

CLIM-NET/HUN tananyag: A sebezhetőség mérése I. és II.

- 1 -

A sebezhetőség mérése, mérőszámai

A fejezet tartalma

- I. Alapfogalmak
 - II. Néhány példa az sérülékeny és kevésbé sérülékeny rendszerekre
 - III. Egy fiktív esettanulmány klímaváltozásra
 - IV. A sebezhetőség jellemzése és mérése
 - V. IPCC kulcs-sérülékenységek
 - VI. Sérülékeny rendszerek hierarchiája, szerveződési szintjei
 - VII. Sérülékenységi esettanulmányok, interpretációk és példák, szerveződési szintenként
-

(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. Alapfogalmak

A **sebezhetőség, sérülékenység** (vulnerabilitás) egy rendszer azon tulajdonsága, hogy környezetének valamely megváltozása a rendszerre olyan hatást képes kifejteni, amely annak fennmaradását, önazonosságát, vagy normális működését, épségét veszélyeztetheti, károsíthatja. A sebezhetőség lényegében alacsony szintű alkalmazkodási kapacitást jelent.

A **rendszer** elemekből és köztük lévő kapcsolatokból, kölcsönhatásokból áll. A rendszer elemei egy halmazt alkotnak (elemhalmaz), az elemek közötti kölcsönhatások pedig egy másik halmazt (kölcsönhatási vagy kapcsolathalmaz) képeznek. A halmaz fogalmát önmagában nem definiáljuk, de egy konkrét halmazt akkor tekinthetünk pontosan definiáltnak, ha a világ minden dologáról egyértelműen eldönthető, hogy eleme-e a halmaznak vagy sem. Egy rendszer akkor van pontosan definiálva, ha elemeinek halmaza és kölcsönhatásainak halmaza is pontosan definiált. A körülöttünk lévő világban a dolgok „sűrűszövésű” kölcsönhatási és kapcsolati hálózatban vannak egymással. Amikor a rendszert definiáljuk, lehatároljuk az Univerzum többi részéről, akkor bizonyos hatásvektorokat „elvágnunk”, mert a ható tényező a rendszeren kívülre a hatást elszennedő pedig azon belülre kerül.

A **külvilág** minden, ami a rendszeren kívül van, ami nem eleme sem a rendszer elemhalmazának, sem kölcsönhatási halmazának.

A külvilágnak az a része, amely a rendszerre közvetlenül hatást tud gyakorolni az a rendszer **környezete** (lényegében a rendszer elhatárolásakor „elvágtott” hatásvektorok halmaza).

Nagyon fontos, hogy a külvilágot (a teljes exteriőr komplexumot) ne keverjük össze a környezettel, amely csupán annak egy nagyon kis részhalmaza. Ha a környezet fogalmát nem ezen a módon definiálnánk, hanem a rendszeren kívüli összes dolgot (a teljes külvilágot) értenénk alatta, akkor a környezettudományok értelmetlenné válnának és olyan fogalmakkal sem tudnák mit kezdeni, mint például a környezetvédelem, hiszen mindig az egész univerzumot kellene vizsgálnunk, ami természetesen lehetetlen.

A rendszer **állapota** állapotjelzők segítségével definiálható. Egy adott állapot az állapotjelzők aktuális értékeinek felsorolásával adható meg. **Állapotjelző** a rendszer valamely tulajdonságát jellemző adat. Az **adat** egy meghatározott objektum (esetünkben a rendszer), egy meghatározott változójának (tulajdonság, attribútum), az aktuális értéke. E három dolog kell ahhoz, hogy az adat definiált legyen.

Hatás az, ami a rendszer állapotát (tehát legalább 1 állapotjelzőjének aktuális értékét) megváltoztatni képes. Hatásról akkor beszélhetünk, ha az állapotváltozást eredményez, minden ami hatás eleme a rendszer környezetének. A hatás mindig a külvilág valamilyen változásának következménye.

Ha külvilág **változása hatás**hoz vezet, akkor a rendszer arra állapotváltozással fog reagálni; ezt a reakciót **válaszadás**nak nevezzük.

A külvilág változásaira a rendszer többféle módon reagálhat (válaszadás):

Plasztikus reakció, ha a hatásra a rendszer állapota tartósan megváltozik. (Ennek szélsőséges esete a rendszer megsemmisülése, de lehet tartós károsodás, vagy érdemi károsodás nélküli kismértékű megváltozás, esetleg az új körülményekhez való tartós alkalmazkodás is.)

Reziliens (elasztikus) reakció, ha a rendszer a hatás következtében egyensúlyi állapotából kimozdul ugyan, de idővel oda rugalmasan visszatér. (Ez lehet átmeneti károsodás utáni helyreállítás, vagy rugalmas alkalmazkodás is.)

Rezisztens (passzív ellenállási) reakció, ha a rendszer a hatást elnyeli ugyan, de azt károsodás nélkül átengedi magán, állapota érdemben nem változik meg átmenetileg sem. Valójában csak nagyon rövid időre nagyon kis mértékben változik meg, szinte csupán „észleli és nyugtázza” a változást (megremeg, de ellenáll).

E három válaszadási forma mindegyike lehet megfelelő **alkalmazkodási módszer**, **alkalmazkodási stratégia** eredménye is. Ha azonban a hatás meghaladja a rendszer **alkalmazkodási kapacitását**, akkor a rendszer sérülhet.

A **sebezhetőség** vagy **sérülékenység** tehát az **alacsonyszintű alkalmazkodási kapacitás** szinonímájaként is tekinthető.

Az alkalmazkodási kapacitást általánosságban az alábbi rendszertulajdonságok növelik:

tartalékok, készletek (ellenben sérülékenységet jelent ezek hiánya, vagyis az egyébként hatékony működést jelentő magas turnover, rövid tartózkodási idő)
raktározási, elhelyezési, befogadási kapacitások, üres férőhelyek (sérülékeny a rendszer, ha a hirtelen felhalmozódó többletet nem tudja elhelyezni)
párhuzamos folyamatok, amelyek helyettesíthetik egymást (sérülékenyek a sorosan kötött, egymástól függő, egymásra épülő folyamatok)

diverz rendszerek, amelyek egyazon funkcióra többféle (nem feltétlenül csak az adott körülmények között leghatékonyabb) megoldást alkalmaznak (sérülékenyek viszont a homogén rendszerek, monokultúrák).

generalista, széles tűrőképességű, univerzálisabb megoldások, ellentétben a specialista jellegű, szűktűrésű megoldásokkal.

II. Néhány példa az sérülékeny és kevésbé sérülékeny rendszerekre

Természetben:

Egy diverz természetes trópusi esőerdőnél sohasem fordul elő, hogy egy rovarfaj, vagy gombabetegség olyan erdőpusztítást hajtson végre, mint amelyet a gyapjaslepke (*Lymatria dispar*) vitt véghez az USA-beli Pennsylvaniában egy mérsékeltövi lombos-erdőben. De egy normális, természetes, vegyes koreloszlású fenyőerdőt sem tud úgy ledönteni egy szélvihar, mint a Tátrában tette a teljesen homogén egykorú faültetvényvel. Az alacsonyabb diverzitás sérülékenységet eredményez.

Mezőgazdaságban:

Nagyábrás, genetikailag homogén, folyamatos monokultúra kedvező körülmények között hatékonyabb, olcsóbb és jövedelmezőbb, de egyszersmind sokkal sérülékenyebb a kártevők, kórokozók, gyomok, illetve abiotikus (köztük időjárási) károsítók hatásával szemben, mint a genetikailag diverz (sok növényfajt, fajon belül sok fajtát alkalmazó), térben mozaikos, kisparcellás, helyspecifikusan művelt, vetésgörögöt alkalmazó, ökológiailag tudatosabb mezőgazdasági rendszerek, különösen az agroforestry megoldások.

Kereskedelemben, szolgáltatásokban:

Az egyféle dolgot és azon belül is kevés számú márkát forgalmazó speciális szaküzletek vagy márkaszervizek elegánsabbak és egyszerűbben működtethetők, de egyúttal a piaci változásokkal szemben sérülékenyebbek, mint a nagyválasztékú vidéki szatócsboltok, vagy mindent javító ezermesterek.

Szaktudás, szakértelem tekintetében:

Kétféle jó szakember létezik és mindkettőre szükség van: az egyik akit „specialista szakbarbárnak” nevezhetünk, a másik akit „tudós szakértőnek”. A specialista szakbarbár kitűnően meg tud oldani olyan szakmai feladatokat, amelyekben már legalább 10 évnyi tapasztalata van. A tudós szakértők viszont kizárólag olyan kérdésekkel foglalkoznak, amivel még sohasem találkoztak korábban (vagy legalábbis minden problémához így állnak hozzá). Kétféle egymással látszólag ellentétben álló bölcsesség ismert ezzel kapcsolatban. Az egyik szerint „**aki csak egy dologhoz ért, az ahhoz sem ért igazán**”, hiszen a valódi problémák mindig összefüggéseikben jelennek meg. A másik bölcsesség szerint „**aki mindenhez ért, az semmihez sem ért igazán**”, hiszen semmiben sem fog nagyon elmélyedni, viszont meglátja az összefüggéseket és távoli analógiákat. Azt hiszem, mint mindig az igazán jó megoldás az arany középútban van.

Egy jó klímaszakértőnek, ökológusnak, tudományos kutatónak:

széleskörűen művelt, tájékozott embernek kell lennie, továbbá

elengedhetetlen, hogy képes legyen multidiszciplináris megközelítésekre, vagyis meglehetősen jó szakismeretei legyenek az élettudományok, földtudományok, környezettudományok, agrártudományok, egészségtudományok és az alap természettudományok mindegyikében, viszont talán nem nélkülözhetetlen, hogy ismerje a reneszánsz festészet nagy alakjait, az időmértékes verselést, vagy a zeneelmélet alapjait.

Nagyon fontos, hogy sokféle rokon szakterületen, sokféle kutatási témában legyenek publikációi és nagyon sok különböző szakterületű társszerzővel működjön együtt team-munkában, ennek hiányában ugyanis néhány év alatt menthetetlenül szakbarbárrá válik.

Világítsuk meg a kérdést egy képzeletbeli esettanulmánnyal!

