

REZILIENCIA: VÁLTOZÁS ÉS ÁLLANDÓSÁG TÁRSADALMI-ÖKOLÓGIAI RENDSZEREKBE

RESILIENCE: VARIABILITY AND PERSISTENCE IN SOCIAL-ECOLOGICAL SYSTEMS

Kuslits Béla

PhD-hallgató, Budapesti Corvinus Egyetem Gazdaságföldrajz, Geoökonómia és Fenntartható Fejlődés Intézet, Budapest
bela@kuslits.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A társadalmi-ökológiai rendszerek rezilienciája a környezettudományok egyik legjelentősebb területe, az erről szóló diskurzus azonban szegényes a magyar nyelvű tudományos irodalomban. Írásomban a nemzetközi irodalom legfontosabb szerzői és a terület néhány kiemelkedő eredménye alapján adok áttekintést. A rezilienciaelmélet a *komplex adaptív rendszerek* működéséről alkotott tudásunkat igyekszik a gyakorlatban is alkalmazhatóvá tenni, elsősorban a természeti erőforrások menedzsmentjében. A rezilienciaelmélet kiindulópontja annak a felismerése, hogy a társadalmi-ökológiai rendszerek működését nem egyensúly, hanem állandó változékonyság jellemzi, ez a változékonyság pedig nemcsak elviselhető számukra, hanem szükséges is a fennmaradásukhoz. Az ember-természet együttműködés akkor működik jól, ha ezt a meglepetésekre hajlamos működést érti, a szabályozásokban és beavatkozásokban pedig a gyakorlatban is figyelembe veszi. Ezek a meglepetések három csoportba sorolhatók: (1) a rendszer saját előrejelezhetetlen viselkedése, (2) külső hatásokra bekövetkező nemlineáris átalakulások és (3) strukturális tulajdonságok, amelyek képessé teszik a rendszert abszolút újdonságok kezelésére. A társadalmi-ökológiai rendszerek rezilienciaelmélete a hagyományos ökológiai tudás, a részvételi menedzsment és a rendszerelméleti megközelítés együttes alkalmazásában látja a kulcsot ahhoz, hogy hatékony választ tudjunk adni az ökológiai válság kapcsán felmerülő egyre jelentősebb kihívásokra. A COVID-19 járvány látványos példája annak, hogy az ökológiai rendszerek felelőtlen használata váratlan kihívások elé állíthatja az emberiséget. Számos tudományos előrejelzés szerint az ökológiai válság hasonlóan jelentős krízisek sorát fogja okozni a következő évtizedekben. Ezek megértésében és a felkészülésben nyújt alapvető eszközkészletet a rezilienciaelmélet.

ABSTRACT

The resilience of social-ecological systems is one of the most important fields of environmental sciences today, yet in the Hungarian scientific discourse it is rarely discussed in depth. In my essay I summarize the most important results of resilience theory based on the works of the most important authors in this field. Resilience theory applies our knowledge on *complex adaptive*

systems in practice, primarily in natural resource management. The starting point of resilience theory is the recognition of the fact that social-ecological systems are never in an equilibrium state rather in constant change and variation, and this variability is not just something they withstand but essentially they need in order to sustain their existence. This variability can be expected as three basic forms of surprises: (1) the system's own unpredictability, (2) nonlinear changes due to external shocks and pressures and (3) structural attributes that define the adaptive capacity of a system towards completely new challenges. Resilience theory of social-ecological systems concludes that the efficient response to all these challenges lies in the unified application of traditional ecological knowledge, participatory governance and systems-thinking. The COVID-19 pandemic is a striking example of the challenges that may be caused by irresponsible use of ecological systems. According to many scientific predictions, similar challenges are to be expected in the coming decades. Resilience theory provides tools to understand and prepare for such challenges.

