Somerhalder mint korallzátony)

https://www.youtube.com/watch?v=0_OxI2JZex4&list=PL5WqtuU6JrnXjsGO4WUpJuSVmlDcEgEYb&index=8

(Lupita Nyong'o mint virág)

Nagyon sok film található magyarul, a következő gyűjteményekben:

<http://kornyezetvedelem.weebly.com/filmek.html>

<http://fna.hu/afoldnapja/filmajanlo>

<http://tudatosvasarlo.hu/rovat/klimavaltozas>

<http://www.filmkatalogus.hu/Klimavaltozas-5-fok--f35583>

<http://www.piecesprofit.hu/klimablog/klimavaltozas-thriller-vilagsztarokkal/> <http://lmv.hu/klimafilme>

https://en.wikipedia.org/wiki/Category:Climate_change_films

Honlapok annotált listája:

1. A CLIM-NET/HUN projekt honlapja: www.klimatudatos.hu
2. Az Applied Ecology and Environmental Research című folyóirat honlapja, klímaváltozási tárgyú cikkgyűjteménnyel: www.aloki.hu
3. Az IPCC honlapja, amelyről az összes eddigi jelentés letölthető: www.ipcc.ch
4. United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC (ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezmény) honlapja. Rengeteg klímaváltozással kapcsolatos anyagot tartalmaz, beleértve természetesen a Keretegyezmény és a hozzá kapcsolódó Kiotói Jegyzőkönyv szövegét, <http://unfccc.int/2860.php> és <http://newsroom.unfccc.int/>
5. International Institute for Sustainable Development, IISD (Nemzetközi Intézet a Fenntartható Fejlődésért). Az angol nyelvű oldal tájékoztat a fenntartható fejlődéssel kapcsolatos fontosabb nemzetközi eseményekről, találkozókorról, tárgyalásokról. <http://www.iisd.ca/>
6. Climate Change TV, CCTV- a weboldalon klímaváltozással kapcsolatos beszédek, interjúk a világ döntéshozóival, illetve csúcstalálkozók felvételei találhatóak, <http://climatechange-tv.rtcc.org/>
7. Responding to Climate Change, RTCC., weboldal, mely az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye előrehaladásának hivatalos figyelője, napi híreket és elemzéseket közöl a klímapolitikával, klímakutatásokkal, és különösen a világszintű széndioxid kibocsátással kapcsolatosan, a Climate Change TV-nek is ez a honlap ad helyet www.rtcc.org
8. World Bank (Világbank) éghajlatváltozással kapcsolatos oldala. <http://www.worldbank.org/en/topic/climatechange>

9. Think Tank Map , a honlap az éghajlatváltozás közgazdaságtanának aktív kutatószervezeteit kívánja térképen betájolni illetve a tevékenységüket nyomon követni. http://www.thinktankmap.org/Page.aspx?Name=The_Project
10. Climate Action, klímaváltozással kapcsolatos globális hírek, események figyelője www.climateactionprogramme.org , http://ec.europa.eu/clima/news/index_en.htm
11. Climate Protection Manual for Cities. Klímavédelmi kézikönyv városok számára, melyet a Natural Capitalism Solutions nonprofit szervezet dolgozott ki, amely a kormányzati, üzleti és magánszféra felsővezetőinek fenntarthatósági továbbképzését tűzte ki célul. Az anyag nemcsak a városok vezető tisztségviselőinek, hanem polgárainak is készült. www.climatemanual.org
12. Great Transition Initiative, nemzetközi hálózat és online fórum, melyben egy olyan jövő formálásával kapcsolatos ötleteket, stratégiákat vitatják meg, amelyben gazdagabb az élet, az emberi szolidaritás érvényesül és rugalmas a bioszféra. <http://www.greattransition.org/>
13. Greenpeace- független nemzetközi környezetvédelmi szervezet, mely egyben a béke szószólója is. Célja, hogy elősegítse az energia forradalmat, óceánok és őserdők védelmét, a békét és a háborúk befejezését, mérgeanyag mentes jövőt és fenntartható mezőgazdaságot. <http://www.greenpeace.org/international/en/about/> ; <http://www.greenpeace.org/hungary/hu/>
14. Worldchanging.com-a Föld jövőjével megoldás-orientáltan foglalkozó nonprofit média szervezet ,<http://www.worldchanging.com/about/>
15. Klímabarát Települések Szövetsége Magyarországon: <http://klimabaratar.hu/>
16. Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület, hazánk legnagyobb természetvédelmi egyesülete <http://www.mme.hu/>
17. A WWF magyarországi honlapja: wwf.hu

Angol nyelvű szakcikkek, tudományos publikációk

Vadadi-Fülöp Csaba , Hufnagel Levente (2014): Climate change and plankton phenology in freshwater: current trends and future commitments - JOURNAL OF LIMNOLOGY 73:(1) pp. 1-16. (2014)