Ha egy gyakorlati növényvédelmi problémával kerülünk szembe és felhívunk telefonon egy közismerten jó „specialista szakbarbárt”, akkor az a barackfánk állapotának néhány mondatos jellemzése után látatlanban rá fogja vágni, hogy mi a baja és mivel kell permetezni és az esetek 99%-ban igaza is lesz. Ha ugyanezzel a problémával egy tudós szakértőt keresünk meg, akkor az feltétlenül kijön a helyszínre, napokig vagy hetekig tanulmányozza a barackfát, mintákat vesz, laboratóriumban elemzi, átnézi a legfrissebb szakirodalmat és nagy valószínűséggel végül ugyanazt fogja mondani, mint a specialista szakbarbár csak sokkal több idő alatt és sokkal több pénzért. Viszont ha egy valóban nehéz, ritka, bonyolult új típusú esetről, rendkívüli helyzetről van szó, akkor a specialista szakbarbár nem fogja felismerni, hanem rutinból félrekezeli, és nagyobb bajt csinál, mintha meg se szólalt volna, a tudós szakértő viszont ilyen esetekben is megtalálja a legjobb megoldást. Egy gutaütött barackfánál ennek nem sok jelentősége van, de egy ritka és súlyos betegségben szenvedő embernél életmentő lehet. Egy fényképésznél, akinek tönkrement a fotólemeze nem lényeges, de ha Henri Becquerel-ről van szó, akkor ezzel felfedezi a radioaktivitást. Ha a faluban kell tanácsot adni a gazdáknak, akkor elegendő lehet egy jó szakbarbár, de egyetemi oktatóként, igazságügyi szakértőként, tudományos vezetőként vagy politikusként nagyon kockázatos lenne.

Világítási rendszereknél

A sorba kötött karácsonyfaizzók szépen mutatnak a fán, de senki sem szeretné, ha életmenő műtétje közben ilyen világítással lenne ellátva a kórház, hiszen bármelyik égő hibája esetén az egész rendszer elsötétül. A soros kapcsolások (párhuzamosságok és alternatív utak hiánya) a társadalomban, gazdaságban és a termelési folyamatokban is veszélyes, különösen változó körülmények között. A természetes ökoszisztémákban a biodiverzitás biztosítja a kellő párhuzamosságot és működési megbízhatóságot, idegen szóval funkcionális redundanciát.

Autógyártásnál

Egy suzuki összeszerelésénél többszázféle beszállítótól használnak fel alkatrészeket, az üléshezattól a szélvédő üvegén keresztül, az elektronikaig vagy az alvázig, nagyon sérülékeny lenne az autógyártás, ha bármely beszállító csődjé vagy szállítási nehézségei esetén leállna a gyártás, csak mert nincs üléshezát vagy visszapillantó tükör. Itt a megbízható működést raktárkészletek biztosítják.

Cukorgyárnál

A cukorrépa szinte egyszerre érik be mindenhol, a cukrot viszont folyamatosan vásárolják az emberek egész évben.

Sérülékeny lenne a rendszer, ha a gyárban nem tudnák elhelyezni az egyszerre beérkező nagymennyiségű répát, vagy ha a legyártott cukor számára nem állna rendelkezésre nagyméretű készáruraktár. Itt a megbízható működést az üres raktározó helyek biztosítják.

III. Egy fiktív esettanulmány a klímaváltozásra

Az elmondott alapfogalmakat, most megpróbáljuk egy képzeletbeli szituáció példájával illusztrálni, amely a klímaváltozás legsúlyosabb társadalmi hatásával a rövid idő alatt nagy számú menekült befogadását és ellátását szükségessé tevő **klímamigrációval** foglalkozik.

Ennek a példának különös jelentőséget ad, hogy Európa éppen napjainkban küzd meg egy kifejezetten nehezen kezelhetőnek tűnő migrációval (menekültek és gazdasági bevándorlók hullámával), amely szituáció a jelek szerint szoros kapcsolatban áll a klímaváltozással.

Éppen 2015 június 14-én zárta le Sir David King (az Egyesült Királyság Külügyminisztériuma klímaváltozási különmegbízottja, a kormányzat korábbi tudományos főtanácsadója) vezetésével, a Cambridgei Egyetem CSaP Központjának nemzetközi szakértői csoportja azt a jelentést, amely a Klímaváltozás Kockázatelemzését tartalmazza (David King et al (2015): Climate Change –A Risk Assessment), amely ugyan egyenlőre „csak” szakértői anyag, nem az Egyesült Királyság kormányzatának hivatalos álláspontja, de amelynek előszavát Anelay of St. Johns bárónő, az Egyesült Királyság külügyminisztere írta (továbbiakban King Jelentés).

A King Jelentés a klímaváltozás jelenben már bekövetkezett nemzetbiztonsági és nemzetközi biztonsági kockázataként tárgyalja, az utolsó néhány évtized szárazodási tendenciáját, amely jelentősen megnövelte az aszályos évek előfordulását a Közel-Keleten, Észak-Afrikában, és a Mediterrán térségben. Az alfejezet címe „Aszály, népvándorlás és a szíriai konfliktus”. A tanulmányból kiderül, hogy Szíriát 2007 és 2011 között extrém szárazság és aszályosorozat sújtotta, amelynek következtében hozzávetőlegesen 2 millió farmer és állattenyésztő volt kénytelen elhagyni korábbi megélhetését és a városokba menekülni, amely városi területek viszont éppen akkor már egyébként is számos iraki és palesztin menekülttel voltak túlterhelve. 2009-re 800 000 szíriai vesztette el teljesen megélhetését, a klímaváltozás következtében, 2011-ben 1 milliónyian éheztek, és 2-3 millióra rúgott az extrém mélyszegénységben élők száma. Habár a politikai forrongás és a nyílt konfliktus kitörésében más tényezők is közrejátszottak (például a bevezető fejezetben már tárgyalt szociális olló tágulása, de rossz politikai döntések, a demokrácia és jogállamiság hiánya stb.), a jelentés szerint ezen széleskörű elszegényedés nélkül a helyzet kialakulása nem lett volna elképzelhető. Az általános helyzethez hozzájárult az is, hogy a klímaváltozás következtében Oroszországban, Ukrajnában és Kínában aszályok sorozata sújtotta a mezőgazdaságot így a gabona világpiaci ára nagyon megemelkedett. A Közel-Kelet és Észak Afrika a világ legnagyobb búzaimportőre, így ezt a területet a klímaváltozás ezen távoli mezőgazdasági hatása is súlyosan érintette. Egyiptomban például a búza ára 300%-os emelkedést mutatott. Ezek a területeken a háztartások jövedelmének 35-45% fordítják normálisan élelmezésre. Afrikában a klímaváltozás hatására felerősödtek a nemzeti és nemzetiségi konfliktusok is. A jelentés szerint a klímaváltozás és a konfliktusok valószínűsége között minden idő és térszálán statisztikailag szignifikáns korreláció látszik. A Jelentés szerint szoros kapcsolat van a népesség marginalizálódása, az alapvető közbiztonsági, közegészségügyi, munkabiztonsági és szabadsággal kapcsolatos társadalmi igények kielégítetlensége és a terrorizmusra való hajlandóság között. A már most is rossz gazdasági helyzetben lévő országok a klímaváltozással tovább gyengülnek és ez a terrorizmus térnyerését segíti, ami menekült hullámokhoz vezet. A jelentés szerint klímaváltozás többféle módon is növelni fogja a migrációt és az országon belüli helyváltoztatást is. Nagyon valószínű kockázatnak tartják, hogy a klímaváltozás következtében növekszenek a humanitárius krízishelyzetek, növekedhet a nacionalizmus, és távolabb kerülhetünk azon társadalmi értékektől, amely az emberi jogokkal, demokráciával és egy együttműködő globális kormányzattal függnek össze, pedig éppen ezek azok, melyek a probléma megoldását jelentenék.

A Pentagon 2014-es négyévenkénti jelentése (QDR -Quadrennial Defense Review) a 2015-ös King Jelentéshez hasonlóan kijelenti, hogy a klímaváltozás előrehaladtával növekedni fog a terrorizmus is.

Most azonban a jelen aktualitásaitól eltekintve, vizsgáljuk fiktív elméleti szituációként a kérdést, hogy valamennyi eshetőséget és szempontot számba vehessünk!

Egy államot, régiót, vagy települést tekinthetünk most egy területileg lehatárolt **rendszernek**. **Elemi** legyenek az ott élő családok, vállalkozások, szervezetek, intézmények, amelyek között társadalmi munkamegosztás jelenti a **kölcsönhatásokat**. Van, aki élelmet vagy más árucikkeket termel, van aki szolgáltatásokat nyújt, van aki szellemi alkotó tevékenységet végez, vannak akik éppen ellátásra, gondoskodásra szorulnak (csecsemők, gyermekek, tanulmányaikat végző fiatalok, idős emberek, betegek, rokkantak, hajléktalanok, munkanélküliek) és vannak akik mindezen tevékenységek koordinálásával foglalkoznak.

Tegyük fel, hogy egy szomszédos államban, régióban vagy településen (tehát a **külvilágban**), a klímaváltozás és azzal összefüggő más okok hatására megromlanak az életkörülmények és így az adott terület ott a korábbinál kevesebb ember ellátására lesz képes. Ennek hatására az ottani társadalom úgy alkalmazkodik, hogy a társadalom egy arra alkalmas, mobilisabb (megfelelő életkorú és egészségi állapotú, tehetősebb, képzetesebb, idegen nyelveket és szokásokat megtanulni inkább képes, nyilván leginkább fiatal férfiakból álló) része eredeti szülőföldjéről elvándorolni kénytelen.

Ezen migráns személyek megjelennek az általunk kiszemelt rendszer (állam, régió, település) határainál. Ez a bevándorlási hullám rendszerünkre hatást gyakorol. Ez a hatás részben pozitív (amelyhez nem kell alkalmazkodni, csak örülni kell neki), részben negatív lesz. Utóbbihoz alkalmazkodni kell, különben a negatív hatások sérülésekhez vezetnek.

Mi jelenthet ebben a helyzetben sérülékenységet? Sérülékenységet mindig az alkalmazkodási kapacitások elégtelen volta jelenti. Ha a migránsok az egész évben egyenletesen eloszlata folyamatosan, és a rendszer egész területét érintően egyenletesen eloszlata érkeznek, akkor az alkalmazkodási kapacitások valószínűleg elegendőek. A probléma akkor van, ha túl rövid idő alatt, és térben túlságosan koncentráltan, sokan egyszerre érkeznek.

Mi jelenthet problémát, sérülékenységet ilyen térben és időben koncentrált bevándorlási hullám esetében?

1. Átmeneti elszállásolásukra nincs elég hely. (Alkalmazkodási mód: több átmeneti szálláshelyet kell létesíteni, vagy ideiglenesen felszabadítani.)
2. A bevándorlással vagy átutazással kapcsolatos ügyintézési kapacitás túl kevés. (Alkalmazkodási mód: egyszerűsíteni kell a bürokráciát, át kell csoportosítani az ügyintézőket.)
3. Az átutazásukhoz szükséges közlekedési kapacitás túl kicsi (Alkalmazkodási mód: különjáratokat kell indítani számukra.)
4. Letelepedésük esetén munkavállalási képességüket korlátozza a nyelvtudás hiánya (Alkalmazkodási mód: célirányos intenzív nyelvtanfolyamokat kell szervezni részükre.)
5. Letelepedésük esetén munkavállalási képességeiket korlátozza az iskolai végzettségeik és szakképzettségeik hazaitól eltérő rendszere. (Alkalmazkodási mód: különbözőzeti

átképzésükre a megfelelő felsőoktatási és szakképzési intézményeknél speciális kurzusokat kell indítani és közben kapcsolatba kell lépni a forrás országaik hasonló intézményeivel tapasztalat, információ és adatszere, valamint dokumentum-ellenőrzés céljából.)

