

FERTŐ IMRE–GARAMSZEGI LÁSZLÓ ZSOLT

Az inváziós fajok gazdasági költségei

Az inváziós fajok gazdasági költségeinek kérdésköre szemléletes példája a közgazdasági értelemben vett „puha költségvetési korlát” jelenségének. Tanulmányunk azt vizsgálja, hogyan vezet a probléma kezelésére irányuló stratégiai döntések halogatása olyan helyzethez, amelyben a kezdetben csekélynek tűnő gondok később exponenciális ütemben súlyosbodnak, jelentős gazdasági károkat és visszafordíthatatlan természeti veszteségeket okozva. A Kornai János által kidolgozott elméleti keretet felhasználva bemutatjuk, hogy a gazdasági szereplők és a döntéshozók miért nem érzik a korai megelőzés sürgető kényszerét, és miként járul hozzá a „megmentő mechanizmusok” iránti hamis bizalom a biológiai inváziók terjedéséhez és súlyosbodásához. Különböző költségbecslési módszereket mutatunk be a közvetlen gazdasági károk felmérésétől a bioökonómiai modellekig, hangsúlyozva a nem piaci értékek alábecsülésének következményeit. Globális és regionális példákkal illusztráljuk, hogy a hiányos monitorozási rendszerek, a politikai prioritások és egyes érdekcsoportok lobbizása miként puhítja tovább a költségvetési korlátokat. Végül olyan szakpolitikai ajánlásokat fogalmazunk meg, amelyek elősegíthetik keményebb költségvetési korlátok kialakítását, előmozdítva a korai megelőzést és ezzel a hosszú távú ökológiai és gazdasági fenntarthatóságot.

Journal of Economic Literature (JEL) kód: Q51, Q54, Q57, Q58.

Bevezetés

Az inváziós fajok elterjedésének gazdasági következményei szemléletes példái a közgazdaságtan egyik kulcsproblémájának, a puha költségvetési korlát jelenségének, amelyet Kornai János dolgozott ki (Kornai [1980], [1986]). A puha költségvetési

Fertő Imre főigazgató, HUN-REN Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont; egyetemi tanár, Budapesti Corvinus Egyetem Fenntartható Fejlődés Intézet (e-mail: ferto.imre@krtk.hun-ren.hu).

Garamszegi László Zsolt főigazgató, HUN-REN Ökológiai Kutatóközpont Ökológiai és Botanikai Intézet; kutatóprofesszor, HUN-REN Ökológiai Kutatóközpont Egészségbiztonság Nemzeti Laboratórium (e-mail: garamszegi.laszlo@ecolres.hun-ren.hu).

A kézirat első változata 2025. június 10-én érkezett szerkesztőségünkbe.

DOI: <https://doi.org/10.18414/KSZ.2025.7-8.708>

korlát azt a helyzetet írja le, amikor gazdasági szereplők – legyenek azok vállalatok, intézmények vagy akár egész társadalmak – nincsenek közvetlenül rákényszerítve arra, hogy döntéseik következményeit teljes egészében viseljék, mert bizhatnak abban, hogy végül külső segítség érkezik a károk enyhítésére (Kornai [2001]). Ez a segítség lehet állami támogatás, nemzetközi segítségnyújtás vagy akár természeti erőforrások pótlólagos bevonása is. A Japánból dísnövényként importált ártéri japánkésérűfűvet (*Fallopia japonica*) kezdetben mindenki szépnek találta az Egyesült Királyságban, nem látva előre a káros hatásait: a természetben agresszív terjedésével veszélybe sodorja az őshonos fajokat, ezért gátolja a természetes szukcessziót és a regenerációs folyamatokat, a városi környezetben pedig szétfeszíti a járdákat, és károsítja az épületeket. Elmaradtak a korai intézkedések, amelyek korlátozhatták volna a faj tovaterjedését, így mára a kiirthatatlan állományai által okozott károk helyreállítási költségei milliárdos nagyságrendet érnek el, és a kormánynak utólag kell beavatkoznia (Cuthbert és szerzőtársai [2021]). Hasonló jelenség figyelhető meg Magyarországon is, ahol több, kezdetben valamiféle érdemi hasznosulás reményében behurcolt inváziós faj – megfelelő kontrollintézkedések híján – mára már súlyos gazdasági és ökológiai következményeket idéz elő. A cifrarák (*Orconectes limosus*) terjedése például – amelyet eredetileg tógazdálkodási célból telepítettek be Európa több országába – nemcsak az őshonos rákfajokat veszélyezteti, hanem a halászati infrastruktúrát is károsítja. A közönséges selyemkórót (*Asclepias syriaca*) Magyarországra a textilipari hasznosíthatóság reményében hozták be, de mára az egész országban elterjedt, és természetközeli társulások mellett a mezőgazdasági területek gyomosodását okozza, jelentős védekezési költségeket generálva. A mirigyes bálványfát (*Ailanthus altissima*) hazánkba erdészeti és kertészeti céllal telepítették be, de agresszív módon szorítja ki az őshonos fajokat városi és erdei környezetben egyaránt, miközben gyökérzete kárt tesz az épített infrastruktúrában. A nutriát (*Myocastor coypus*) szőrméje miatt kezdték el tenyészteni, de a farmokról kiszökö példányok a természetben gyorsan szaporodó populációkat hoztak létre, amelyek árvízvédelmi töltéseket rongálnak, és mezőgazdasági károkat okoznak. Ezek az esetek is azt mutatják, hogy a korai fellépés hiánya hosszú távon sokszoros kiadásokhoz vezet, amelyeket végső soron a közösség kénytelen viselni.

Tanulmányunkban arra vállalkozunk, hogy Kornai elméleti keretét környezet-gazdaságtani kontextusba helyezzük, és bemutassuk, hogy az ökológiai és a gazdasági döntések halogatása miként vezet olyan helyzetekhez, ahol a kezdetben kisebb problémák exponenciálisan súlyosbodnak, jelentős gazdasági károkat és visszafordíthatatlan ökológiai veszteségeket idézve elő (Ahmed és szerzőtársai [2022], [2023], Bradshaw és szerzőtársai [2024]). A nemzetközi szakirodalom egyre pontosabban dokumentálja az inváziós fajok okozta gazdasági károkat, különös tekintettel a szigetek és védett területek sérülékenységére (Bodey és szerzőtársai [2023], Carneiro és szerzőtársai [2024a]). Új-zélandi példák alapján kimutatták, hogy még a viszonylag jól szervezett és reszponzív rendszerekben is jelentős rejtett költségek halmozódnak fel, ha a megelőzés és a kezelés széttagozott marad (Bodey és szerzőtársai [2022]).

Az inváziós fajok gazdasági, ökológiai és társadalmi hatásai széleskörűek, és súlyos következményekkel járnak. Ökológiai szempontból veszélyeztetik az

őshonos élővilágot, csökkentik a biodiverzitást, és drasztikusan megváltoztatják az ökoszisztémák működését (*Seebens és szerzőtársai* [2017]). Gazdasági értelemben közvetlen károkat okoznak a mezőgazdaságban, az erdőgazdálkodásban, a halászatban és az infrastruktúrában, továbbá humán- és állategészségügyi problémákat is szülnek (*Cuthbert és szerzőtársai* [2021]). Társadalmi hatásaik közül kiemelendő a rekreációs területek értékcsökkenése és a lakásokban való tömeges megjelenésük zavaró hatása.