Kulcsszavak: reziliencia, társadalmi-ökológiai rendszerek, természetierőforrás-menedzsment

Keywords: resilience, social-ecological systems, natural resource management

BEVEZETŐ

A reziliencia egy rendszer képessége arra, hogy külső sokkok ellenére képes legyen fenntartani struktúráját és funkcióit. A koronavírus-járvány több szempontból is ráirányítja a figyelmünket a reziliencia kérdésre. Egyrészt a járvány és a védekezéshez szükséges intézkedések próbára teszik a társadalom és gazdaság alkalmazkodóképességét rövid távon, másrészt a járvány eredettörténete ráirányítja a figyelmünket arra, hogy az élőhelyek zsugorodása, a fajok kihalásának ökológiai következményei, a klímaváltozás következtében alighanem egyre gyakrabban kell majd a jövőben hasonló kihívásokkal szembesülnünk (Olival et al., 2017). Mit tehetünk a megelőzésért, és mit tehetünk az alkalmazkodásért? Ezekre a kérdésekre keresi a választ a társadalmi-ökológiai rendszerek rezilienciájának elmélete. A rezilienciaelmélet ökológiai alapjait Buzz Holling írta le 1973-ban, munkájára a 21. század elejére a környezettudományok egyik legnagyobb hatású irányzata épül. A természeti erőforrások működési dinamikájáról és az ebből következő menedzsmentelméletekről szóló munkássága meghatározó jelentőségű, ez azonban nemcsak a modell eleganciájának köszönhető, hanem annak is, hogy az ökológiai válság kibontakozásával egyre nagyobb gyakorlati igény van a reziliencia megértésére és alkalmazására: mi tesz képessé egy rendszert arra, hogy váratlan sokkokat átélve is fenn tudja tartani struktúráját és funkcióit? A hazai tudományos diskurzusban a reziliencia csak néhány szerző érdeklődését keltette fel. Lányi András politikafilozófiai megközelítése kritikusan fogadja (Lányi, 2013), míg Buzási Attila és Szalmáné Csete Mária a városi

klímaadaptáció egy hasznos új útjaként hivatkoznak rá (Buzási–Szalmáné Csete, 2018). A reziliencia fogalmának a nemzetközi irodalomban többféle értelmezése létezik. Tanulmányomban ezek közül a *társadalmi-ökológiai rendszerek* rezilienciájáról szóló kutatások néhány kiemelkedően fontos eredményét foglalom össze, amelyek kiindulópontot jelenthetnek a hazai gyakorlati és tudományos alkalmazás számára.

Holling kiindulópontja annak a közkeletű feltételezésnek a megkérdőjelezése volt, hogy a természetes rendszerek alapvetően egyensúlyban vannak, illetve egy bizonyos stabil egyensúlyi állapotra törekszenek. Bár az ökológiai rendszerek tágabb értelemben valóban állandóak (azaz számos tényező összjátéka biztosítja az élőhelyek hosszú távú fennmaradását), mégis, működésüket a folyamatos változás és ingadozás jellemzi, sőt a rendszer fennmaradását részben éppen ez a változatoság szavatolja – létük tehát állandó, állapotuk azonban folyamatosan változik. Az egyensúlyi modell úgy közelíti meg az ökoszisztémákat, mint amelyek a zavarások, sokkok után egy adott egyensúlyi állapotba igyekeznek visszatérni. Holling ezzel szemben azt mondja, hogy a megfelelő zavarások nélkül a rendszer fokozatosan elveszítheti stabilitását, és összeomolhat. Az ingadozás és a véletlenszerű események az ökoszisztémák integráns részei, amelyek fontos szerepet játszanak abban, hogy fennmaradjanak, ez a fennmaradás azonban egyben a folyamatos belső változás fennmaradását is jelenti (Holling, 1973). Ez az elméleti megközelítés jelentős gyakorlati következményekkel is jár. A *maximális fenntartható hozam* (maximum sustainable yield, MSY) számítását például számos megújuló erőforrás menedzsmentjében alkalmazzák annak érdekében, hogy ezzel elkerüljék az ökoszisztéma eltartóképességén felüli terhelését (Kerekes et al., 2018) – mivel azonban az eltartóképesség maga is ingadozik, Holling szerint egy ilyen statikus elv alkalmazása összeomláshoz vezethet a gyakorlatban.