6. Letelepedésük esetén eltérő életmódbeli és életvezetési szokásaik átmeneti konfliktusokat eredményezhet köztük és a korábbi lakosság között. (Alkalmazkodási mód: elő kell segíteni saját nemzetiségi civil szervezeteik, kulturális intézményeik felállítását, célirányosan meg kell ismertetni őket új hazájuk szokásaival és sajátosságaival, eközben pedig ezzel párhuzamosan a médiában, oktatási intézményekben ismeretterjesztő kampányt kell indítani a jövevények kultúrájáról, szokásairól, korábbi hazájáról, szellemi értékeiről.)

Mik a *plasztikus típusú alkalmazkodási formák* ebben az esetben?

Plasztikus alkalmazkodást jelent, ha rendszerünket (államunkat, régiókat, településünket) a bevándorlók segítségével egy színesebb, kulturálisan diverzebb, érdekesebb, alkalmazkodó képebb, dinamikusabb közösséggé alakítjuk át. Ennek jó példája a modern Frankfurt, a csodálatosan pezsgő New York, vagy a mindig is színes Párizs. Magyarország ezeréves fennállását, ellenálló képességét, genetikai diverzitását és virágzó kultúráját annak köszönheti, hogy kezdetektől máig népek és nemzetiségek sokaságának (kunok, jászok, besenyők, vendek, rácok, sokácok, bunyevácok, morvák, tótok, horvátok, svábok, zsidók, cigányok, görögök, törökök, örmények, albánok, románok, lengyelek, ukránok, ruszinok...) olvasztótégelye volt. A világ legsikeresebb nagyhatalma pedig az Egyesült Államok, amelynek úgyszintén a nemzeti sokféleség teremtette meg az alapját (angolok, skótok, franciák, írek, németek, spanyolok, hollandok, lengyelek, zsidók, kínaiak, magyarok... keveredtek ott mindig is az őslakos sokféle indián törzs mellett).

Mik a *reziliens típusú (rugalmas) alkalmazkodási formák* ebben a szituációban?

Rugalmas alkalmazkodás, ha a határaink közelében sok helyen átmeneti intézményeket, befogadó központokat, átképzési helyeket, mobil ügyintéző pontokat, segélyhelyeket hozunk létre ezzel a rohamszerű bevándorlási hullámot időben egyenletessé tesszük, elosztatjuk. Ehhez hozzátartozik, hogy jószomszédi viszonyokat ápolunk a szomszédos országokkal és velük együttműködve oldjuk meg az átmeneti nehézségeket.

Mik a *rezisztens alkalmazkodási formák*?

Ha a bevándorlással keletkező átmeneti feszültséget a rendszer elnyeli ugyan, de azt károsodás nélkül átengedi magán, állapota érdemben nem változik. Valójában csak nagyon rövid időre nagyon kis mértékben változik meg, szinte csupán „észleli és nyugtázza” a változást. Ilyen módszer lehet, ha minden eszközzel elősegítik, bátorítják és gyorsá, kényelmessé teszik a területen való átmenő forgalmat. Ezt segítheti a gyors ügyintézés és okiratkiadás, különjáratok beiktatása, mobilitást segítő támogatások, gyorssegélyek, bőséges és udvarias információ szolgáltatás és a lehetőségek feltárása a továbbjutáshoz. Ennek mintája a jól működő repülőtéri tranzit rendszere. Néhány ország a migránsok kapcsán is alkalmaz ilyen alkalmazkodási formát.

Mindhárom módszer lehet jó és sikeres. Az igazán jó alkalmazkodási stratégia legtöbbször ezen három alkalmazkodási forma együttes alkalmazása.

Az alkalmazkodás mindig költségekkel jár. Az alkalmazkodás megtervezésének részét képezi az egyes megoldási elemek költség-haszon és kockázati elemzése. A költség-haszon elemzés azt vizsgálja, hogy az alkalmazkodás költségei alacsonyabbak-e, mint a nem cselekvéssel bekövetkező károk. Súlyos esetekben a legdrágább alkalmazkodás is sokkal olcsóbb, mint a nem cselekvés. Sok esetben hosszútávon az elsöre drágábbnak tűnő alkalmazkodási forma olcsóbb, mint az elsöre olcsóbbnak tűnő, de nem kielégítő megoldás. Az álmegoldások mindig a legdrágábbak, mert bármennyibe is kerülnek is az végül mindig rontja, és nem javítja a helyzetet, amit végül úgyis meg kell érdemben is oldani. A veszély- és kockázatelemzés kérdéseire a sérülékenység mérésével foglalkozó részben térünk majd ki.

Mik az elkerülendő, hibás válaszreakciók (**maladaptív válaszok**) ebben a fiktív modellszituációban?

Minden olyan intézkedés, ami növeli a feszültségeket, elkerüli a probléma valós megoldását, ami a felelősséget elhárítani próbálja aktív alkalmazkodás helyett. Minden olyan intézkedés, ami lassítja a migrációt és így robbanásszerűvé, lökésszerűvé teszi azt, ahelyett, hogy térben és időben széteszlatná. Minden olyan látszat intézkedés, ami a probléma gyökerének kezelése helyett a tünetekkel foglalkozik. Minden olyan kommunikáció, ami ellenségeskedést gerjeszt. A maladaptív válaszok jelentősen tovább rontják a klímaváltozás által okozott hatásokat és a már eleve is nagy bajból, még sokkal nagyobbakat csinálnak, ahelyett, hogy mérsékelnék (mitigálnák) azokat.

IV. A sebezhetőség jellemzése és mérése

A sebezhetőség jellemzésére **indikátorok**at használunk. Az indikátorok a sebezhetőség egy-egy elemét jelölik meg, azonosítva, hogy milyen hatás esetén, milyen alkalmazkodási kapacitás hiánya vezethet hátrányokhoz, sérülésekhez. Nagyon fontos, hogy jó indikátor csak az lehet, ahol egyértelműen azonosítható, hogy mi az a rendszer ami a hatást fogadja és mi az a hatás ami károsodást eredményezhet.

Az adott indikátor jelentőségét, veszélyességét, vagyis a **sérülékenység mértékét** az alábbi módokon fejezhetjük ki:

A várható közvetlen hatás erőssége, nagysága

A hatás időzítése (Mikor fog bekövetkezni, és milyen időbeli eloszlással?)

A hatás folyamatos jellege (Mennyire átmeneti, vagy állandósuló a nehézség?) A hatás és sérülékenység gyakorisági és térbeli eloszlási viszonyai

A hatás következménye mennyire visszafordítható?

Milyen alkalmazkodási lehetőségek vannak és mekkora ezek kapacitása?

A hatás bekövetkezésének valószínűsége és a becslések megbízhatósága.

A kockázatot viselő, veszélyeztetett rendszer fontossága

Ezek együttes ismerete szükséges a **veszély elemzéséhez** és a kockázat értékeléséhez. Egy indikátorral kapcsolatos **kockázatelemzés** során

1. azonosítani kell az alternatív lehetőségeket,
2. számszerűsíteni kell az egyes alternatívák bekövetkezésével járó veszteségek nagyságát, súlyosságát,
3. meg kell becsülni az egyes alternatívák bekövetkezési valószínűségeit.

Egy adott alternatíva kockázatát a bekövetkezési valószínűségének és a bekövetkezése esetén előálló veszteség nagyságának szorzatával jellemezzük, ezt nevezzük szűkebb értelemben az esemény kockázatának. A kockázatelemzés az összes lehetséges alternatíva kockázatának számszerű jellemzését foglalja magában.

A veszélyelemzés, a kockázatelemzés során kis valószínűségűnek, de nagy súlyosságúnak azonosított problémák további vizsgálatát tartalmazza, gyakran olyan **kritikus ellenőrzési pontok** bevezetésével, amelyre vonatkozóan folyamatos monitorozásra, **monitoring rendszer** kiépítésére is szükség van.

Egy monitoring rendszer a következő elemekből áll:

1. pontosan definiált és standardizált módszerekkel mért indikátorok,
2. folyamatos, vagy célra orientáltan gyakori mintavételezések, adatfelvételezés,
3. az adatok adatbázisokba rendezése, és nyilvánosságra hozása
4. az adatok feldolgozása, értékelése
5. az adatfeldolgozásból nyerhető (az adatok által mutatott) lehetséges alternatívákra előre kidolgozott cselekvési algoritmusok (pl. riasztási rendszer, veszélyességi szín-kódokkal)

V. IPCC kulcs-sérülékenységek

Az IPCC kulcs-sérülékenységi indikátorai globális szinten tekintik át a világ egésze számára legfontosabbnak tartott klímaváltozási sérülékenységeket. Az anyag részletes ismertetése az IPCC honlapján érhető el [https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/ch19s19-3-1.html]. Jelen fejezetünkben csupán vázlatosan tekintjük át ezt az anyagot kiemelve annak legfontosabb általános elemeit, tanulságait és levonjuk a kínálkozó következtetéseket.

A Bioszféra globális ökológiai rendszerei és folyamatai

Szárazföldi ökoszisztémák:

A globális átlaghőmérséklet 1 Celsius-fok alatti emelkedése esetén, a már jelenleg is megfigyelhető károsodások fokozódása várható.

A globális átlaghőmérséklet 1-3 Celsius-fok közötti emelkedése esetén a szárazföldi fajok 20-30% -a egyre magasabb kihalási kockázattal fenyegetett.

A globális átlaghőmérséklet 3-4 Celsius-fok feletti emelkedése esetén az egész bolygóra kiterjedő tömeges fajkihalás várható, ami alapvetően megrongálja az ökoszisztéma szolgáltatásokat, végzetesen lecsökkenti a biodiverzitást, ökológiai rendszerek teljes összeomlását eredményezi.

Tengeri ökoszisztémák:

A globális átlaghőmérséklet 1 Celsius-fok alatti emelkedése esetén, folytatódik a korallzátonyok növekvő pusztulása a korall kifehéredés.

A globális átlaghőmérséklet 1-3 Celsius-fok közötti emelkedése esetén a koralltelepek többsége kifehéredik.

A globális átlaghőmérséklet 3-4 Celsius-fok feletti emelkedése esetén az egész bolygóra kiterjedően teljesen kipusztulnak a korallok.