A probléma nagyságrendjét érzékelteti, hogy az inváziós fajok globális kárai 2019-ben meghaladták a 423 milliárd dollárt, és ezek a költségek az 1970-es évek óta minden évtizedben legalább megnégyszereződtek (*Diagne és szerzőtársai* [2021a]). Az inváziós fajok gazdasági hatásainak taxonómiai bontása további részletekkel szolgál: a csigafajok például világszerte súlyos, de alulértékelt gazdasági károkat okoznak, különösen mezőgazdasági és vízgazdálkodási rendszerekben (*Jiang és szerzőtársai* [2022]), míg az inváziós emlősök által okozott költségek évi több tízmilliárd dollárra tehetők (*Wang, S. és szerzőtársai* [2023]). Magyarországon is komoly gondot okoznak ezek a fajok: a legfrissebb összesítések szerint hazánkban 85 inváziós növény- és 118 inváziós állatfaj van jelen (*Csiky és szerzőtársai* [2023], *Báldi és szerzőtársai* [2017], *Haraszthy* [2022]).

Cikkünk központi célkitűzése annak feltárása, hogy miért nem érzik a gazdasági szereplők és döntéshozók sürgetőnek a korai megelőzés szükségességét, és hogyan puhítja fel a költségvetési korlátot a „megmentő mechanizmusok” iránti hamis bizalom. Az inváziós fajok kérdésköre különösen jól illusztrálja ezt a jelenséget: a döntéshozók gyakran csak akkor reagálnak, amikor a probléma már nagyobb károkat okoz, és drága, „tűzoltó jellegű” intézkedésekre van szükség (*Milinski és szerzőtársai* [2008]).

Elemzésünk során nem csupán bemutatjuk a problémát, hanem konkrét szakpolitikai javaslatokat is megfogalmazunk, amelyeket megfogadva a döntéshozók hatékonyabban vehetik fel a harcot az inváziós fajok keltette kihívásokkal. Különösen nehéz feladat azoknak az inváziós fajoknak a kezelése, amelyek gazdasági haszonnal is járhatnak egyes szektorok számára. Ezek esetében a megelőző fellépés politikailag és társadalmilag is nehezebben igazolható (*de Carvalho-Souza és szerzőtársai* [2024]). Érvelésünk alátámasztására globális és regionális példákat hozunk fel, és hangsúlyozzuk, hogy a jövőbeli károk mérsékléséhez ma kell cselekedni. Az ökológiai és gazdasági fenntarthatóság ugyanis csak a puha költségvetési korlátok keményebbé tételével érhető el, ami sürgetően szükséges társadalmunk hosszú távú érdekeinek biztosításához.

Fokozódó invázió: egy ökológiai jelenség társadalmi-gazdasági következményekkel

Az inváziós fajok olyan nem őshonos élőlények (növények, állatok, gombák vagy mikroorganizmusok), amelyek természetes előfordulási területükön kívülre kerülve képesek megtelepedni, elszaporodni és jelentős hatást gyakorolni az új

élőhely ökológiai rendszerére. Ezek a fajok általában az emberi tevékenység – például a globális kereskedelem, közlekedés, turizmus vagy szándékos betelepítés – révén jutnak el új területekre.

Az inváziós fajok globális terjedésének üteme drámai módon fokozódott az elmúlt évtizedekben, ami mögött komplex társadalmi és gazdasági folyamatok állnak. A globális kereskedelem és turizmus révén könnyen kerülhetnek új területekre egyes – ott idegen – fajok, miközben a klímaváltozás kedvező feltételeket teremt a melegebb éghajlatról érkező élőlények számára. Emellett a városiasodás és a tájhasználat átalakulása, például az intenzív mezőgazdaság, tovább gyengíti a természetes ökoszisztémák ellenálló képességét. Az *IPBES* [2023] adatai szerint világszerte több mint 37 000 idegenhonos faj telepedett már meg, évente körülbelül 200 új faj jelenik meg, és ezek közül több mint 3500 faj minősül inváziósnak.

Az inváziós fajok jelenléte az egyik legsúlyosabb fenyegetés a természetes ökoszisztémákra. E fajok kiszorítják az őshonos versenytársakat, hibridizálnak velük, megeszik őket, vagy kórokozókat terjesztenek – megbontva a közösségek szerkezetét és működését. Mindez nemcsak a biológiai sokféleség csökkenéséhez, hanem az ökoszisztéma-funkciók (például a beporzás, vízsűrítés, talajképződés) gyengüléséhez és az élőhelyek degradációjához is vezethet. Az inváziós fajok által előidézett változások nem állnak meg a természet szintjén: társadalmi és gazdasági hatásaik közvetlenül érintik az embert is. Az inváziós gyomok és kártevők veszélyeztetik az erdő- és mezőgazdasági termelést, a turizmus visszaszorulhat a tájak természetes arculatának megváltozása miatt, míg az újonnan megjelenő kórokozók és allergén anyagcseretermékek járványügyi és állategészségügyi kockázatot is jelenthetnek. Így az ökológiai egyensúly megbomlása hosszú távon az emberi jólétet és gazdasági érdekeket is veszélyezteti.

A Kárpát-medence természeti öröksége nemcsak értékes, de életminőségünknek is alapja. Az inváziós fajok behurcolása egyre inkább fenyegeti a természetes ökoszisztémákat, egészségünket és élelmiszer-termelésünket. A globálisan gyorsuló folyamatok mellett Magyarországot a nemzetközi köz- és légi úthálózatba való beágyazottság, a határátkelési pontokon alkalmazandó biztonsági ellenőrzések hiánya, az inváziós fajok veszélyeit nagyban ignoráló kereskedelmi tevékenységek és a nem megfelelő szabályozottság jellemzi. A hatékony védekezés a megelőzés lenne, de a hazánkban kialakult ökológiai, társadalmi és gazdasági viszonyok és gyakorlati kényszerek mellett irreális célkitűzés lenne egy védekezési stratégiát pusztán a megelőzésre alapozni – ami más országokban is igen korlátozott sikerrel járt. Az inváziós fajok megjelenését kivédeni nem tudjuk, de korai fellépéssel a betelepülésük mértékét lassíthatjuk, és hatásukat mérsékelhetjük.

A puha költségvetési korlát és az inváziós jelenség összefüggései

Kornai János életművében központi szerepet játszott a „puha” és a „kemény” költségvetési korlát fogalompárja. A kemény korlát azt jelenti, hogy a gazdálkodó egységek – legyenek vállalatok vagy állami intézmények – ténylegesen szembesülnek az

erőforráshiányokkal, és a túlélésük forog kockán, ha rossz döntést hoznak. A puha korlát viszont azt jelzi, hogy a rosszul gazdálkodó szereplők is várhatnak külső mentőövre, támogatásra, halogatásra, és így a veszteséget végső soron valaki más (az adófizetők, egy külső hitelező vagy a természet maga) „fizeti meg”.