Vadadi-Fulop Cs , Sipkay Cs , Meszaros G , Hufnagel L (2012): Climate change and freshwater zooplankton: what does it boil down to? - AQUATIC ECOLOGY 46:(4) pp. 501-519. (2012)

Sipkay Cs , Tihamér Kiss K T , Vadadi-Fülöp Cs , Homoródi R , Hufnagel L (2012): Simulation modeling of phytoplankton dynamics in a large eutrophic river, Hungary, Danubian Phytoplankton Growth Model (DPGM) - BIOLOGIA (BRATISLAVA) 67:(2) pp. 323-337. (2012)

Sipkay Cs , Kiss K.T. , Vadadi-Fülöp, Cs. , Hufnagel, L. (2010): The possible effects of climate change on the phytoplankton communities in the Danube river, Hungary
In: International Association For Danube Research - 38th IAD Conference: Book of Abstracts: Large River Basins – Danube meets Elbe: Challenges – Strategies – Solutions .

Dresden , Germany , 2010.06.22 -2010.06.25. Dresden: International Association for Danube Research, pp. 69-72.

Sipkay CS , Kiss KT , Vadadi-Fülöp CS , Hufnagel L (2009): Trends in research on the possible effects of climate change concerning aquatic ecosystems with special emphasis on the modelling approach -APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH 7:(2) pp. 171-198.

Vadadi-Fülöp CS , Türei D , Sipkay CS , Verasztó CS , Drégelyi-Kiss Á , Hufnagel L (2009): Comparative Assessment of Climate Change Scenarios Based on Aquatic Food Web Modeling - ENVIRONMENTAL MODELING & ASSESSMENT 14:(5) pp. 563-576.

Sipkay Cs , Horváth L , Nosek J , Oertel N , Vadadi-Fülöp Cs , Farkas E , Drégelyi-Kiss Á , Hufnagel L (2008): Analysis of climate change scenarios based on modelling of the seasonal dynamics of a Danubian copepod species - APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH 6:(4) pp. 101-109.

Vadadi-Fülöp Cs , Hufnagel L , Sipkay Cs , Verasztó Cs (2008): Evaluation of climate change scenarios based on aquatic food web modeling - APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH 6:(1) pp. 1-28.

Hufnagel L , Garamvölgyi Á (2014): Impacts of Climate Change on Vegetation Distribution No.2- Climate Change Induced Vegetation Shifts in the New World -APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH 12:(2) pp. 355-422.

Garamvölgyi Ágnes , Hufnagel Levente (2013):) : Impacts of Climate Change on Vegetation Distribution No.1- Climate Change Induced Vegetation Shifts in the Palearctic Region - APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH 11:(1) pp. 79-122.

Ferenczy A, Eppich B, Varga R.D., Bíró I, Kovács A, Petrányi G, Hirka A, Szabóki Cs, Isépy I., Priszter Sz, Türei D, Gimesi L, Garamvölgyi Á, Homoródi R., Hufnagel L (2010): Comparative Analysis of the Relationships between Phenological Phenomena and Meteorological Indicators Based on Insect and Plant Monitoring - APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH 8:(4) pp. 367-376. (2010)

Diós Nikoletta , Szenteleki Károly , Ferenczy Antal , Petrányi Gergely , Hufnagel Levente (2009): A climate profile indicator based comparative analysis of climate change scenarios with regard to maize cultures - APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH 7:(3) pp. 199-214.

Eppich B , Dede L , Ferenczy A , Garamvölgyi Á , Horváth L , Isépy I , Priszter Sz , Hufnagel L (2009): Climatic effects on the phenology of geophytes - APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH 7:(3) pp. 253-266.

Attila Trájer , Ákos Bede-Fazekas , Levente Hufnagel , Levente Horvath , János Bobvos , Anna Páldy (2013): The effect of climate change on the potential distribution of the European Phlebotomus species - APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH 11:(2) pp. 189-208. (2013)

Gergőcs V , Homoródi R , Hufnagel L (2012): Genus lists of Oribatid mites – A unique perspective of climate change indication in research -In: Gbolagade Akeem Lameed (Ed.):Biodiversity Conservation and Utilization in a Diverse World . Rijeka: InTech, 2012. pp. 175-208. (ISBN:978-953-51-0719-4)

Bartholy J , Pongracz R , Nagy J , Pieczka I , Hufnagel L (2012): Regional Climate Change Impacts on Wild Animals' Living Territory in Central Europe - APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH 10:(2) pp. 107-120. (2012)

Gimesi L , Homoródi R , Hirka A , Szabóki Cs , Hufnagel L (2012): The effect of climate change on the phenology of moth abundance and diversity - APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH 10:(3) pp. 349-363. (2012)

Gimesi László , Homoródi Réka , Hirka Anikó , Szenteleki Károly , Hufnagel Levente (2012):The Effect of Climate Change on Light Trap Capturing Data of Lepidoptera - INTERNATIONAL PROCEEDINGS OF CHEMICAL BIOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING 28: pp. 255-259.