Édesvízi ökoszisztémák:

A globális átlaghőmérséklet 1 Celsius-fok alatti emelkedése esetén, egyes tavakon csökkenő halászati eredmények várhatók, a folyók élőlényei pedig a vízfolyáson belül a pólusok irányába vándorolnak, települnek.

A globális átlaghőmérséklet 1-3 Celsius-fok közötti emelkedése esetén az előbbieken túl, a hidrológiai ciklusok felgyorsulnak, az aszályok és az árvizek is nagyobbakká válnak, a csapadékok és a vízjárás szélsőségesebbre fordul.

A globális átlaghőmérséklet 3-4 Celsius-fok feletti emelkedése esetén, az előbbieken túl az édesvízi fajok tömeges kihalása, a tavak mélyreható hidrobiológiai változása és a tavak sótartalmának növekedése várható.

Biogeokémiai ciklusok:

A klímaváltozás hatására az óceánok elsavasodnak, a légköri széndioxid szint ennek következtében még drasztikusabban megnő, ennek az ökológiai hatásai extrém súlyosak, ami további többlet felmelegedést eredményez. Ennek következtében a korábbi permafrost területek, lápok, mocsarak, vizes élőhelyek többlet széndioxidot és nagy mennyiségű metánt bocsátanak ki, ami a klímaváltozást tovább gyorsítja.

Grönlandi és nyugat-atlanti és egyéb poláris jégmezők:

A klímaváltozással folyamatosan olvadnak. 2-4 Celsius-fokos emelkedés esetén Grönland például teljesen jégmentessé válik, ami önmagában 2-7m globális tengerszint-emelkedést eredményez. A nyugat-atlanti jégmező részleges olvadása ehhez további 1,5-5 métert eredményez, amelyekhez hozzáadódik még az ismeretlen mértékű Antarktikus eredetű, és a hegyvidékeken elolvadó gleccserekből származó és a folyókon a tengerekbe jutó vízmennyiség. A sarkvidéki élőhelyek mennyisége csökken az ott élő állatvilág fokozottan veszélyeztetetté válik.

Extrém időjárási események:

Trópusi ciklonok intenzitása, árvizek intenzitása, hóhullámos intenzitása és frekvenciája, extrém meleg időszakok hossza, aszályok súlyossága, erdő- és kiszáradó láp-tüzek gyakorisága növekszik a klímaváltozással, amely jelentős hatást gyakorol az élővilágra.

Globális társadalmi rendszerek, ágazatok.

Az élelmiszergazdaság, élelem-ellátás:

A globális átlaghőmérséklet 1-3 Celsius-fokos emelkedése esetén, az alacsony szélességi fokoknál (trópusok szubtrópusok) csökkenhet a gabonanövények produktivitása, miközben a magas szélességi fokoknál (mérsékelt és hideg öv) emelkedhet, ez tovább növelheti a gazdag és szegény országok közötti gazdasági különbséget, súlyos humanitárius válságokat előidézve, forrpontra juttathatja a konfliktusokat, éhséglázadásokat és elsöprő migrációs hullámot indíthat meg, háborúkat gerjeszthet. Ez a probléma világszintű nemzetközi összefogással elvileg még kezelhető, mert a globális gabonatermesztési potenciál viszont növekszik, a gazdag országoknál jelentős felesleg képződik. Mivel a szegényebb trópusi országokban fizetőképese kereslet még kevésbé lesz mint most, a szabad piaci kereskedelem helyett más alternatív elosztási módszereket kell találni.

A globális átlaghőmérséklet 3-5 Celsius-fokos emelkedése esetén a magas szélességi fokoknál is csökken a gabonatermesztési potenciál, a világ össz-gabonatermése

csökken. Mivel mindez a globális népesség további (habár némileg lassuló) növekedése közben következik be, globális gabonahiány áll elő. Ez a probléma humanitárius elosztási módszerekkel, és a gazdagabb országok altruista hozzáállásával önmagában már nem kezelhető. Itt drasztikus beavatkozásokra lesz szükség, mert önmagában a termőterületek hatékonyabb kihasználása nem ad elegendő mozgásteret az alkalmazkodáshoz. Segítséget jelenthet, ha az emberiség szakít a gabonából, burgonyából, cukornádból és egyéb növényi alapanyagokból előállított alkoholféleségek gyártásával (számottevően csökkenti azt), továbbá a dohánytermeléssel és az élvezeti szerek (kávé, tea) előállításával. Továbbá drasztikusan csökkenti a húsfogyasztást, és a legelőket, valamint az élvezeti szerek előállítását szolgáló mezőgazdasági területek helyén környezetkímélő, precíziós, biogazdálkodással, és ún. agroforestry (diverz fásszárúakkal vegyes agroökosztisztémák) módszerekkel hatékony, környezetbarát, alkalmazkodó és olcsó növénytermesztésbe kezd.

Vízügy:

Jelenleg: Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) legpontosabb becslése szerint több mint 13 000, 14 év alatti gyermek hal meg évente, elsősorban Kelet-Európában és Közép-Ázsiában, víz eredetű enterális megbetegedésben. 2006-ban több mint 170 000 víz eredetű megbetegedést jelentettek. (Forrás: Országos Környezetegészségügyi Intézet: <http://oki.antsz.hu/hirek/reszletek/20>)

A globális átlaghőmérséklet 1-2 Celsius-fokos emelkedése esetén csökkenő vízelérhetőség és növekvő szárazság, aszály várható az alacsony és közepes szélességi fokokon (arid és semi-arid trópus, szubtrópus, mediterrán térség, és a mérséklet öv délebbi, valamint kontinentálisabb részei).

A globális átlaghőmérséklet 2-5 Celsius-fokos emelkedése esetén az előbbi területeken súlyos vízhiány, más területeken súlyos időszakos árvizek, aszályok, talajerózió vízminőségromlás. A tengerparti területeken pedig az óceánok vízszintjének emelkedése miatt a felszín alatti vizek elszódása, a parti települések tengeri elöntése, és édesvízhiány lép fel. Százmilliók szembesülnek égető vízhiánnyal. Ez a jelenség fokozza a gabonahiány és a túlnépesedés által kiváltott gondokat. Fokozza az agressziót, zavargásokhoz, helyi háborúkhoz vezet, még tovább növelve a migrációt, mint az alkalmazkodás szinte egyedüli módját.

Népvándorlások és konfliktusok:

A globális klímaváltozás mostantól egyre fokozódó ütemben vezet a népesség áttelepüléséhez, növelve a migrációs nyomást és rosszul kezelt esetekben kiszélesedő konfliktusokat eredményezve. A feszültségek levezetését, az infrastruktúra és a kapacitások ütemezett kihasználását, és ezzel a konfliktusok elkerülését az segíti, ha az áttelepülések nem rohamszerű lökésekben, agresszív eseményekhez kapcsolódóan, hanem térben és időben minél jobban szétosztva, szabályozottan, szervezeten, egyenletesen történnek meg. Alkalmazkodást egyedül a lakosság mobilitására való fokozatos felkészítése, a migránsok elhelyezésének és ellátásának, valamint integrációjának előmozdítása jelenthet. Törekedni kell a nemzetközi összefogás erősítésére, a munkavállalók hatékony mozgását és sikeres letelepedését gátló adminisztratív és más akadályok elhárításával, az áttelepülések tervezetté, szabályozottá, folyamatossá tételével. A nemzetközi személyforgalmat és a munkaerő szabad áramlását, a letelepedést és társadalmi integrációját segítő intézmények és infrastruktúra kiépítésével. A forrás-, tranzit- és célországok közötti folyamatos együttműködés és hatékony információcsere elengedhetetlen. Az országon belüli,

vagy azon kívüli lakóhely-változtatással történő eredményes alkalmazkodásra a már az eredeti lakóhelyen fel kell készíteni az embereket, az iskolázottság növelésével, szakképzettségek megszerzésével, az angol nyelv, mint közvetítő és nemzetközi kommunikációs eszköz elsajátításával, az internet és az informatikai eszközök céltudatos használatának megtanításával, a multikulturális környezetben végzett munka és konfliktusmentes emberi együttélés technikáinak elsajátításával.

Egészségügy:

Néhány kockázati típus (fagyás, kihülés) csökken, de összességében az egészségügyi kockázatok nőnek. Különösen az alultápláltság, éhezés, hasmenéses megbetegedések, fertőző betegségek, hőhullámok, árvizek, szárazságok, balesetek, daganatos bőrbetegségek kockázata nő. Kulcs alkalmazkodási kapacitást jelent az egészségügyi ellátórendszer fejlettsége, az egészségügyi ellátások elérhetősége és a közegészségügyi és járványügyi intézmények felkészültsége.

Közlekedési, szállítási és hírközlési infrastruktúra és épített környezet:

Az extrém időjárási események és a létesítéskorítól eltérő időjárási körülmények miatt, az infrastruktúra károsodása exponenciálisan növekszik a felmelegedés intenzitásával.

Piaci hatások

Eleinte a magas szélességi fokok (északi mérsékelt zóna) területén pozitív, az alacsony szélességi fokok (délebbi, egyenlítőhöz közelebbi zónák) területén negatív piaci hatások várhatók, az emberek többségét mindezek negatívan érintik, veszteségekkel számolhatnak. Később globálisan egységes negatív piaci hatások várhatók a magasabb hőmérsékletekkel.

Regionális hatások, különösen érzékeny területek, sérülékenységi gócpontok.

Afrika:

A globális átlaghőmérséklet 2 Celsius-fok alatti emelkedése esetén, tízmilliókat, 2 Celsius-fok feletti emelkedés esetén százmilliókat érint a fokozott vízhiány, fokozódik a maláriaveszély, csökken a megtermelhető gabonamennyiség, súlyosan károsodik az élővilág.

Ázsia:

1 milliárd ember szembesül a lecsökkenő mezőgazdasági termésátlagok, csökkenő édesvíz-hozzáférés és az extrém időjárási helyzetek okozta károsodások következményeivel.

Közép- és Dél Amerika:

Már 1 Celsius-fok alatti globális átlaghőmérséklet esetén is sok bennszülött növény- és állatfaj kerül kihalással fenyegetett helyzetbe az erdőirtások és a klímaváltozás halmozódó és egymást erősítő hatásai miatt. Ez a globális biodiverzitás hatalmas veszteségével jár. Emberek tízmilliói kerülnek édesvízhiányos helyzetbe. Az előbbinél nagyobb mértékű globális felmelegedés esetén az előbbieken túl százmillióra növekszik a vízhiánnyal szembesülő emberek száma és a tengervíz szintjének emelkedésével a tengerparti lakosság lakóhelyének elhagyására kényszerül,

miközben szennyezett területek víz alá kerülésével a parti vizek szennyeződnek. Az egyedülálló Amazonasi ökoszisztéma súlyosan sérül.