Ha ezt az analógiát az inváziós fajok problémájára vetítjük, azt láthatjuk, hogy a megelőzés, a monitoring és a korai kezelés költségeit az adott társadalomnak már most, a probléma kezdeti, látszólag nem súlyos állapotában viselnie kellene. Ezek a kiadások pedig egyáltalán nem elhanyagolhatók: a határellenőrzések, a biobiztonsági intézkedések, a kockázatos importárúk szigorú vizsgálata, a potenciálisan veszélyes fajok listázása, a vonatkozó szabályok kialakítása és betartatása, a társadalom tájékoztatása a költségvetésben mind „itt és most” jelentkezik. Ha a társadalom (tipikusan a politikai vezetés vagy a közvélemény) úgy ítéli meg, hogy inkább más, rövid távon sürgetőbbnek látszó területekre (például a szociális ellátásra, az infrastruktúra fejlesztésére, netán katonai kiadásokra) kell fordítani a forrásokat, akkor gyakran halogatja vagy minimalizálja az inváziómegelőzési befektetéseket.

A gond ott jelentkezik, hogy a biológiai inváziók – hasonlóan a környezeti problémák többségéhez, például a klímaváltozáshoz – jellemzően exponenciális vagy legalábbis gyorsuló folyamatok (*Seebens és szerzőtársai* [2017]). Mire a hatás láthatóvá válik, addigra a faj már széles körben elterjedt, a természetes ellenségek hiánya miatt robbanásszerű szaporodásnak indul, és a helyreállítás költségei a megelőzéséinek a sokszorosára rúgnak. Ezt illusztrálja számos tanulmány. Például *Pimentel és szerzőtársai* [2001] az Egyesült Államokban már a 2000-es évek elején évi 137 milliárd dollárra becsülték az inváziós fajok okozta károkat, miközben a megelőzés ennél nagyságrendileg kisebb összeget emésztett volna fel.

A puha költségvetési korlát pedig ezen a területen azzal is társul, hogy a kormányzatok – szembesülve a megszorodó panaszokkal, agrár- vagy turisztikai lobbik nyomásával – előbb-utóbb kénytelenek lesznek pénzt áldozni az akut krízisek elhárítására, védekező, felszámoló jellegű intézkedésekre. Az állampolgárok is hajlamosak a „közös kassza” felé fordulni, vagyis elvárják, hogy az állam (mint végső menedék) oldja meg a megugró problémákat (*Milinski és szerzőtársai* [2008]). A puha korlát mechanizmusa az, hogy a döntéshozók sokszor nincsenek rákényszerítve az előzetes cselekvésre, ezért inkább vállalják, hogy csak később fognak – immár hatványozott kiadással – reagálni. Miközben minden gazdasági elemzés (például *Ahmed és szerzőtársai* [2022], *Bradshaw és szerzőtársai* [2024]), valamint a kollektív kockázatvállalást kísérletileg feltáró tanulmány (*Milinski és szerzőtársai* [2008]) is azt támasztja alá, hogy a késedelmes reakálás sokkal drágább.

Ugyanakkor a védekezés elhatározása nehéz politikai döntés is: a társadalomban számos hang (például az agrárszektor, a természetvédők vagy az ökológusszakma) igyekszik jelezni a problémát, de a politikusoknak egy választási cikluson belül célszerűbbnek tűnhet a látványosabb vagy népszerűbb területekre költeni, mint a jövőbeli veszélyforrásokat elhárítani. A puha korlátot sem a vállalat, sem a kormányzat, sem a társadalom nem veszi igazán komolyan mindaddig, amíg a hiány vagy a krízis már el nem ér egy kritikus tömeget. Az inváziós fajokkal kapcsolatos szabályozásban tehát e logikából következően többek között keményebb kényszerítő

mechanizmusokra volna szükség; ha valaki kockázatos fajokat importál vagy szándékosan terjeszt, akkor erős szankciók érvényesülnek; ha egy hatás elhanyagolja a bejelentett veszély kivizsgálását, akkor annak költsége ne terülhessen szét láthatatlanul, hanem hordozzon politikai és pénzügyi következményeket. Röviden: *Kornai* [2001] érveit követve, a megelőzés előmozdításának útja a költségvetési korlát „megkeményítésén” keresztül vezet.

A gazdasági költségek megragadásának módszertana

Az inváziós fajok által okozott gazdasági károk pontos számszerűsítése összetett feladat, amelynek elvégzése többféle módszertani megközelítést igényel.

A közvetlen költségek kiszámítása

A közvetlen költségek (például termés kiesés, védekezési kiadások, egészségügyi költségek) számítása egyszerű, ám erősen redukcionista megközelítés (*Boltovskoy és szerzőtársai* [2022]). Fontos azonban rögzíteni, hogy a közvetlen költségek valójában két jól elkülöníthető összetevőből állnak: egyrészt az inváziós fajok által okozott tényleges károkból (termelési veszteségek, az épített környezet rongálódása vagy a közegészségügyi terhek). Másrészt az inváziós fajok kutatására és menedzsmentjére (felmérés, gyérítés, felszámolás) fordított összegekből, beleértve a vegyszer-, munkaerő-, monitoring-, labor- és logisztikai ráfordításokat.

A már említett japán keserűfű például az Egyesült Királyságban az épületek statikáját is veszélyeztetheti, és jelentős költségekkel jár a vasúti sínek, utak karbantartásánál (*Cuthbert és szerzőtársai* [2021]). Hasonlóan, egy 19. századi betelepítés óta Ausztráliában a nyulak elszaporodása évente több milliárd dolláros közvetlen kárt okoz a mezőgazdaságban és a természetes élőhelyekben, mivel a kezdeti ellenőrzés késlekedése miatt ma már csak drágán lehet mérsékelni a károkat (*Bradshaw és szerzőtársai* [2021]).

Ez a rövidlátó megközelítés különösen éles kritikát kapott az inváziós fajokkal kapcsolatos költségbecslésekben. A tudományos közösség hosszú ideje figyelmeztet arra, hogy a költségek rendszerszintű és módszertanilag egységes értékelése elengedhetetlen az érdemi szakpolitikai válaszokhoz (*Marbuah és szerzőtársai* [2014]). *Boltovskoy és szerzőtársai* [2022] arra figyelmeztetnek, hogy a közvetlen költségek számításakor gyakran figyelmen kívül maradnak azok az estleges hasznok, amelyeket bizonyos inváziós fajok nyújtanak. Az inváziós fajok azonban leginkább környezetvédelmi károkat okoznak, míg az esetleges hasznos hatások társadalmi szinten nyilvánulnak meg. Így roppant nehéz a távoli szektorok között átívelő nettó költséget vagy hasznót kiszámítani.

Az invázió költségmérlegének egy másik nehezen becsülhető tényezője a védekezési beavatkozások mellékhatásaiból fakad. A legtöbb esetben nem tudunk az inváziós faj ellen szelektív védekezést folytatni: mivel az inváziós fajok az ökoszisztéma

résztévé válnak, a beavatkozások más, őshonos fajokat is érinteni fognak. Jól ismert jelenség, hogy az inváziós rovarfajok ellen alkalmazott számos irtószer nemcsak a célszervezetekre hat, hanem egy sor hasznos ökoszisztéma-szolgáltatást nyújtó rovarra is. Így az ilyen szerekeknek van egy nem kívánt környezeti terhelése, amelynek mértéke sokszor nehezen becsülhető, pedig ez a közvetett hatás is az inváziós fajok költségeihez tartozik.