TÁRSADALMI-ÖKOLÓGIAI RENDSZEREK

Az ökológiai rendszerek stabilitásának kérdését tovább árnyalja, hogy csak akkor tudjuk megfelelően tárgyalni, ha társadalmi-ökológiai rendszerekként tekintünk rájuk, azaz nem pusztán a földrajzi elhelyezkedés, illetve a flóra és fauna változatos interakcióit vizsgáljuk, hanem a társadalmi-ökológiai interakciókat is a rendszer részeként tekintjük (Westley et al., 2002). Az ökológiai rendszerek nem a társadalomtól független, zárt struktúrák, amelyeket kívülről irányítani tudunk, még a nagymértékben mesterséges agrár-ökoszisztémák sem állnak teljes mértékben az ember kontrollja alatt. Az ember számos társadalmi-ökológiai interakcióban vesz részt, amelyek a teljes rendszer egy-egy elemével jelentenek kapcsolatot (például: vadászat, egy ültetvény telepítése). Ezek-

nek a kontextusát határozzák meg a tisztán társadalmi (például intézményi) és tisztán ökológiai (például predációs) kapcsolatok. A rendszer egészét senki sem kontrollálja, hanem a részek összességéként jelenik meg a társadalmi-ökológiai rendszer komplex önszabályozó működése (Schlüter et al., 2019).

A társadalom működése azonban stabilitást igényel. Az ökológiai stabilitás tette lehetővé a mezőgazdaság megszületését évezredekkel ezelőtt – és ezzel a civilizációk fejlődését az ókortól napjainkig. A stabilitás többféleképpen is értelmezhető, a mai agrárrendszerekben azonban egyértelműen az a szemlélet van többségben, amely egyetlen faj biológiai produktívjának maximalizálására törekszik, és válogatott eszközökkel igyekszik a külső hatásokat semlegesíteni (tápanyagpótlás, kártevőirtás, belvízlevezetés stb.). Ez a megközelítés a rendszer normál változatosságának kiiktatására törekszik, ami hosszabb távon megrevvé és törékennyé teszi (rigidity trap), és amelynek fenntartása egyre drágább lesz (Carpenter–Brock, 2008). A természetes rendszereket egyetlen erőforrás maximális szolgáltatására kényszerítő gazdálkodási és szabályozási szemlélet azonban számos esetben váratlan, gyors és nehezen visszafordítható összeomlásokhoz vezetett (Carpenter et al., 2001; Walker et al., 2009).

A rezilienciairányzat célja annak a megértése, hogy hogyan lehet megvalósítani, illetve újraértelmezni a stabilitás igényét úgy, hogy az a társadalmi-ökológiai rendszerek komplex működését valóban figyelembe véve alkalmazkodjon az elkerülhetetlen változékonysághoz is. Ez az újraértelmezett stabilitás nem jelent olyan megbízhatóan egyenletes, óraműszerű dinamikát, ami gazdasági-elméleti szempontból talán leginkább kívánatos lenne, ugyanakkor képes felkészíteni arra, hogy ne történjenek hirtelen, nemegyszer visszafordíthatatlan összeomlások. Reziliencia szempontból a természeti erőforrás-menedzsment alapvetően arról szól, hogy három különböző típusú meglepetésre készíti fel a rendszer szereplőit (Berkes et al., 2003). A *meglepetés* ebben a kontextusban olyan eseményt jelent, amelynek a bekövetkezése valamekkora valószínűséggel várható, a bekövetkezés időpontja azonban nem jelezhető előre. Az első típus a rendszer saját változékonyságának következménye, ilyen például az árvíz egy folyón. A második típus az úgynevezett *kritikus átmenetek* esete, amikor a rendszer, ami korábban kvázi lineáris választ adott valamilyen külső hatásra, hirtelen ugrásszerű változást mutat, amelyben a rendszer egész működése rövid idő alatt átrendeződik (Scheffer et al., 2001). A harmadik típus az „ismeretlen ismeretlenek” esete. Az olyan eseményeké, amelyek ugyan elvileg láthatók előre, mégsem gondol senki rájuk: erre példa lehet az e sorok írásakor zajló COVID-19 járvány, az olyan események, mint a ciánszennyezés volt a Tiszán 2000-ben, vagy az ajkai vörösiszap katasztrófa 2010-ben.