Sarkvidékek:

A jégvesztés és a permafrost felolvadása miatt a sarkvidéki ökoszisztéma súlyosan sérül, a tradicionális sarkvidéki életmód lehetősége megszűnik, Jelentős ökológiai és társadalmi változások következnek be.

Kis tengeri szigetek

A klímaváltozással jelenlegi településeik lakhatatlanná válnak, a szigetek területe lecsökken, néhány sziget teljesen víz alá kerül.

További lokálisan sérülékeny területek:

Szegény, izolált bennszülött közösségek, a Mediterrán térség népei, észak-Amerika dél-nyugati része, Dél-Ausztrália, trópusi hegyvidékek gleccserei, és a magashegységi közösségek.

VI. Sérülékeny rendszerek hierarchiája, szerveződési szintjei

A klímaváltozással kapcsolatos sérülékenység az ökológiai és társadalmi szerveződés valamennyi szintjén megjelenik, az alkalmazkodás lehetőségei és módjai jelentősen különböznek a szerveződés eltérő szintjein. Egy adott szerveződési szinten lévő rendszer alkalmazkodása akkor lehet hatékony, ha az összes alatta található szint elemei külön-külön is sikeresen alkalmazkodnak, de az alkalmazkodás sikeressége a felette lévő szintek tevékenységétől, működésétől is alapvetően függ. A klímaváltozás hatásainak mérséklésében (a mitigációban) úgyszintén szinte minden szerveződési szintnek megvan a maga szerepe, lehetősége, természetesen ezek mértéke és jelentősége különböző.

A jelen tananyagban a különböző szerveződési szinten lévő rendszereket egy 10 fokozatú szisztémában helyeztük el, a könnyebb áttekinthetőség érdekében. Ezek a fokozatok méretbeli, térbeli léptéket is jelentő kategóriák. Az egyes szerveződési szinteken, fokozatokon belül megkülönböztettük a rendszerek féleségeit a szerint, hogy az (a) emberi társadalom részét, (b) más élőlényfajt szerveződési szintjét, vagy (c) ökológiai szerveződési szintet jelentenek-e. Az egy fokozaton belüli (a), (b) és (c) kategóriák néha csak távolinak tűnő analógiák, de az áttekintést, tájékozódást mindenképpen segítik.

	Társadalom (a)	Más élőlényfajok (b)	Ökoszisztéma, életközösség (c)
0.	Egyed alatti szerveződési szintek: szervrendszerek, szervek, szövetek, sejtek, sejtalkotók, makromolekulák, atomok, elemi részecskék.		
1.	Egyén	Egyed	
2.	Család vagy háztartás		
3.	Vállalkozás, cég, gazdasági társaság, nonprofit szervezet,		Lokális fajpopuláció (A populáció adott)

	önálló költségvetési intézmény		élőhelyfoltban aktuálisan jelenlévő része)
4.	Település	Populáció, (a faj tényleges szaporodási közössége)	Élőhelyfolt, egy adott társulással
5.	Önkormányzatisággal rendelkező régió (önkormányzatisággal nem rendelkező terület egység)		Táj (Élőhelyek és társulások mozaikja)
6.	Ország, állam		Meghatározott biogeográfiai régió adott biomhoz tartozó része. (Pl. trópusi esőerdők zónája Afrikában, vagy Szahara mint sivatag).
7.	Államok szövetsége, integrációja, (EU, USA, Brit Nemzetközösség, ENSZ tagállamok közössége)		Biogeográfiai régió (pl. Palearktisz=Eurázsia+Észak-Afrika, bármely biomhoz tartozó részei)
8.	Emberiség, (a globális társadalom)	Faj, (a teljes elterjedési terület összes populációjával)	Biom, (pl. trópusi esőerdők a Világon)
9.	Bioszféra		

VII. Sérülékenységi esettanulmányok, interpretációk és példák, szerveződési szintenként

A sérülékenység fogalmának jobb megértését, a sérülékenységi indikátorok használatának elsajátítását különböző szerveződési szinten lévő rendszerekkel kapcsolatos példák, esettanulmányok és interpretációk segítségével szeretnénk elősegíteni. Némely rendszerek tanfolyamunk célja szempontjából kiemelkedően fontosak, mások csak a teljesség kedvéért kerülnek említésre.

0. Egyed alatti szerveződési szintek

Az többséjtű élőlények különböző szervrendszerei, szervei és szövetei eltérő mértékben vannak kitéve a környezeti hatásoknak. A veszélyes egészségkárosító UV-B sugárzásnak például az emberi bőr vagy a fák levelei jobban ki vannak téve, mint ugyanazon ember veséje, vagy ugyanazon fa gyökérzete. Az extrém meleggel szemben viszont az emberi agy sérülékenyebb, mint a bőr szövetei. Férfiak esetében az extrém felhevülés vagy akár láz általában nem veszélyezteti a bélrendszer vagy a máj szöveteit, de a here egészséges

spermiumtermeléséhez alacsonyabb hőmérséklet szükséges, így magas láz esetén károsodhat. A különböző enzimek hőérékenysége is nagyon eltérő lehet.

1a. Egyén

Az egyének az időjárás extrém hatásaival kapcsolatban eltérő érzékenységet mutatnak. A csecsemők, kisgyermek, idős emberek, betegek, rokkantak, fogyatékkal élők, várandós vagy szoptató anyukák rendszerint sérülékenyebbek a közvetlen élettani hatások vagy időjárással összefüggő balesetek vonatkozásában.

A klímaváltozás közvetett hatása a gazdasági körülmények gyors változásával, munkahelyek megszűnésével járhat. Ez a nyugdíjasokat, tanulókat, tartósan munkanélkülieket, valamint a tőke alapú jövedelemből (banki kamat, osztalék, nyereség, értékpapírok hozama) élőket közvetlenül nem érinti, de családtagjaikon keresztül rájuk is gyakorolhat hatást.

A munka alapú jövedelemből (bér, fizetés, megbízási díj) élőket a munkahelyük elvesztése súlyosan érintheti, sérülékenységük attól függ, hogy

vannak-e tartalékaik (pénz, tartós élelmiszer, értéktárgyak), családi segítségre számíthatnak-e, tartoznak-e segítőképző kisközösséghez, milyen a kapcsolati tőkájük, milyen az iskolai végzettségük, vannak-e szakképzettségeik (milyen, hányféle), beszélnek-e több nyelven, van-e internet hozzáférésük és megfelelő informatikai tudásuk, milyen a munkaerő-piaci helyzetük, van-e lehetőségük lakóhely-változtatással munkához jutni, milyen a lelki és egészségi állapotuk.

A Nemzetközi Vöröskereszt sérülékenységi indikátorai szerint különösen sérülékenyek a következő embercsoportok tagjai:

katasztrófák áldozatai, háborús övezetek lakói (sérülések, víz és élelem hiánya, újabb katasztrófának való kitettség miatt)
traumák átéltői
a rossz egészségi állapotúak (lelki vagy testi betegek, sérültek, rokkantak, fogyatékosok)
rossz közegészségügyi körülmények között élők (tiszt ivóvízhez való hozzá nem férés, rossz higiéniai viszonyok, egészségügyi ellátás hiánya)
idősek és gyerekek,
terhes anyák,
bevándorlók, otthonukat elhagyók,
mélyszegénységben élők,
munkanélküliek,
tartósan alultápláltak és
éhezők hajléktalanok

Az IPCC 2014-es jelentése szerint (IPCC , Climate Change 2014- Impacts, Adaptation and Vulnerability- Summary for Policymakers, WGII): A sérülékenységi és kitettség

különbségek nem-klimatikus tényezőkből és sokdimenziós egyenlőtlenségekből származnak, és ezek gyakran egyenlőtlen fejlődési folyamatokból adódnak. A szociálisan, gazdaságilag, kulturálisan, politikailag, intézményileg, vagy máshogyan marginalizálódott egyének különösen érzékenyek a klímaváltozásra és az adaptációs és mitigációs válaszokra. Ez a fokozott sérülékenység legtöbbször több okra vezethető vissza - leginkább egymásra ható társadalmi folyamatok eredménye, melyek társadalmi-gazdasági státuszbeli és jövedelmi egyenlőtlenségekhez vezetnek, valamint kitettséghez. Ilyen társadalmi folyamatok például a nemi, osztálybeli, etnikai, vallási-, kor- és képesség alapú diszkrimináció.

A nagyszabású erőszakos konfliktusok növelik a klímaváltozással szembeni sérülékenységet, mert ezek károsítják azon eszközöket, melyek megkönnyítenék az adaptációt, pl. infrastruktúra, intézmények, természeti erőforrások, társadalmi tőke és életfenntartási/megélhetési lehetőségek.

A Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia (NÉS) szerint sérülékenyek továbbá:

a városokban élők: „A magasabb nyári hőmérséklet különösen a városban élőket érinti kedvezőtlenül, ugyanis a városokban 2-8°C-kal melegebb is lehet az építészeti körülményektől és a város beépítettségének mértékétől függően.” (városi hősziget hatás)

a gyógyszer szedők: „Esetenként a gyermekorvosoknak és a házi orvosoknak felül kell vizsgálniuk a gyógyszeres kezeléseket, hiszen a nagy melegben máshogy hathatnak a gyógyszerek, ha kiszárad a beteg szervezete, az adott mennyiségű gyógyszernek a mellékhatásai felerősödnek.”

továbbá azok akikre a klímaváltozással kapcsolatos felvilágosítás hiánya, vagy általános tudatlanság jellemző.

1b-c Egyed

A növény és állatfajok egyedei a lokális populáción belül is eltérő érzékenységet mutatnak a környezeti hatásokkal szemben. A gyengébb, betegesbb, erősebben parazitált, túl fiatal, vagy túl idős egyedek rendszerint sérülékenyebbek.

2 Család

A családok a társadalom alapvető egységei. A család szerkezete, felépítése és működése sokat változott a történelem során és jelenleg is nagyok a földrajzi és kulturális különbségek az emberi társadalom családfelfogásában. Ebből következően a családok sérülékenysége is jelentősen eltérő lehet térben és időben.