Az inváziós fajok okozta károk, mint például az infrastruktúra pusztulása, mezőgazdasági hozamvesztések vagy egészségügyi problémák, közvetlen költségeikben mérve sokszor alulbecsültek maradnak, mivel nem veszik figyelembe azokat a hosszú távú és rejtett externáliákat, amelyek idővel exponenciálisan növekedhetnek. Ide sorolhatók azok a késleltetett hatások, amelyek azzal kapcsolatosak, hogy időbe telik, míg az inváziós fajok elfoglalják ökológiai fülkéküket, és a lehetséges ökológiai kapcsolataikat kialakítják. (Például egy inváziós faj csak akkor kezd el terjeszteni egy bizonyos kórokozót, ha ehhez kialakultak a megfelelő kontaktráták a gazdák és a vektorok között.) Az ilyen hatások csak az invázió későbbi szakaszában mérhetők, így folyamatos alulbecslést okoznak. A probléma a nem piaci szolgáltatásokkal folytatódik: az ökoszisztéma-szolgáltatások romlása, a rekreációs lehetőségek elvesztése és a biodiverzitás csökkenése nem jelenik meg közvetlenül a GDP-ben.

Parciális és általános egyensúlyi modellek

A közgazdaságtani modellezés külön tudománya annak, hogyan ragadjuk meg a költségek tovaggyűrűző hatásait. A parciális egyensúlyi modell (*Ahmed és szerzőtársai* [2022]) egy adott ágazatra (mondjuk a búzatermesztésre) korlátozva méri föl az inváziós károk (egy agresszív gyomnövény vagy kártevő megjelenése) árváltozásokra gyakorolt hatását. Egy számszerűsített általános egyensúlyi (CGE-) modell továbbmegy: a mezőgazdasági sokk által keletkezett input-output hatást kiterjeszti az egész gazdaságra, beleértve a feldolgozóipar, a munkaerőpiac, a külkereskedelem és a fogyasztói szerkezet változását. *Vaissière és szerzőtársai* [2022] kiemelik, hogy az inváziók gazdasági következményeinek elemzése során az általános egyensúlyi modellek alkalmazása különösen fontos, mivel ezek az ökoszisztéma-szolgáltatások és más nem piaci értékek integrálására is lehetőséget nyújtanak. Mexikóban a vízi inváziós fajok (például inváziós kagylók) évente 5,33 milliárd dollár közvetlen gazdasági kárt okoznak. Ha CGE-modellbe illesztjük, ez az összeg több ágazatra kiterjedően tovább növekedhet, jelezve a korai beavatkozás értékét (*Rico-Sánchez és szerzőtársai* [2021]).

A CGE-modellek előnye, hogy tükrözik a rendszer összetettségét, és sokkal közelebb állnak a valódi, egymással összefüggő piaci folyamatokhoz. Ez a megközelítés a „keményebb” költségvetési szemlélet felé vezet, hiszen jobban megmutatja, hogy nem elég egyetlen szektort vizsgálni, amikor döntünk a megelőzés finanszírozásáról, mivel a járulékos hatások is döntőek lehetnek. Viszont e modellek adatigényeinek, és gyakran a fejlett országokra korlátozódnak, ahol rendelkezésre állnak részletes statisztikai adatbázisok (input-output táblák stb.). A fejlődő országokban még

a mezőgazdasági károk nagyságát sem mindig könnyű számszerűsíteni, főleg nem a teljes gazdaságra vonatkozóan. *Hulme és szerzőtársai* [2024] ezért arra figyelmeztetnek, hogy e modellek gyakran még mindig bizonytalanok, ami puha költségvetési korlátok kialakulásához vezethet, mivel a döntéshozók nem érzik a kényszerszt, hogy szigorúan kalkuláljanak a gazdasági következményekkel.

Nem piaci értékelés

Az inváziós fajok témakörében újra és újra felmerül, hogy számos kár nem jelenik meg a piacon. Egy tavon csónakázva az átlagembernek talán fel sem tűnik, hogy egy inváziós vízi növény kiszorította az őshonos hínárfajokat, de az ökoszisztéma működése ezzel együtt felborul, csökkenhet a halállomány, romolhat a vízminőség. Ha azonban valaki horgász vagy éppen kisvállalkozó, aki csónakázási lehetőséget biztosít turistáknak, már azonnal anyagi hátrányt szenved. *Ding és Eldridge* [2024] szerint a cserjésedés társadalmi-ökológiai következményeinek értékelése világosan mutatja, hogy az inváziós fajok gazdasági költségeit nem lehet teljesen megragadni pusztán a piaci tranzakciók vizsgálatával. *Carneiro és szerzőtársai* [2024b] is hasonló következtetésre jutnak, amikor a védett területeken fellépő inváziók okozta gazdasági károkat elemzik, rávilágítva arra, hogy a nem piaci értékek elvesztése hosszú távon igen súlyos következményekkel járhat. Ez különösen igaz a szigetek és a természetvédelmi övezetek esetében, ahol a biodiverzitás csökkenése nemcsak ökológiai, hanem gazdasági veszteségeket is generál (*Bodey és szerzőtársai* [2023], *Evans és szerzőtársai* [2023a]).

A nem piaci értékelési eljárások (például feltételes értékelés, hedonikus árazás) segítenek megbecsülni a biodiverzitás és az ökoszisztéma-szolgáltatások értékét, amelyek a piaci adatokban nem jelennek meg. Egy fertőzött tóban az inváziós vízi növények kiszorítják az őshonos hínárokat, ami eleinte nem látszik a GDP-ben. De a helyi horgászok bevételei akár 20 százalékkal is csökkenhetnek a halállomány apadása miatt, amit hedonikus árazással lehetne számszerűsíteni (*Ding–Eldridge* [2024]). Az ilyen becslések hiánya tovább gyengíti a döntéshozók korai intézkedésekre való ösztönzőttségét. Hozzá kell tennünk azonban, hogy ezek a módszerek sem „kényszerítik” a társadalmi szereplőket a proaktív intézkedésekre – legfeljebb rámutatnak, hogy a későbbi károkat már a lakosság is anyagi értelemben átérzi. Ám amíg a költségek láthatatlanok, és nem realizálódnak a szokásos piaci mechanizmusokban, a döntéshozók könnyen tovább halogathatják a megelőzésre irányuló beruházásokat. Ez megint a puha költségvetési korlát egyik formája.

Bioökonómiai modellek

A legösszetettebb és leginkább interdiszciplináris megközelítés a bioökonómiai modelleké (*Haubrock és szerzőtársai* [2022c]). Itt már ötvöződik a fajok terjedési dinamikájának részletes, sokszor geostatisztikai és populációökológiai paramétereken

alapuló leírása általános egyensúlyi vagy más gazdasági modellekkel. A cél, hogy térben és időben is lássuk, miként válik egy invázió regionálisan kiterjedtté, és ez milyen közvetlen és közvetett költségeket ró a gazdaságra. Ha például egy kártevő rovar észak felé terjed, akkor milyen ütemben ér el újabb területeket, és ott mekkora termésvesztést okoz? Milyen forgatókönyvek adódnak, ha most azonnal nagy összeget fordítanak a védekezésre, *versus* ha ezt elhalasztják?