ERŐFORRÁS-MENEDZSMENT BIZONYTALAN KÖRNYEZETBEN

A három meglepetés más és más megközelítést igényel. A társadalmi-ökológiai rendszer változékonysága úgy integrálható, hogy rugalmasan, a döntéshozatal minden szintjén figyelembe veszi azt a tényt, hogy az egyes beavatkozások hatása nem jelezhető előre teljes biztonsággal. Holling szerint a helyes természeti erőforrás-menedzsment előírásai *hipotézisek*, beavatkozásai pedig *kísérletek* a hipotézisek tesztelésére (Holling–Meffe, 1996). Ez a megközelítés számos esetben részvételi megoldásokkal kivitelezhető leginkább, alapvetően két okból. Egyrészt, a különböző tájhasználati formák más és más módszerek, kérdések és célok mentén működnek, így a különböző nézőpontokat integráló intézeti megoldások képesek lehetnek a tájban zajló folyamatok egy olyan komplex interpretálására, amely tudományos adatgyűjtéssel nem kivitelezhető. Másrészt, a sok helyütt még fellelhető hagyományos ökológiai tudás jellegénél fogva alkalmazkodásra fókuszáló tudást halmozott fel nagyon hosszú idő alatt, ezért képes lehet olyan eseményekre is reagálni, amelyek egy emberöltőnél ritkábban fordulnak elő, mégis az ökológiai rendszer működéséhez tartoznak. A hagyományos tudás integrálása nem valamiféle archaikus társadalmi berendezkedés erőltetését jelenti, hanem azt, hogy ez a kevésbé formális tudásrendszer is beépül a modern döntéshozatali folyamatokba az egyébként is széles körben javasolt részvételi megoldások segítségével (Folke et al., 2005; Molnár et al., 2016). Az adaptív menedzsment tehát megteremti azt az intézményi keretet, amelyben a természeti folyamatok változékonysága észlelhető és értelmezhető, ezáltal lehetséges alkalmazkodni hozzá. Ez jelentheti azt, hogy azonos gazdasági hasznot egészen más döntésekkel érhetünk el különböző években, de azt is, hogy elfogadva a természetes rendszerek változékonyságát, nem várhatjuk el, hogy a rendszer gazdasági termelékenységé minden évben ugyanakkora legyen.

A kritikus átmenetek olyan változások, amelyekben a társadalmi-ökológiai rendszer működési logikája alakul át, a rendszer normál folyamataihoz mérve rendkívül gyorsan. A működési logika átalakulása azt jelenti, hogy visszacsatolási folyamatok megszűnnek, vagy létrejönnek, kimerülnek pufferek, új interakciók jönnek létre, új szereplők jelennek meg a rendszerben stb. Általánosságban szólva a rendszert alkotó elemek kapcsolatai alakulnak át. Mindezekre igaz az, hogy olyan hatások váltják ki a hirtelen változást, amelyek korábban is jelen lehettek a rendszerben, azonban nem volt drámainak mondható hatásuk (Kuslits, 2015). Azon tényezők összességét nevezzük *rezilienciának*, amelyek képesek voltak ezen hatások jelenléte ellenére a normál konfigurációban tartani a rendszert. A reziliencia azonban nem lehet korlátlan. A társadalmi-ökológiai rendszer képes alkalmazkodni az új külső hatásokhoz, amikor azonban az alkalmazkodóképesség eléri határait, hirtelen változás történik. Az ilyen változások egyik tankönyvi példája a sekély édesvízi tavak eutrofizációja, amely