A család sérülékenysége függ

a család mobilizálható vagyonától, tartalékaitól,

a keresők jövedelmétől (akár tőke akár munkaalapú jövedelemről van szó)

az eltartottak arányától,

a különleges gondoskodást igénylőktől (gyermekek, idősek, betegek, fogyatékosok)

a család méretétől,

a család lakóhelyétől,

önellátásra való képességétől (kiskert, háztáji, kézműipar, barkácsolás)

a keresőképes korúak iskolai végzettségétől, szakképzettségétől, nyelvtudásától, speciális ismereteitől, képességeitől, készségeitől, tehetségétől, adottságaitól, egészségi állapotától

Az ősközösségi társadalmak idején a társadalom egyetlen egysége a horda volt. Egy vadászó-gyűjtögető horda régészeti leletek tanúsága szerint 20-50 főből állt, akik valamennyien közeli rokonai voltak egymásnak. Közösen vigyáztak a gyerekekre, közösen szerezték meg az ételmet, közösen védték meg magukat a vadállatoktól és közös tüzeket őriztek. A csecsemőhalandóság magas volt és a várható életkor legfeljebb 25-30 év. A népsűrűség kicsi volt, egy horda biztonságos megélhetéséhez kb. 500 km²-es vadászterület volt szükséges, ami nagyjából egy 12 km sugarú kört jelent a mindenkori táborhely körül. A szomszédos hordák táborhelyei minimum 25-50 km-re voltak egymástól, tagjaik tehát csak nagyon ritkán találkoztak egymással, sokan lehettek, akik életük során csak 2x-3x találkoztak egyáltalán bárkivel is, aki nem a saját családjukhoz tartozott. Nagy volt a beltenyészet, hiszen a szülők gyakran voltak unokatestvéri vagy még közelebbi rokonságban. A hordán kívül nem volt élet, hiszen egy magányos ember nagyon hamar meghalt volna. Ha valaki súlyos bűnt követett el, azt lényegében halálra ítélték azzal, hogy kiközösítették a hordából, hacsak idővel egy másik horda be nem fogadta valamilyen okból. A mai ember körülbelül 2,5 millió évig élt ebben a családszerkezetben, ami csak az utóbbi 10 ezer évben kezdett felbomlani. Ez a tízezer év klimatikusan rendkívül stabil volt, ez tette lehetővé az ősközösség felbomlásához vezető technikai és társadalmi fejlődést. Maga az ősközösségi társadalom viszont életmódjával nem veszélyeztette a bioszféra klímaszabályozó működéseit, a természetbe illeszkedve, annak részeként élt.

A letelepedés és földművelésre, állattenyésztésre való áttérés valamennyire csökkentette ugyan a megélhetéshez szükséges földterület nagyságát, de az alapegység továbbra is a nagycsalád maradt, ami 3-4 nemzedék, legalább 20-30 ember együttélését és közös gazdálkodását jelentette egy családfő, törzsfő (nagyapapa, apa vagy legidősebb fiútestvér) irányítása alatt. Egy ekkora család kb. 100-150 hold földet tud megművelni és nagyjából ennyi szükséges az önellátásához, ami kevesebb, mint 1 km², tehát a nagycsaládok már faluközösségeket hozhatnak létre, kialakulhatnak iparos és kereskedő foglalkozások, néhány száz vagy ezer ember is együtt élhet, ami jelenthet 30-40 nagycsaládot. Ennél sokkal többet nem, mert akkor túl messzire esne a falutól a család földje, amelyen gazdálkodnak. A földművelő állattenyésztő faluközösség már okozott környezeti károkat, irtotta az erdőket, de életmódja alapvetően még fenntartható volt, mert a globális populáció még nem volt túl magas (az 1800-as évek közepéig 1 milliárd alatt maradt). Ennek a falusi nagycsaládos szerkezetnek a felbomlása Magyarországon a második ipari forradalommal, a 18. század végén a 19. század elején kezdődött meg, de véglegesen csak a második világháborút követően fejeződött be.

A városiasodással, az ipari, kereskedelmi, közlekedési, hivatali és szolgáltatási munkahelyek megjelenésével a családi önellátás megszűnt és mindenki ott dolgozott ahol munkát kapott, így a nagycsalád végképp szétesett. A társadalom alapegységévé a nukleáris család vált, amely már csak 1-2 generációs, a korábbi 3-4 helyett. A nukleáris család már nem minden szempontból alapegysége a társadalomnak, hiszen a gazdaságban már nem játszik szerepet, csupán a munkaidő utáni együttélés és legfeljebb a gyermeknevelés közege. A családtagok ébren töltött idejük jelentős részét (felét vagy még többet) a családon kívül, idegenek között töltik és az éjszakán kívül csupán a reggeli felkelést követően, az esti lefekvés idején és hétvégén találkoznak egymással.

Korunkat gyakran a család válságának időszakaként jellemzik, egyre növekszik a válások száma, egyre kevesebben kötnek házasságot, sok a csonka család. Ezek a folyamatok sérülékenyebbé teszik a társadalmat a klímaváltozás hatásaival szemben is.

Ha a társadalom családok helyett elidegenedett egocentrikus individuumokból áll, akkor sokat veszít stabilitásából és alkalmazkodóképességéből. Azokat a biztonsági és védelmi szerepköröket, amelyeket egykor a nagycsalád látott el, az államnak kell átvennie. Ha 20-30 ember alkot egy jól működő, többgenerációs nagycsaládot akkor nyugdíjrendszerre, betegbiztosításra, idősgondozó intézetekre, bétiszitterekre és gyermekmegőrzőkre nincs is igazán szükség, ahogy régen nem is volt ilyen. Az egyének önmagukban azonban sérülékenyek anyagilag, lelkiileg, fizikailag és szellemileg is. Az elhagyatott, magányos ember szomorú, depressziós és szerencsétlen, ahogyan egykor a hordából kiközösített bűnös volt.

Ezek az idők elmúltak, ma a felnőttek különböző munkahelyeken dolgoznak és a gyerekek különböző iskolákba járnak, de a technológiai fejlődés talán újra megteremti a családi otthonok megerősödésének lehetőségeit. Egyre több az interneten keresztül végezhető távmunka, egyre nagyobb lehetőség nyílik arra, hogy otthonról vehessünk részt távoktatási (e-learning) programokban, egyre több hivatali ügyintézés, pénzfeladást intézhetünk otthonról ügyfélkapuk segítségével, elektronikus aláírással, vagy online banki műveleteken keresztül. A bevásárlás egy része szintén elintézhető az egyre olcsóbb és ingyenes kiszállítást is biztosító online áruházakban. Meg kell ragadnunk azokat az új lehetőségeket, amelyek csökkentik az utazással töltött időt, hatékonyabb munkavégzést és ügyintézését tesznek lehetővé, és amelyek segítenek abban, hogy minél több minőségi időt tölthessünk családjunk, gyermekeink, szüleink körében, vagy házastársunkkal.

3a. Vállalkozás, intézmények

Sérülékenyek azok az intézmények, amelyek sérülékeny emberekkel foglalkoznak vagy ilyeneket alkalmaznak. Sérülékenyek a nem igazán tőkeerős kényszervállalkozások. Sérülékenyek a kevés üzleti partnert kiszolgáló cégek. Sérülékenyek a csak egyféle termékre szakosodott mezőgazdasági vállalkozások. Sérülékenyek az olyan helyhez kötött vállalkozások és intézmények, amelyek, vagy amelyek partnerszervezetei (beszerzési forrásai, beszállítói, vásárlói, szolgáltatói) a klímaváltozás által erősen érintett, természeti vagy társadalmi-gazdasági értelemben sérülékeny helyen működnek.

(3c) Lokális fajpopuláció

Sérülékeny egy lokális fajpopuláció:

- ha kevés egyedből áll
- ha kis területre szorult vissza
 - ha alacsony a genetikai diverzitása, nagy a beltenyészet
 - ha el van szigetelve a faj többi populációjától
 - ha túl sok parazitája van
 - ha sok a beteg példány
 - ha több károsító hatás egyszerre éri
 - ha a táplálékforrásai szűkösek
- ha az élőhelye szigetszerű, vagy fragmentálódott

4a Település

A település a klímaváltozás következményeivel szemben sérülékeny, ha:

1. Ha közterületein nem állnak rendelkezésre ivóvízforrások (közkutak), nincsenek kiépített menedékek nagy esők vagy viharok esetére, nincsenek nagy befogadóképességű, védett és légkondicionált terek hőség esetére, az utak mentén nincsenek fasorok, nincsenek nagy parkok, zöldfelületek. Ha a közterületeken nincsenek ingyenes segélyhívó vagy segítségnyújtó berendezések, alapszolgáltatások. Ha a település közelében nincs jóléti célú erdő vagy parkerdő.
2. Ha a település természeti értékei, természetközeli élőhelyei, élővilága, műemlékei, kulturális öröksége nem állnak hatékony és szakszerű védelem alatt.
3. Ha a település ipari, bányászati, mezőgazdasági, kereskedelmi vagy szolgáltató létesítményei környezetszennyező vagy környezetkárosító módon működnek.
4. Ha a település árvízvédelme nincs megoldva (ha egyébként árvízveszély fennállhat.)
5. Ha a településen a tűzrendészeti és építési szabályokat nem tartják be.
6. Ha az ivóvízellátás, csatornázás és hatékony szennyvíztisztítás nincs megoldva,
7. Ha a település hulladékgazdálkodása nem megoldott vagy korszerűtlen,
8. Ha a településen nincs megfelelő állategészségügyi és növényvédelmi ellátórendszer (állatorvos, növényorvos, gyombiológiai szakember, talajvédelmi szakember és megfelelő laboratóriumok)
9. Ha nincsen megfelelő és lakosságárányos egészségügyi ellátórendszere (mentőszolgálat, elsősegélyhelyek, orvos, gyógyszertár, szakrendelő, laboratórium, kórház, közegészségügyi és járványügyi ellenőrzés).
10. Ha az épületek vagy az infrastruktúra elavult vagy leromlott állapotú,
11. Ha a lakások, lakóházak nincsenek megfelelő hőszigeteléssel, nyílászárókkal és árnyékolástechnikával ellátva.
12. Ha a település működtetése nem energia- és víztakarékos, illetve hatékony,
13. Ha a lakásokban és közterületeken nincs megfelelő internet elérhetőség (korlátozott a naprakész információhoz való hozzájutás)
14. Ha közlekedési vagy szállítási akadályok esetén nem megoldott a település élelmiszer, ivóvíz-, és energiaellátása, nincsenek biztonsági raktárkészletek,
15. Ha a település közelében nem érhető el szakszerű katasztrófavédelmi segítség (pl. tűzoltók)
16. Ha rossz a település közbiztonsága, nincsenek közterületi kamerák, vagy jól működő polgárőrség, elérhető rendőri segítséggel,
17. Ha a település belső és más településekkel összekötő közlekedési rendszere nem megoldott vagy nem környezetkímélő,
18. Ha a település nincs felkészülve bevándorlók fogadására és ellátására,
19. Ha a település környezete (talaja, levegője, felszíni és felszín alatti vizei, földtani rétegei szennyezettek)
20. Ha a településnek nincs önálló felnőttoktatásra, továbbképzésre is alkalmas oktatási intézménye (legalább közösségi főiskola vagy széles működési körű gimnázium, esti-levellező képzésekkel, szakképzésekkel),
21. Ha sok a hajléktalan és ellátásuk (éjjeli menedék, nappali pihenő, étkeztetés, tisztálkodási lehetőség, ruházat, orvosi ellátás, munkaközvetítés, szociális gondozás, jogi segítség, lelki segítség) nincs megoldva vagy nem megfelelő kapacitású az ellátórendszer.
22. Ha magas a jövedelemmel vagy önellátási lehetőséggel nem rendelkező munkanélküliek aránya és ellátórendszerük nem kielégítő.
23. Ha nagy a betegek, rokkantak, fogyatékkal élők aránya és ellátásuk nem kielégítő.
24. Ha sok a gyermek és idős ember.
25. Ha a lakosság iskolai végzettsége alacsony szintű.
26. Ha a lakosság körében alacsony a szakképzettek aránya.