A bioökonómiai szemlélet jól mutatja, miért fontos a korábban említett keményebb költségvetési logika alkalmazása. *Renault és munkatársai* [2022] például hangsúlyozzák, hogy szárazföldi gerinctelenek inváziója gazdasági következményeinek elemzésében ezek a modellek kiemelkedően hasznosak lehetnek. *Macêdo és szerzőtársai* [2024] a vízi inváziós növények gazdasági-ökológiai modellezésekor ugyancsak a különböző tudományterületek integrációján alapuló bioökonómiai megközelítés előnyeit hangsúlyozzák. Ezt a modelcsoportot, amely hatalmas mennyiségű adatot, valamint interdiszciplináris szakértelmet igényel, főleg fejlett országokban, speciális szakterületeken alkalmazzák. A legtöbb országban nem áll rendelkezésre megfelelő infrastrukturális háttér ahhoz, hogy az inváziós fajokat teljes körű bioökonómiai elemzésbe ágyazzák.

Integrált megközelítések és metaelemzések

Az inváziós fajokkal kapcsolatos gazdasági információk összegyűjtését és elemzését nagyban segítik a nemzetközi adatbázisok, mint a Global Register of Introduced and Invasive Species (*Pagad és szerzőtársai* [2022]) és az InvaCost, amelynek elemzését a közelmúltban tovább könnyítették a dedikált R-csomag segítségével (*Leroy és szerzőtársai* [2022]). A gazdasági rendszer tényleges működésének megértéséhez integrált megközelítésekre van szükség. *Diagne és szerzőtársai* ([2020], [2021a]) az InvaCost adatbázis révén világítanak rá arra, hogy az inváziós fajok költségei világszerte növekednek, míg *Hudgins és szerzőtársai* [2023] a költségek egyenetlen földrajzi és taxonómiai eloszlását hangsúlyozzák. Kiemelkedő példát nyújtanak az inváziós madárfajok, amelyeknél már nemcsak a biodiverzitásra gyakorolt hatásokat, hanem a pénzben kifejezhető károkat is számszerűsíteni lehet (*Evans és szerzőtársai* [2023a], [2023b]). *Crystal-Ornelas és Lockwood* [2020], illetve *Haubrock és szerzőtársai* [2022a] részletesen tárgyalják a különféle fajcsoportok kapcsán felmerülő adat- és ismerethiányokat, amelyek akadályozzák a pontos gazdasági becsléseket.

Moodley és szerzőtársai [2022] azt hangsúlyozzák, hogy a védett területeken tapasztalt inváziós költségek különösen nagyok, amit integrált metaelemzésükkel *Turbelin és szerzőtársai* [2024] is alátámasztanak. *Angulo és szerzőtársai* [2021a] rámutatnak, hogy a nem angol nyelvű szakirodalom bevonása döntő lehet a gazdasági elemzések teljessé tételéhez, hiszen ezzel olyan adatokhoz és módszerekhez is hozzáférhetünk, amelyek egyébként rejtve maradnának.

Összességében megállapíthatjuk, hogy az inváziós fajok gazdasági költségeinek pontos meghatározásához nem elég egy-egy módszer alkalmazása: szükség van a gazdasági elemzés átfogó, többdimenziós és integrált megközelítésére, amely képes

feltárni mind a közvetlen, mind a közvetett, valamint a nem piaci jellegű hatásokat is, és figyelembe veszi az ökológiai folyamatokat is. Csak ilyen módon alakíthatók ki valóban hatékony gazdaságpolitikai döntések, amelyek képesek kezelni és enyhíteni a biológiai inváziók hosszú távú következményeit.

Globális és regionális trendek

Az inváziós fajok okozta gazdasági károk elemzésekor célszerű egyszerre figyelembe venni a világméretű és az egyes régiókra jellemző folyamatokat is.

Az inváziós fajok által okozott gazdasági károk globális összehasonlítása

Az inváziós fajok okozta gazdasági károk világszerte egyre súlyosbodó gondokat okoznak, amelyek hatékony kezelése regionális összehasonlítások révén értékelhető legjobban. *Zenni és szerzőtársai* [2021] adatai jól szemléltetik, hogy az inváziós fajok okozta gazdasági költségek régióként jelentős eltéréseket mutatnak, amiben ökológiai, gazdasági, társadalmi és szabályozási tényezők egyaránt szerepet játszanak (1. táblázat).

Észak-Amerikában például kiemelkedően magas, 1260 milliárd dollár összegű kárról számolnak be, amely a vizsgált régiók közül messze a legnagyobb. Ennek oka lehet az intenzív mezőgazdasági tevékenység és a nagyfokú gazdasági aktivitás, amely érzékenyebbé teszi a régiót az inváziós fajok káros hatásaira. Ázsiában ugyancsak jelentős, 432,6 milliárd dolláros kárról van szó, amely elsősorban a szárazföldi ökoszisztémákat érinti. E magas költség mögött a kontinens hatalmas területén megvalósuló sokszínű mezőgazdasági gyakorlatok, valamint a biológiai sokféleség csökkenéséből fakadó károk állhatnak. Ausztráliában a csaknem 300 milliárd dolláros veszteség főként növényi inváziós fajokhoz kötődik, amelyek kiterjedt területeken súlyos ökológiai és gazdasági problémákat okoznak, elsősorban a mezőgazdasági termelés visszaesése révén. Ezzel szemben Európában a relatíve alacsonyabb összeg (140,2 milliárd dollár) a hatékonyabb szabályozás, a korai felismerést segítő rendszerek és a jól működő preventív intézkedések eredménye lehet. Mindazonáltal az Európához kapcsolódó inváziós fajok nagy száma (381) jelzi, hogy bár a károk összessége mérsékeltebb, az inváziós fajok jelenléte és elterjedése nagymértékű.

A *Zenni és szerzőtársai* [2021] munkája alapján készített összesítő táblázatból látható, hogy a szárazföldi ökoszisztémák jóval nagyobb mértékben kutatottak, mint a víziek. Mexikó esetében azonban jól látható, hogy az akvatis inváziós fajok gazdasági következményei sem elhanyagolhatók. Az 5,33 milliárd dolláros kár rámutat arra, hogy a tengeri és édesvízi rendszerek védelme is kritikus.