a Balatonban is lezajlott a 20. század második felében. A tó egy darabig képes volt arra, hogy a bejutó foszfortartalmú szennyező anyagokat az üledékben kémiai kötésbe vigye, és ezáltal alacsonyan tartsa koncentrációját a vízben. A tó vize ennek a kapacitásnak köszönhetően akkor is tiszta maradhat, ha egyébként intenzív mezőgazdaságból vagy más forrásból jelentős terhelés éri évtizedeken keresztül – amint ez a Balatonnal is történt az 50-es évektől kezdve. Amikor az üledék foszfortároló kapacitása kimerül, egy-két év alatt drámai változás történik: a víz zavaros lesz, növényvilágát döntő többségben lebegő algák alkotják, a víz oxigénkoncentrációja lecsökken, számos állat elpusztul, a turizmus összeomlik. A csökkenő oxigénkoncentráció következtében még az a foszfor is felszabadul, ami korábban kötésben volt, ezzel az eutrofizált állapotot stabilizáló új visszacsatolás lép működésbe, és a szennyezés megszüntetése ellenére is fennmarad az új stabil állapot (Somlyódy–Straten, 1986). Bizonyos helyzetekben hasonló átalakulásokat okozhat számos társadalmi és ökológiai tényező, például az inváziós fajok betelepülése, a birtokszerkezet átalakulása, az öntözés, a piaci viszonyok átalakulása és természetesen mindenképp a klímaváltozás is.

A kritikus átmenetek elkerülésében kiemelkedő az úgynevezett *lassú változók* szerepe. A lassú változók a társadalmi-ökológiai rendszerek legalapvetőbb strukturális sajátosságait jellemzik. Lassúak, mert jellemzően sok visszacsatolás és nagy kapacitású puffer kapcsolódik hozzájuk, ami stabilizálja őket, ezért értékük a rendszer többi változójához képest sokkal lassabban változik – időnként állandónak is tekintjük őket, ha nem akarunk hosszú távon gondolkodni. Lassú változó lehet például egy társadalom átlagéletkora, a légkör CO₂ koncentrációja, egy faj szaporodási rátája, a talajvízszint stb. Ha ezek a változók gyors ütemben változnának, annak nehezen megjósolható, de mindenképpen nagyon jelentős következményei lennének. A reziliencia a rendszer képessége arra, hogy a lassú változókat stabilan tartsa. Minél több módja van a lassú változók stabilizálásának, annál biztosabb, hogy a rendszer egy sokk után képes lesz visszarendeződni a korábbi működésmódjába, képes lesz ugyanazokat az ökoszisztéma szolgáltatásokat nyújtani, mint korábban. A biodiverzitásnak kiemelkedően fontos szerepe van a reziliencia megőrzésében, hiszen ez a legfőbb forrása a *funkcionális diverzitásnak és redundanciának* egy társadalmi-ökológiai rendszerben. A funkcionális diverzitás mellett a modularitás, a hálózatoság, a beavatkozásokhoz kapcsolódó szoros visszacsatolások és a tanulás képessége a reziliencia legfontosabb forrásai (Walker–Salt, 2006).

A meglepetések harmadik típusába tartoznak az úgynevezett ismeretlen ismeretlenek, soha nem látott vagy nagyon ritka események. A velük való megküzdési képesség, az általános reziliencia. Nem könnyű vállalkozáselemzési vagy menedzsmentkeretet kidolgozni egy olyan jelenségre, amelyet nem ismerünk. Az általános reziliencia tudományos irodalma ennél fogva jóval kevésbé kiterjedt,