27. Ha a lakosság körében alacsony az idegen nyelveket beszélők aránya,
28. Ha a lakosság nem szolidáris a rászorulókkal, ha nincsenek összetartó kisközösségek,
29. Ha a lakosság kirekesztő, diszkriminatív vagy ellenséges hangulatú,
30. Ha a lakosság körében a rasszista, szélsőséges, idegengyűlölő vagy intoleráns vélekedések nem kerülnek határozott elutasításra,
31. Ha sok a településen az alkoholisták, pszichiátriai beteg, vagy kábítószer fogyasztó,
32. Ha a település és környéke természeti adottságai nem feltártak, feltérképezettek vagy az ezzel kapcsolatos adatok nem nyilvánosak,
33. Ha a településnek nincs környezeti és ökológiai monitorozó rendszere, vagy annak adatai nyilvánosan nem érhetőek el,
34. Ha a település döntéshozóit nem támogatja hozzáértő szakembergárda, (pl. nincs ökológus, nincs klímaszakértő stb.)
35. Ha a településnek nincs megfelelő, körültekintően kidolgozott klímastratégiája.

Sérülékeny rendszerek (települési klímastratégiák szerint):

pincék, alacsonyan fekvő területek- hirtelen lezúduló nagy mennyiségű csapadék elárasztja őket,
 csatornahálózat- hirtelen lezúduló nagy mennyiségű csapadék túlterhelheti,
 ivóvízellátás- nagy szárazság a locsolások miatt fennakadást okozhat benne,
 mezőgazdasági területek- hosszan tartó csapadékos időszak is, aszály is, nagy meleg is, fagyok is, jégesők is, párás idő is, viharok is, földcsuszamlások is károkat okozhatnak,
 épületek, építmények – 70 km/h-nál erősebb szélvihar leszakíthatja a tetőfedeleket energiaellátás, távbeszélő berendezések vezetékai- 70 km/h-nál erősebb szélvihar súlyosan megrongálhatja őket, tartós, intenzív ónos eső hatására leszakadhatnak,
 havazás, hófúvás esetén az épületek tetőszerkezete károsodhat a hó súlya miatt
 könnyű épületek- összedőlhetnek 70 km/h-nál erősebb szélviharban
 közlekedés- zavarok támadhatnak, akadályok keletkezhetnek szélviharban, 70 km/h-nál erősebb szélvihar fákat törhet ki, ónos eső, jegesedésnél rövid idő alatt síkossá válhat az út, faágak törhetnek le a rájuk rakódó jég súlya alatt, havazás hófúvás miatt hótörzsek alakulhatnak ki, sínek felfagyhatnak, a jégréteg megnehezítheti a közlekedést,
 élelmiszerellátás, egészségügyi ellátás, betegszállítás, gyógyszerek beszerzése- ezek akadhatnak a közlekedés nehézségei miatt,
 utasok- az elakadt járművekben: jelentősen lehülhet a testhőmérsékletük, fagyási sérüléseket szenvedhetnek,
 gázellátás: vezetékes gázellátás leállhat a gázvezetékek befagyása miatt,
 áramellátás: növekedhet a felhasználás, ráfagyott jégréteg miatt átmeneti zavarok keletkezhetnek,
 nagylevelű fák érzékenyebbek a hőségre (vadgesztenye, platán),
 viharkárok és tűz szempontjából a fenyőfák a legsérülékenyebbek,
 kis tárolókapacitással rendelkező ellátó helyek sérülékenységet jelentenek,
 kis távolságokra is gépkocsi használata: mert növeli a szmog kialakulásának veszélyét ,fejletlen vagy drága közúti tömegközlekedés (nem az igényekre szabott), (kerékpárutak részleges), P+R területek kiépítetlensége, kerékpár kölcsönző rendszer hiánya,
 ivóvíz ellátáshoz használt kutak rossz minősége,

„Energiafelhasználás elmaradottsága (kazánház-rekonstrukció, közvilágítás korszerűsítés, létesítmények világításkorszerűsítése, fűtéskorszerűsítés)
 „hiányoznak a környezetkímélő helyi közlekedés (pl. kerékpár, roller) infrastrukturális elemei”

pollen terhelés: allergén pollen koncentrációja magas vagy nagyon magas, iparvárosok, üzemek, gyárak, bányák szomszédsága (még rosszabb, ha a város nincs hatással ezek működésére)- károsan hatnak a levegőminőségre, ezáltal az egészségre, illetve közrejátszhatnak a szmog kialakulásában
 jelentős forgalom, áthaladó forgalom szennyezi a levegőt és adott időjárási viszonyok mellett szmogot okozhat
 nem megfelelő szennyvíztisztító rendszer, mely szárazság esetén több tisztított szennyvizet enged be a (patakba), mint annak vízhozama, ezzel jelentős vízminőség romlást idéz elő
 szennyvízcsatorna hálózat hiánya vagy kis kapacitása, illetve település kis lefedettsége tisztított szennyvíz szennyezőanyag tartalma a megengedett határérték feletti
 alacsony ivóvízkészlet tartalékok (valamilyen vízhasználat miatt, pl. erőmű, bányavíz kitermelés)

veszélyeztetett vízbázisok, sérülékeny rétegvíz készletek
 hidrológiai védőterületek kialakíthatatlansága, védettségük megoldatlansága
 települések, „településrészek tűzi vízigénye nem (kielégítően) megoldott, esővízgyűjtők hiánya, mely a zöldfelületek öntözése érdekében kellene, a lakosság körében is
 a felszín alatti vizek minőségi vizsgálatának hiánya (pl. monitoring kutak hiányszintén sérülékenységet jelenthet, ha nem tisztázott, hogy a kutak finanszírozása kinek a feladata, hiszen ez a kutak üzemeltetését hátráltatja, gátolja), szennyezése, minőségének romlása, mert az aszályok idején megnövekedett vízigény egy részét, még ha nem is az ivóvizet, ezekből lehetne fedezni
 szennyezőanyag (komponensek) a talajvízben, a megengedett határértéket meghaladó koncentrációban
 felszín alatti vizek nem megfelelő, nem fenntartható használata (a határértékek nincsenek igénybevitel szerint meghatározva)
 (településen átfolyó) patakoknál, folyóknál a nem megfelelő mederállapotok, mederformák.

a víztározók nem megfelelő üzemeltetése,
 csapadékvíz elvezetésének (részleges) megoldatlansága (csapadékvíz elvezető rendszer hiánya, elmaradottsága), a kiépített vízvezető árkok, csatornák nem megfelelő karban tartása, korszerűtlensége.
 Hegységben, hegységek mellett található területeknél a hegységekből a vizek gyors és intenzív lefolyása

rossz energiahatékonyság

víz pazarlása, víztakarékosság hiánya

felkészülés hiánya a várható kényszerhatásokra, pl. fogyasztói árak emelkedésétől való függés (rossz energiahatékonyság esetén függés az energiaárak emelkedésétől)
 megfelelő védekezési stratégia hiánya a szélsőséges időjárási eseményekre, melyek károkat okozhatnak a kulturális építményekben, természetben, lakóépületekben, és ezek helyreállítása nagy költségekkel járhat
 zöld felületek hiánya miatt rosszabba a levegő minősége és egészségtelenebbek, kellemetlenebbek az életkörülményeket, és ez a turizmust is csökkenti

a megfelelő védekezési stratégia hiánya hátráltatja a lakosságban is a környezettudatos gondolkodás kialakulását

a felszín alatti és termálvízkinccs nem megfelelő „védelme, megőrzése és fenntartható, integrált térségi hasznosítása”

A klímaváltozás következtében előforduló kivételesen magas vízhozamok esetén az áradásoknál lehetségesen érintett vízparti (víz melletti) területek.

a kevés ivóvízzel, rossz vízellátottsággal rendelkező területek, ha a klímaváltozás következtében csökken a csapadékmennyiségük

azok a területek, ahol annyira lecsökken a csapadék, hogy aszályok fordulhatnak elő

azok a területek, amelyeknek nem áll a rendelkezésére megfelelő létszámú (és képzettségű) személyi állomány, korszerű technikai eszközök, anyagi források, és ezért nem tudnak megfelelően alkalmazkodni a klímaváltozáshoz

urbanizált területek, városok, ahol sok ember él, nagy a népsűrűség, és rá vannak utalva az élelmiszerszállítmányokra, közlekedésre, víz, különböző termékek és energia odaszállítására

ha a közlekedési eszközök, iskolák, sürgősségi ellátás árterületen található vagy ki van éve egy esetleges áradásnak

könnyen túlmelegedő épületek túlsúlya

az áradásnak kitett területek : tengerek melletti (tidal flooding), folyami áradás (fluvial flooding) és erős esőzések miatti (surface water flooding), olyan települések, ahol áradásnak magas kockázattal kitett földhasználati területek vannak

4b Populáció

Egy populáció akkor sérülékeny:

ha a klímaváltozás hatására élőhelye eltűnik,

ha a klímaváltozás hatására potenciális élőhelye gyorsabban változtat helyet, mint amit a populáció követni tud,

ha korlátozott a vándorlási, terjedési, migrációs képessége,

ha tápláléka vagy más forrása tűnik el a klímaváltozás hatására, ha az effektív populációméret alacsony

ha a lokális szubpopulációi elszigeteltek ha kevés egyedből áll

ha kis területre szorult vissza

ha alacsony a genetikai diverzitása, nagy a beltenyészet

ha el van szigetelve a faj többi populációjától

ha túl sok parazitája van

ha sok a beteg példány

ha több károsító hatás egyszerre éri (pl, időjárás közvetlen hatása és e mellett az időjárás kedvezőtlen hatása a tápnövény vagy zsákmányállat populációjára, vagy e mellett időjárástól független túlhalálszat, túlvadászat)

ha a táplálékforrásai szűkösek

ha az élőhelye szigetszerű, vagy fragmentálódott

(4c) Élőhelyfolt egy adott társulással

Sérülékeny, ha populációinak nincs az élőhelyfolton kívüli része, amelyből dinamikusan pótlódhat. Sérülékeny, ha szűktűrésű, specialista fajokból áll. Sérülékeny, ha nem áll védelem alatt, ha szennyezettséggel érintett, ha több károsító hatás egyszerre érvényesülhet.