Fontos megjegyezni, hogy a károk döntő többsége közvetlen káreseményekhez kapcsolódik („damage”), míg a kezelésre („management”) fordított költségek jelentősen kisebbek. A paradox eltérés mögött valószínűleg nem pusztán statisztikai sajátosság, hanem adatgyűjtési aszimmetria is meghúzódik: a kezelésre fordított költségek

1. táblázat

Az inváziós fajok által okozott költségek nagyrégióként és néhány kiválasztott országban

Régió	Kiadások (milliárd dollár)	Fő költségtípus	Fő rendszer	Fő csoport	Inváziós fajok száma*	Forrás
AFRIKA	78,9	kár	szárazföldi	állat	62	<i>Diagne és szerzőtársai</i> [2021b]
Ázsia	432,6	kár	szárazföldi	állat	88	<i>Liu és szerzőtársai</i> [2021]
Japán	0,7	kezelés	szárazföldi	állat	54	<i>Watarai és szerzőtársai</i> [2021]
Oroszország	51,5	kár	szárazföldi	állat	72	<i>Kirichenko és szerzőtársai</i> [2021]
Szingapúr	1,7	kár	szárazföldi	állat	3	<i>Haubrock és szerzőtársai</i> [2021a]
Ausztrália	298,6	kár	szárazföldi	növény	172	<i>Bradshaw és szerzőtársai</i> [2021]
Közép- és Dél-Amerika	146,5	kár	szárazföldi	állat	81	<i>Heringer és szerzőtársai</i> [2021]
Argentína	6,9	kár	szárazföldi	növény	15	<i>Duboscq-Carra és szerzőtársai</i> [2021]
Brazília	105,5	kár	szárazföldi	állat	16	<i>Adelino és szerzőtársai</i> [2021]
Ecuador	0,6	kezelés	szárazföldi	állat	37	<i>Ballesteros-Mejia és szerzőtársai</i> [2021]
Európa	140,2	kár	szárazföldi	állat	381	<i>Haubrock és szerzőtársai</i> [2021b]
Franciaország	11,5	kár	szárazföldi	állat	98	<i>Renault és szerzőtársai</i> [2022]
Németország	9,8	kezelés	szárazföldi	állat	28	<i>Haubrock és szerzőtársai</i> [2021c]
Olaszország	8,2	kár	szárazföldi	állat	15	<i>Haubrock és szerzőtársai</i> [2021d]
Spanyolország	0,3	kezelés	szárazföldi	növény	174	<i>Angulo és szerzőtársai</i> [2021b]
Egyesült Királyság	17,6	kár	szárazföldi	állat	42	<i>Cuthbert és szerzőtársai</i> [2021]
Mediterrán régió	27,3	kár	szárazföldi	állat	218	<i>Kourantidou és szerzőtársai</i> [2021]
Észak- Amerika	1260	kár	szárazföldi	állat	164	<i>Crystal-Ornelas és szerzőtársai</i> [2020]
Mexikó	5,3	kár	vízi	állat	35	<i>Rico-Sanchez és szerzőtársai</i> [2021]

* Amelyek esetében rendelkezünk költségadatokkal.

Forrás: Zenni és szerzőtársai [2021] 3. o. 1. táblázat. (Forrásunkban a károk összege millió dollárban szerepel; ezeket az értékeket a táblázat jobb áttekinthetősége végett milliárd dollárba kerekítettük.)

számottevő részét nem jelentették be vagy nem dokumentálták. Mivel a közvetlen károk jobban láthatók, és gyakrabban rögzítik őket, a becslési modellek a jövőbeli költségek alakulását is torzíthatják, ha a múltból hiányoznak a kezelési példák.

A regionális eltérések további magyarázatául szolgálhatnak a szabályozási különbségek és az intézményi kapacitások eltérései, amelyek befolyásolják, hogy milyen gyorsan és hatékonyan tudnak reagálni az adott régiók az inváziós fenyegetésekre. Ez azt sugallja, hogy a nemzetközi együttműködések, tapasztalatcserék és összehangolt regionális politikák erősítése kiemelkedő jelentőségű lenne, de emellett ugyanúgy fontos a lokális folyamatok és kényszerek feltárása, valamint a minél pontosabb költségbecslés.

Henry és szerzőtársai [2023] az Európai Unió országaira vonatkozóan szolgáltatnak részletesebb áttekintést. Tanulmányuk szerint az EU-ban a költségek jelentős része továbbra is rejtve marad, részben az egyes tagállamok monitoring- és jelentési gyakorlatának eltérései miatt. A 2. táblázat az inváziós fajok országszintű gazdasági költségeit mutatja a *Henry és szerzőtársai* [2023] által használt InvaCost adatbázis alapján, kiemelve a magas tőkeáttételi pontok (*high-leverage points*) hatását.¹ Az adatok szerint számottevő eltérés mutatkozik a magas tőkeáttételi pontokkal és az azok nélkül számított költségek között, jelezve, hogy egyes extrém esetek torzíthatják a becsléseket.

A költségek országonkénti nagyságrendje erősen heterogén: Romániában például 1165,38 millió dollár az inváziós fajok dokumentált költsége, Cipruson azonban mindössze 1,14 millió dollár. Figyelemre méltóak továbbá azon országok (például Litvánia vagy Málta), ahol az előre jelzett további költségek drasztikusan meghaladják az eddig dokumentáltakat, ami a jövőbeli gazdasági terhek exponenciális növekedésére figyelmeztet.

Magyarország esetében a dokumentált költségek különösen érzékenyek a kiugró értékekre: a magas tőkeáttételi pontokkal együtt számított összeg 917,69 millió dollár, azok nélkül viszont csupán 256,35 millió dollár. A jövőben várható további költségek paradox módon a magas tőkeáttételi pontok figyelmen kívül hagyásával nagyobbak (280,09 millió dollár), mint azok figyelembevételével (193,25 millió dollár), ami 109,26 százalékos növekedést jelez, szemben a magas tőkeáttételi pontokkal számított 21,06 százalékkal. A paradoxon – miszerint a jövőbeli inváziós költségek Magyarországon nagyobbak, ha nem vesszük figyelembe a múltbeli kiugró (magas tőkeáttételi) értékeket – statisztikai és modellépítési sajátosságokra vezethető vissza. Amikor a múltban bekövetkezett extrém eseményeket (például egyszeri, nagyon költséges kárelhárításokat) is figyelembe vesszük, a modell úgy értékeli, hogy a legnagyobb károk már megtörténtek, így a jövőbeli költségek várhatóan kisebbek lesznek. Ha viszont ezeket a kiugró értékeket kizárjuk, a múlt költségei alulértékeltté válnak, és a modell felfelé módosítja a jövőre vonatkozó előrejelzést – nagyobb, még be nem

¹ Ebben az összefüggésben a magas tőkeáttételi pont olyan kiugró (outlier) értéket jelent, amely önmagában is nagymértékben befolyásolja vagy torzíthatja egy adott statisztikai becslés, trend vagy modell eredményét. Az inváziós fajok költségeinek vizsgálatakor egy-egy extrém eset: ritka, de nagyon költséges esemény (például egyszeri nagyarányú ökológiai kárelhárítás) nagymértékben torzíthatja az adatsort. Az elemzésben ezért különbséget teszünk a magas tőkeáttételi pontokat tartalmazó és az ezeket kizáró költségbecslések között. Az ilyen pontok kizárásával jobban láthatóvá válik a költségek tipikus mintázata, realisabb képet adva a várható jövőbeli költségekről.