mint az előző két pontban tárgyalt specifikus¹ rezilienciáról szóló tudásunk. Ezzel együtt múltbéli váratlan események tanulmányozásával és a vizsgált rendszer működésének elemzésével azonosíthatók olyan pontok, amelyek mindenképpen döntöttek a rendszer hosszú távú fennmaradása szempontjából. A rendkívüli helyzetek megértéséhez az egyik fontos hozzájárulás a rezilienciaelmélet részéről az, hogy a háborítatlan működés közben megértett rendszerműködés összefüggései ugyanolyan fontosak a helyreállítás lehetőségei szempontjából, mint a sokk megismerése, illetve a háborítatlan működést is meghatározzák a sokkok idején kialakult működési minták. A lassú változók azonosítása bármilyen társadalmi-ökológiai rendszerben lehetséges, és azonosíthatjuk azokat a tényezőket is, amelyek a stabilitásukhoz hozzájárulnak. A második fő kérdés az általános reziliencia szempontjából az, hogy mit tehetünk a gyors alkalmazkodásra való képesség érdekében? Az oktatás, az innováció, a nem szokványos megoldások elfogadása, a részvételi döntéshozatalt ismerő adminisztratív folyamatok mind segítik az új megoldások gyors tesztelését. Ezeken felül a magas ökológiai és társadalmi diverzitás, a moduláris vagy redundáns szerkezet, a többközpontú döntéshozatal, a hiteles információk elérhetősége és a bizalom azok a tényezők, amelyeket a legtöbb szerző az általános reziliencia kulcsának tekint.

Az általános rezilienciát jelentősen csökkenti, ha a rendszer erősen optimalizált valamilyen célra, vagy magas tűrőképességet fejlesztett ki valamilyen terheléssel szemben. Bár ez az utóbbi a reziliencia egy formájának is tekinthető, a túlzott optimalizáció a válaszok diverzitását korlátozza, a rendszer túl sok erőforrását rendeli alá egyetlen célnak. Az általános reziliencia célja, hogy (1) a rendszer képes legyen gyors választ adni egy váratlan eseményre, (2) legyenek erőforrásai, amikor átmenetileg nem működnek a normál működés bizonyos csatornái, és (3) képes legyen az elérhető lehetőségek számát fenntartani mind normál időben, mind krízis idején. Egy sokk esetén a válasz képességét erősen befolyásolja az idő. Minél gyorsabban helyre tud állni a rendszer, jellemzően annál könnyebb is ez a folyamat. Ha egy krízis hosszú ideig fennáll, az önmagában is erodálja a kreativitást és a megoldások megvalósíthatóságát. Ezzel együtt a gyors, rész-kérdésekre fókuszáló megoldások gyakran csak áttolják a problémát máshova (Carpenter et al., 2012). Az általános reziliencia számos tényező számbavételét és bölcs menedzsmentjét kívánja egyszerre, ami még lokális szinten is nagy kihívás, a globális ökológiai problémák azonban sokszor igen nehezen feloldható *trade-off*okat jelentenek, amelyekhez nagy kreativitás és újszerű intézményi megoldások szükségesek (Walker et al., 2009).

Ma még korai lenne reziliencia szempontból átfogó értékelést adni a COVID–19 elleni védekezésről. Az azonban már ma is egyértelmű, hogy hasonló kihívások sora vár az emberiségre a globális ökológiai válság következményeként. A rezi-

¹ ADS – SAO/NASA Astrophysics Data System

liencia szempontjai a stratégiai gondolkodás részévé kell hogy váljanak a következő évtizedekben, ez lesz az a képesség, ami egy településtől a kontinentális léptéki meghatározza, hogy mennyire lesz élhető az a világ, amelyben a jövő generációk felnőnek.