5a Önkormányzatisággal rendelkező régió (esetleg önkormányzatisággal nem rendelkező terület egység) – pl. hazánkban Közép-Magyarországi régió, vagy valamelyik járás vagy megye

Sérülékeny, ha települései többségükben sérülékenyek és a nem sérülékeny települései nem képesek kompenzálni a szomszédos területek károsodását. Sérülékeny, ha lakossága sérülékeny egyénekből, családokból áll, vagy ilyenek nagy számban illetve arányban élnek ott. Sérülékeny, ha nincsenek központi tartalékai, ha rendkívüli helyzetekre nincs felkészülve, ha ellátórendszerei (élelmiszer, víz, kórházak, menedékhelyek, elsősegély helyek, hajléktalan ellátás, szociális ellátórendszerek) és kárelhárító kapacitásai (katasztrófavédelem, tűzoltók, mentőszolgálat, önkéntes szolgálatok) kicsik, korlátozottak.

5c Táj

A tájszintű sérülékenységet az alrendszerek sérülékenységén kívül elsősorban az alacsony táji diverzitás, az ökológiai hálózatok hiánya jelentheti.

6a Ország, állam (pl. Magyarország)

Az országok sérülékenységét az alrendszereik sérülékenységén túlmenően, a klímaváltozásnak való kitettséggel jellemzik. Ilyen a tengerpartok hossza, mint elöntési sérülékenység, a folyóvízi árvízveszélyes helyek kiterjedése, aránya. Az aszály-érzékeny, nem öntözhető területek aránya. De egy ország sérülékeny, ha belső társadalmi feszültségek terhelik, például nagy vagyoni különbségek, súlyos szegénység, demokrácia hiánya, autokratikus-diktatórikus kormányzati elemek megjelenése, szabadságjogok korlátozása, rasszista vagy más gyűlöletkeltő vagy diszkriminatív közbeszéd. A lakosság alacsony képzettsége, alacsony arányú idegen-nyelv tudása. Egy állam sérülékeny, ha a szomszédos államokkal nem képes szívélyes jószomszédi viszonyt, széleskörű együttműködéseket, szövetségeket, közös politikákat, összehangolt intézkedéseket, nyitott határokat, közös fellépést, élénk gazdasági és turisztikai kapcsolatokat, folyamatos információcserét kialakítani, ha nem tagjai azonos szövetségi rendszereknek (pl. EU, NATO, ENSZ, Valutaalap, visegrádi együttműködés...)

6c Meghatározott biogeográfiai régió adott biomhoz tartozó része

Sérülékenységét az exóta invazív (sokszor emberi tevékenységekhez kötődő) fajok megjelenése, az élőhelyfragmentáció és az emberi túlnépesedés következményei (klímaváltozás, környezetszennyezés, földhasználatváltozás, urbanizáció, turizmus felelőtlen formái) növelik. A sérülékenységet extrém módon fokozhatja, ha nincs lehetőség a populációk és társulások helyváltoztatással történő adaptációjára. Ilyen például az északi sarkvidéki biom, cirkumpoláris ökoszisztéma (lényegében osztatlan biogeográfiai régió is egyben), amelynek élőlényei nem tudnak még északabbra költözni.

7a Államok szövetsége, integrációja (pl. EU)

Sérülékeny, ha integrációja nem történik meg eredményesen minden szerveződési szinten. Nem elégséges a vezető politikusok jó szándéka és együttműködési akarata, ha a lakosság, civil szervezetek, intézmények tényleges együttműködésének akadályai vannak. Ha a munkaerő, az áruk és szolgáltatások, valamint a befektetői tőke nem tud teljesen szabadon áramolni, akkor ez jelentősen csökkenti a belső helyváltoztatással való klímaváltozási adaptáció lehetőségeit. Nagyon fontos a jogi környezet egységesítése, a mesterséges akadályok (átgondolatlan vagy szakszerűtlen jogszabályok, idegengyűlölet, túlfejlett bürokrácia) elhárítása, a természetes akadályok (pl. nyelvismeret) leküzdésére teendő erőfeszítések, és az információ egységesen való elérhetővé tétele az integráció minden polgára számára. Az országok és államok minél erőteljesebb, mélyrehatóbb összefogása, integrációja, egyesülése a klímaváltozással kapcsolatos alkalmazkodás szinte nélkülözhetetlen feltétele. Ennek az összefogásnak globális léptékűnek kell lennie, mert a klímaváltozás maga, de a túlnépesedés és annak összes következménye is globális folyamat, ha az ez ellen fellépő politikai akarat nem globális, akkor esélyünk sincs. Senki sem mondhatja, hogy „de hisz az én oldalamon nem is süllyed a csónak”, nálunk nincs is túlnépesedés, nálunk nem melegszik a bolygó, nálunk nincs is őserdő, nálunk nem olvadnak a jégtáblák, mert a bárhol kibocsátott széndioxid molekula órák-napok alatt eljut bárhová a légkörben, ahogy szinte az összes légköri szennyezőanyag is.

7c Biogeográfiai régió,

Elsősorban emberi hatások következtében lehet sérülékeny. Jelenleg talán az Australis (erszényesek és tojásrakó emlősök hazája), a Neotropis (pl. Amazónia), Ethiopis (Afrikai ősedők) és az Orientalis (főként Dél-Kelet Ázsia és Makronézia) régiói a leginkább fenyegetettek és sérülékenyek.

8a Emberiség

Sérülékenységet önmön túlnépesedése és annak következményei okozzák.

8b Egy faj

Általában egy faj kihalását a lokális populációk eltűnése az área beszűkülése az élőhelyek elvesztése eredményezi, de néha közvetlen pusztításuk is. Az egyik leghíresebb ember által teljesen kipusztított állatfajt (a mauritiusi dodót) nem fenyegette élőhely-fragmentáció, klímaváltozás, urbanizáció vagy járványos betegség, hanem ostoba tengerészek egyszerűen „sportból” agyonverték a jámbor és gyanútlan dodó összes példányát, pedig állítólag még a húsa sem volt különösebben élvezhető.

Északi szélesszájú orrszarvúból eredeti szavannai élőhelyén már csak 5 példány él. Déli rokonától elszigetelt önálló alfaj. Déli rokona is veszélyeztetett. Az élőhely-csökkenésen kívül az orvvadászat (esetében a végtelenül ostoba „orr-vadászat”) fenyegeti. Sérülékenységet a beltenyészet és az alacsony egyedszámon túl a védelméért felelős társadalom zilált viszonyai teszik közeli kihalással extrém módon fenyegetetté.

8c Biom

A biomok sérülékenysége klímaigényeik és kiterjedésük függvénye, de igazi fenyegetettségüket elsősorban az emberi tevékenység jelenti.

A síkvidéki perhumid (ombrofil) trópusi esőerdő például nagyon stabil, ellenállóképes, diverz ökoszisztéma, sérülékenységet, fenyegetettségét és teljes megsemmisüléssel fenyegetett

sérülékenységet kizárólag az emberi tevékenység okozza. Ennek a biomnak a visszaszorulása, valószínűleg a teljes bioszféra szabályozóműködéseinek összeomlásával járna, mert biodiverzitása, anyagforgalmi szerepe, szolgáltató és szabályozási kapacitása utolérhetetlen.

9 Bioszféra

A bioszféra nem csupán a földi élőlények egyszerű gyűjtőfogalma, összessége, hanem egy komplex inherens egység; kibernetikai rendszer, mely maga képes a földi élethez szükséges optimális fizikai és kémiai környezetet kialakítani/fenntartani/szabályozni. A bioszféra az egyetlen létezési mód a fajok többsége és főként az ember számára. Az emberiség minden létfeltétele a bioszféra szolgáltatásaiból adódik, fajunk pedig része ennek a globális hálózatnak. A bioszféra minden tagja a baktériumoktól, a növényeken, állatokon át a gombáig, azonos genetikai kódot és azonos alapvető biokémiai mechanizmusokat használ. Ezek a biokémiai reakció-hálózatok ökológiai kapcsolatokon (táplálékhálózat, kölcsönhatási hálózat, biogeokémiai ciklusok) keresztül az egész bioszférát egyetlen működési egységgé kapcsolják össze, egyfajta szuperorganizmussá. Az azonos genetikai kód azonban arra mutat, hogy nem csupán működési-funkcionális egységről, hanem ontológiai-leszármazási egységről is szó van. A mai bioszféra egésze 1db közös ősszel kezdődött, valamikor 3 milliárd évvel ezelőtt. Minden ma ismert élőlény (a kihaltakat is beleértve) ennek az egyetlen közös ősszelnek a leszármazottja, tehát a bioszféra lényegében egy nagy „család”, mely távoli „unokatestvérek” sokaságát tartalmazza. Ha nem így lenne, akkor egymás anyagait (a mindössze 20-féle fehérjeépítő aminosavat, azonos alapvető szénhidrátokat, lipoidokat, és vitaminokat) nagy valószínűséggel nem tudnánk hasznosítani

A földi Bioszféra sérülékenységéről nehéz bármit is mondani, hiszen a maga nemében egyedüli ismert létező, nincs összehasonlítási alapunk. Nyilvánvaló azonban, hogy a bioszféra sérülékenysége az a legfontosabb fogalom, amelyet a legalaposabban kellene tanulmányoznunk, hiszen szinte minden, amit jól ismerünk, értékesnek, szépnek tartunk ettől függ.

Az emberiségre sokat úgy tekintenek, mint a bioszféra sérülékenységének egyetlen okozójára és létének egyetlen fenyegetettségére, ami az emberiség jelenlegi örült túlnépesedését, ésszerűtlen és rövidlátó öngyilkos tevékenységeit ismerve érthető is. Az emberiségben azonban hosszú távon (ha addig ki nem halunk) a bioszféra alkalmazkodóképességének a legfontosabb, sőt kiemelkedő jelentőségű kulcsa lehet, amit olyan sérülékenységek okoznak, mint a becsapódó kisbolygók, vagy a Nap fokozódó tevékenysége folytán a Földön teljesen ellehetetlenülő élet. A kisbolygó-becsapódások elhárítására a bioszférából egyedül az emberiségnek lehetnek a jövőben alkalmas technológiai eszközei, és a terjedésben, helyváltoztatásban rejlő bioszféra-szintű alkalmazkodásra (új bolygók benépesítése, terraformálására) is az ember lehet leghamarabb alkalmas, ez pedig az összes többi faj túlélése számára is lehetőséget nyit, hiszen ezek nélkül az ember nem életképes.