2. táblázat

Országsszintű költségek az InvaCostban, magas tőkeáttételi pontokkal és azok nélkül, valamint a várható további költségek és százalékos növekedésük

Ország	Országsszintű költségek (millió dollár)		Várható további költségek (millió dollár)		A várható és a jelenlegi költségek aránya (százalék)	
	magas tőkeáttételi pontokkal	magas tőkeáttételi pontok nélkül	magas tőkeáttételi pontokkal	magas tőkeáttételi pontok nélkül	magas tőkeáttételi pontokkal	magas tőkeáttételi pontok nélkül
Ausztria	126,29	126,29	694,05	363,35	549,59	287,71
Belgium	n. a.	n. a.	1591,82	244,68	n. a.	n. a.
Bulgária	306,86	306,86	694,62	236,80	226,37	77,17
Horvátország	185,51	185,51	462,69	219,57	249,42	118,36
Ciprus	1,14	1,14	23,83	17,87	2 089,76	1 567,03
Csehország	6,35	6,35	3818,83	415,21	60 093,20	6 533,81
Dánia	0,96	0,96	524,67	234,05	54 670,40	24 388,10
Észtország	n. a.	n. a.	175,46	196,77	n. a.	n. a.
Finnország	0,72	0,72	66,80	263,64	9 218,55	36 382,16
Franciaország	377,37	377,37	2298,96	556,09	609,20	147,36
Németország	434,00	434,00	2385,48	391,73	549,65	90,26
Görögország	27,00	27,00	44,75	51,97	165,74	192,49
Magyarország	917,69	256,35	193,25	280,09	21,06	109,26
Írország	n. a.	n. a.	264,03	427,65	n. a.	n. a.
Olaszország	346,36	346,36	1148,62	334,35	331,62	96,53
Lettország	n. a.	n. a.	252,99	236,72	n. a.	n. a.
Litvánia	0,02	0,02	201,19	179,02	1 093 524,74	973 026,46
Luxemburg	n. a.	n. a.	40,61	157,29	n. a.	n. a.
Málta	0,15	0,15	193,24	22,44	129 922,73	15 086,96
Hollandia	242,27	242,27	1966,52	344,42	811,72	142,17
Lengyelország	24,72	24,72	1962,24	379,57	7 936,47	1 535,22
Portugália	3,03	3,03	521,79	183,37	17 221,70	6 052,08
Románia	1165,38	168,82	1345,87	444,53	115,49	263,31
Szlovákia	150,62	150,62	161,64	166,25	107,32	110,38
Szlovénia	27,30	27,30	1802,66	283,85	6 602,42	1 039,64
Spanyolország	17,94	17,94	538,28	278,62	3 000,08	1 552,87
Svédország	308,97	308,97	29,37	260,05	9,50	84,16

Forrás: Henry és szerzőtársai [2023], 8. melléklet.

következtetett költségek lehetőségét vetítve előre. Ez az eltérés jól illusztrálja, milyen kritikus szerepe van a módszertani döntéseknek a gazdasági becslésekben.

Az eredmények összességében arra hívják fel a figyelmet, hogy az inváziós fajok gazdasági kockázatainak pontos becsléséhez kulcsfontosságú a kiugró értékek megfelelő kezelése. Magyarország példája különösen jól mutatja, hogy ezek figyelmen kívül hagyása jelentősen megváltoztathatja a szakpolitikai döntésekhez szükséges előrejelzéseket, ezért minden országban kritikus az ilyen torzítások tudatos kezelése. Ugyanakkor rámutat arra is, hogy egy-egy váratlan inváziós esemény milyen szintű ingadozást tud okozni a költségvetési ráfordításokban. Az ilyen ingadozó hatások mellett még nehezebb egy kiszámítható finanszírozási rendszert kiépíteni és fenntartani, ami szintén a puha költségvetési korlátok alkalmazása felé viszi a döntéshozatali rendszert. Ez összhangban van a *Haubrock és szerzőtársai* [2021b] által végzett átfogó európai elemzéssel is, amely hangsúlyozta, hogy az európai gazdaságokat éves szinten több milliárd eurós kár éri, miközben a tényleges költségek részben rejtve maradnak a korlátozott adatgyűjtés miatt.

A klímaváltozás és egyéb globalizációs folyamatok hatása

A klímaváltozás az inváziós fajok terjedését új és gyakran kiszámíthatatlan dimenzióba helyezi, hiszen a melegedő környezet számos olyan területen „nyitja meg a kapukat”, ahol korábban a hideg telek vagy a szélsőséges klíma gátolta a nem őshonos fajok megtelepedését (*Turbelin és szerzőtársai* [2022]). Például Észak-Európában és Kánadában a korábban tartósan fagyos régiók fokozatosan válnak alkalmassá olyan rovarok számára, amelyek inváziós viselkedést mutathatnak – legyen szó mezőgazdasági kártevőkről vagy közegészségügyi szempontból kockázatos fajokról, mint a különféle szúnyogok (*Roiz és szerzőtársai* [2024]). A mérsékelt égövi térségekben pedig a hosszabb vegetációs időszak támogatja a nem őshonos növények és gyomok agresszívabb elterjedését (*Haubrock és szerzőtársai* [2022b]).

Ráadásul a klímaváltozás szélsőséges időjárási események (például árvizek, aszályok, viharok) gyakoribb előfordulásával is hozzájárul a fajok „véletlenszerű” átsodródásához és új élőhelyek elfoglalásához. Így történhet meg, hogy egy heves vihar során akváriumai halfajok vagy dísznövények kerülnek ki természetes vizekbe, és gyorsan inváziós helyzetet teremtenek (*Cuthbert és szerzőtársai* [2021]). A folyamatban a globális kereskedelem is szerepet játszik, hiszen a kereskedelmi hajók ballasztvizében, illetve teherautók rakományában is sok élőlény utazik, és a megváltozott klímában nagyobb eséllyel élik túl az új környezetben a kezdeti szakaszt (*Angulo és szerzőtársai* [2021a]).

A klímaváltozás az emberiség természeti forrásokat fenntarthatatlan módon felhasználó tevékenységére vezethető vissza. Egyre többen vagyunk a Földön, így ezek a hatások egyre csak erősödnek, sőt egyéb globalizációs folyamatok szinergikusan hatnak az invázióra (*Hulme* [2009]). Például az urbanizáció a klímaváltozás hatásai-val párhuzamosan tovább erősíti az inváziós fajok megtelepedésének esélyeit. A városi területeken kialakuló „hőszigetethatás” kedvező feltételeket teremt a melegigényes inváziós fajok számára, továbbá a városiasodott környezetek csökkent biodiverzitása

és a megváltozott mikroklíma gyakran kevesebb természetes akadályt állít a betelepülő fajok elé (*Borden–Flory* [2021], *Gaertner és szerzőtársai* [2017]). A városi parkok, kertek és zöldfelületek fokozatosan az inváziós növények és állatok terjedésének gócpontjaivá válhatnak. A városok a közlekedés szempontjából is csomópontoknak tekinthetők, így az inváziós fajok behurcolási útvonalai is itt futnak össze.

A turizmus szintén jelentős szerepet játszik az inváziós fajok globális terjedésében. A turisták által véletlenszerűen behurcolt magvak, rovarok vagy akár gombák új élőhelyeken telepedhetnek meg, különösen olyan régiókban, ahol a klímaváltozás miatt enyhültek a környezeti feltételek. A turisták által látogatott természetvédelmi területeken különösen nagy kockázatot jelentenek ezek a véletlenszerű behurcolások (*Hulme* [2024]).