Kocsis M , Hufnagel L (2011): Impacts of climate change on lepidoptera species and communities - APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH 9:(1) pp. 43-72.

Kúti Z , Hirka A , Hufnagel L , Ladányi M (2011): A population dynamical model of Operophtera brumata, L. extended by climatic factors - APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH 9:(4) pp. 433-447.

Nagy J , Bartholy J , Pongrácz R , Pieczka I , Hufnagel L (2011): Regional climate change impacts on wild animal's living territory in Central Europe. -GEOPHYSICAL RESEARCH ABSTRACTS 13: Paper 11530.

Ladányi M , Hufnagel L (2006): The effect of climate change on the population of sycamore lace bug (Corythuca ciliata, SAY, Tingidae Heteroptera) based on a simulation model with phenological response - APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH 4:(2) pp. 85-112.

Drégelyi-Kiss Á , Hufnagel L (2010): Effects of temperature-climate patterns on the production of some competitive species on grounds of modeling ENVIRONMENTAL MODELING & ASSESSMENT 15:(5) pp. 369-380. (2010)

Drégelyi-Kiss Á , Gimesi L, Homoródi R.,(2010): Examination the Interaction between the composition of a Theoretical Ecosystem and the increase in the Atmospherical CO2 Level HUNGARIAN JOURNAL OF INDUSTRIAL CHEMISTRY 38:(2) pp. 201-206. (2010)

Dregelyi-Kiss A , Hufnagel L (2009): Simulations of Theoretical Ecosystem Growth Model (TEGM) during various climate conditions - APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH 7:(1) pp. 71-78.

Drégelyi-Kiss Á , Drégelyi-Kiss G , Hufnagel L (2008): Ecosystems as climate controllers – biotic feedbacks (a review) - APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH 6:(2) pp. 111-134.

Hufnagel L , Gaál M (2005): Seasonal dynamic pattern analysis in service of Climate Change Research - APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH 3:(1) pp. 79-132. (2005)

Trájer A , Bede-Fazekas A , Hufnagel L , Bobvos J , Páldy A (2014): The paradox of the binomial Ixodes ricinus activity and the observed unimodal Lyme borreliosis season in Hungary - INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL HEALTH RESEARCH 24:(3) pp. 226-245.

Mics F, Rozak A H , Kocsis M , Homoródi Réka , Hufnagel L (2013): Rainforests at the beginning of the 21st Century - APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH 11:(1) pp. 1-20.

Sipkay, Cs, Á., Drégely-Kiss, L., Horváth, Á., Garamvölgyi, K., Tihamér Keve & L., Hufnagel (2010). Community ecological effects of climate change. In: Suzanne W. Simard and Mary E. Austin (Ed.) Climate Change and Variability. Sciyo. p. 139-162. ISBN: 978-953-307-144-2, Available from: <http://sciyo.com/articles/show/title/community-ecological-effects-of-climate-change>

Drégelyi-Kiss, Ágota, & Hufnagel, L. (2011): Changes in the Composition of a Theoretical Freshwater Ecosystem Under Disturbances In: Juan Blanco and Houshang Kheradmand (ed): Climate Change - Geophysical Foundations and Ecological Effects, :InTech - Open Access Publisher, Rijeka, Croatia, ISBN 978-953-307-419-1 , URL: <http://www.intechopen.com/articles/show/title/changes-in-the-composition-of-a-theoretical-freshwater-ecosystem-under-disturbances>

Gergócs, V. –Homoródi, R – Hufnagel, L. (2012): Genus lists of Oribatid mites – A unique perspective of climate change indication in research In: Dr. Gbolagade Akeem Lameed (ed): Biodiversity Conservation and Utilization in a Diverse World, InTech, Rijeka, Croatia ISBN 978-953-51-0719-4 <http://www.intechopen.com/books/biodiversity-conservation-and-utilization-in-a-diverse-world/genus-lists-of-oribatid-mites-a-unique-perspective-of-climate-change-indication-in-research>

Szenteleki, K és Szilágyi, K (szerk): Fenntartható fejlődés, élhető régió, élhető települési táj 3. kötet – Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest, ISBN 987-963-503-506-2

Marx György (1993): Napfény, üvegház, éghajlat – Fizikai Szemle XLIII/4: 132-139

További források tekintetében lásd a tananyaghoz kapcsolódó 2. számú tanulmány részletes bibliográfiáját is.