IRODALOM

- Berkes F. – Colding, J. – Folke, C. (eds.) (2003): *Navigating Social-Ecological Systems - Building Resilience for Complexity and Change*. Cambridge University Press
- Buzási A. – Szalmáné Csete M. (2018): Fenntartható fejlődés és klímaváltozás – globális összefüggések lokális értelmezése. *Magyar Tudomány*, 179, 9, 1349–1358. DOI: 10.1556/2065.179.2018.9.8, https://mersz.hu/hivatkozas/matud_f10360#matud_f10360
- Carpenter, S. – Arrow, K. – Barrett, S. et al. (2012): General Resilience to Cope with Extreme Events. *Sustainability*, 4, 12, 3248–3259. DOI: 10.3390/su4123248, <https://academiccommons.columbia.edu/doi/10.7916/D8JM29GZ>
- Carpenter, S. R. – Brock, W. A. (2008): Adaptive Capacity and Traps. *Ecology and Society*, 13, 2. 40. https://pdfs.semanticscholar.org/49f6/2fff7c53d3ccel16e8b3f7c7021fc8aab4724.pdf?_ga=2.36898208.1889825219.1603177651-1466882280.1602231906
- Carpenter, S. R. – Walker, B. – Anderies, J. et al. (2001): From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What? *Ecosystems*, 8, 765–781.
- Folke, C. – Hahn, T. – Olsson, P. et al. (2005): Adaptive Governance of Social-ecological Systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 1, 441–473. DOI: 10.1146/annurev.energy.30.050504.144511, https://www.researchgate.net/publication/228662276_Adaptive_Governance_of_Social-Ecological_Systems
- Holling, C. S. (1973): Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1, 1–23. <https://core.ac.uk/download/pdf/52941869.pdf>
- Holling, C. S. – Meffe, G. K. (1996): Command and Control and the Pathology of Natural Resource Management. *Conservation Biology*, 10, 2, 328–337. <https://faculty.washington.edu/stevehar/sust-meffe.pdf>
- Kerekes S. – Marjainé Szerényi Zs. – Kocsis T. (2018): *Sustainability, Environmental Economics, Welfare*. Budapest: Corvinus University of Budapest, <http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/3658/>
- Kuslits B. (2015): Reziliencia társadalmi és ökológiai rendszerekben. *Alkalmazott Pszichológia*, 1, 27–41. DOI: 10.17627/ALKPSZICH.2015.1.27, http://ap.elte.hu/wp-content/uploads/2015/07/AP_2015_1_Kuslits.pdf
- Lányi A. (2013): Morális klímaváltozás. *Magyar Tudomány*, 174, 7, 820–829. <http://www.matud.iif.hu/2013/07/07.htm>
- Molnár Zs. – Kis J. – Vadász Cs. et al. (2016): Common and Conflicting Objectives and Practices of Herders and Conservation Managers: The Need for a Conservation Herder. *Ecosystem Health and Sustainability*, 4. DOI: 10.1002/ehs2.1215, <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ehs2.1215>
- Olival, K. J. – Hosseini, P. R. – Zambrana-Torrel, C. et al. (2017): Host and Viral Traits Predict Zoonotic Spillover from Mammals. *Nature*, 7660, 646–650. DOI: 10.1038/nature22975, <https://www.nature.com/articles/nature22975>
- Scheffer, M – Carpenter, S. R. – Foley, J. A. et al. (2001): Catastrophic Shifts in Ecosystems. *Nature*, 11, 591–596. DOI: 10.1038/35098000, <http://www.gatsby.ucl.ac.uk/~pel/environment/catastrophe.pdf>

- Schlüter, M. – Haider, L. J. – Lade Steven, J. et al. (2019): Capturing Emergent Phenomena in Social-Ecological Systems: An Analytical Framework. *Ecology and Society*, 24, 3. DOI: 10.5751/ES-11012-240311, <https://openresearch-repository.anu.edu.au/handle/1885/200937>
- Somlyódy L. – van Straten, G. (1986): *Modeling and Managing Shallow Lake Eutrophication: with Application to Lake Balaton*. Berlin: Springer
- Walker, B. – Barrett, S. – Polasky, S. et al. (2009): Looming Global-Scale Failures and Missing Institutions. *Science*, 325, 5946, 1345–1346. DOI: 10.1126/science.1175325
- Walker, B. H. – Abel, N. – Anderies, J. M. – Ryan, P. (2009): Resilience, Adaptability, and Transformability in the Goulburn-Broken Catchment, Australia. *Ecology and Society*, 14, 1. <https://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art12/ES-2008-2824.pdf>
- Walker, B. H. – Salt, D. (2006): *Resilience Thinking: Sustaining Ecosystems and People in a Changing World*. Washington, DC: Island Press, https://www.researchgate.net/publication/40777432_Resilience_Thinking_Sustaining_Ecosystems_and_People_in_A_Changing_World
- Westley, F. – Carpenter, S. R. – Brock, W. A. et al. (2002): Why Systems of People and Nature Are Not Just Social and Ecological Systems. In: *Panarchy*. Washington, DC.: Island Press, 103–119.