A globális kereskedelem volumene folyamatosan növekszik, ami közvetlenül hozzájárul a biológiai inváziók kockázatának növekedéséhez. A kereskedelmi útvonalak mentén intenzívvá vált áruáramlás során számos inváziós faj kerülhet új kontinensekre vagy régiókba, ahol kedvezőbb környezeti körülmények között gyorsan terjednek tovább (*Duquesne–Fournier* [2024]). Az inváziós ázsiai tigrisszúnyog (*Aedes albopictus*) példányai például feltehetően használt gumiabroncsokkal, illetve vízbe helyezett növények („szerencsebambusz”) kereskedelme révén juthattak el Európa egyes országaiba.

Az élőhelyek degradációja tovább súlyosbítja az inváziós helyzetet, hiszen a leromlott állapotú ökoszisztémák általában kevésbé ellenállóak a nem őshonos fajokkal szemben. Az erdőirtások, talajerózió vagy intenzív mezőgazdasági tevékenység következtében degradálódott területeket gyorsan kolonizálhatják inváziós fajok, amelyek a helyi biodiverzitás csökkenését és további élőhelyvesztést okozhatnak (*Wang, Y. és szerzőtársai* [2021], *Singini–Baso* [2025]).

Némely előrejelző modellek szerint az éghajlatváltozás és a globalizáció akár exponenciálisan is növelheti a biológiai inváziókból eredő károkat, hiszen folyamatosan bővíthet azoknak a területeknek a köre, ahol a betelepülő fajok sikeresen megtelepedhetnek (*Haubrock és szerzőtársai* [2022c]). A gyors ütemű környezeti változások egyrészt a már régóta ott élő ökológiai közösségeket is kibillentik az egyensúlyból, másrészt a politikai-gazdasági döntéshozók számára is nehezebb előre jelezni, hol és mikor lesz szükség az inváziót megelőző vagy kezelő beavatkozásra. Egyes kutatások kiemelik, hogy a klímaváltozás hatására várhatóan megnő a fűtött városi övezetek „menedékhely” szerepe, ami különösen a rovarok, ízeltlábúak és allergén növények számára teremt kedvező feltételeket (*Heringer és szerzőtársai* [2024]). Mindez ismét rámutat a megelőzés és a korai reagálás fontosságára, hiszen a későbbi kezelési költségek a többszörösükre nőhetnek a klímaváltozás következtében (*Ahmed és szerzőtársai* [2022]).

Ágazati különbségek

Az inváziós fajok gazdasági és ökológiai kárait ágazatonként eltérő módon kell kezelni (*Cuthbert és szerzőtársai* [2022]). A hazánkban is jelen lévő pettyesszárnyú muslica (*Drosophila suzukii*) súlyos károkat okoz a mezőgazdaságban: az ilyen kártevők

jelentős hozamcsökkenést és védekezési többletköltségeket indukálnak (*De Ros* [2024]). Az erdőgazdálkodásban inváziós növények vagy gombák faállomány-vesztést okoznak (*Haubrock és szerzőtársai* [2021b]). Egy másik erdőgazdálkodási példa: az Egyesült Királyságban a japánkeserűfű gyökerei megrepesztik a vasúti síneket és a fák törzsét, ami évente 17,6 milliárd dollár közvetlen kárt okoz az állami infrastruktúrában és fenyeültetvényekben (*Cuthbert és szerzőtársai* [2021]).

A halászat területén és a vízgazdálkodásban is jelentős gondokat okozhatnak az inváziós fajok. Egyrészt a nem őshonos halak kiszoríthatják az őshonos fajokat, felborítva ezzel a vizek ökológiai egyensúlyát. Másrészt az olyan inváziós kagylók vagy rákok, mint amilyen a folyami rákfajok némelyike, károsíthatják a halászati infrastruktúrát, vagy más vízi élőlényeket fenyegető betegséget terjeszthetnek (*Kouba és szerzőtársai* [2022]). Ezenfelül a turizmus is érintett: például némely mediterrán üdülőhelyeken a tigrisszúnyog betelepítése közegészségügyi kockázatot jelent, csökkentve a térség vonzerejét és vendégforgalmát (*Roiz és szerzőtársai* [2024]).

Az inváziós növények – például a parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*) vagy a japánkeserűfű – jelentős költségeket okoznak az épületek és a közlekedési infrastruktúra fenntartásában (*Cuthbert és szerzőtársai* [2023]). Emellett a közegészségügy ágazatának is számolnia kell az allergiát kiváltó fajok elterjedéséből fakadó kiadásokkal, illetve bizonyos betegségeket terjesztő inváziós rovarokkal (*Soto és szerzőtársai* [2023]). A turizmus, az egészségügy és a városüzemeltetés területén felmerülő többletkiadások sokszor nem is jelennek meg azonnal a mezőgazdasági vagy környezetvédelmi statisztikákban (*Hudgins és szerzőtársai* [2023]).

A megelőző védekezést nehezíti, hogy egyes inváziós fajok egyszerre okoznak kárt és hajtanak hasznot, ezért annak megtervezésekor ökológiai és gazdasági szempontokat kell összehangolni. A fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) például éppúgy agresszívan terjedő veszélyforrás, mint méhészeti szempontból értékes nektárforrás vagy erdészeti szempontból jól hasznosítható tűzifa. Hasonlóan megosztó a harlekinkatica (*Harmonia axyridis*) jelenléte, amely biológiai védekezésre telepített rovarból mezőgazdasági és természeti károkat okozó inváziós kártevővé vált.

Összességében a legtöbb ágazatban kimutathatók a biológiai invázióból adódó rejtett vagy csak részben bejelentett költségek, amelyek gyakran csak később válnak láthatóvá. Ez pedig erősíti a „puha költségvetési korlát” jelenségét, hiszen a döntéshozók sokszor elodázzák a megelőző beavatkozásokat, bízva abban, hogy a későbbi károkat valamilyen más forrásból lehet fedezni (*Kornai* [1986], *Kornai és szerzőtársai* [2003]). Ugyanakkor az egyes ágazatokban jelentkező esetleges pozitív hatások is a puha költségvetési korlátoknak kedveznek, mert az érdekellentétek nehezítik az ágazatokon átívelő, objektív költségbecslést (a gazdasági és a környezetvédelmi érvrendszer ráadásul nem lehet pusztán anyagi vonatkozásban összehasonlíthatni). Emiatt kulcsfontosságú a módszertani standardok javítása, az ágazati adatgyűjtés fejlesztése és a közvetett hatások számszerűsítése abból a célból, hogy a tényleges költségek időben megjelenjenek, és ezáltal elősegítsék a szükséges prevenciók intézkedéseket. Emellett nagy szükség van az ágazatokon átívelő diskurzusra, amely a tudományos és gazdasági racionalizmus mellett figyelembe veszi az érintett egyének és közösségek pszichológiai, társadalmi és kognitív jellemzőit is.

Vitás kérdések és paradoxonok

Az inváziós fajok gazdasági hatásainak elemzése során számos módszertani, társadalmi és politikai dilemmával, valamint ellentmondásos helyzettel találkozunk, amelyek megnehezítik az egységes értékelést és a hatékony beavatkozást.

A módszertani standardizálás hiánya

A költségbecslések széles palettája (közvetlen veszteségek, ökoszisztéma-szolgáltatások, CGE-modellek) nehezíti a döntéshozók helyzetét (*Ahmed és szerzőtársai* [2023], *Diagne és szerzőtársai* [2021a]). A bizonytalan számok késleltetik az első lépések megtételét, erősítve a puha költségvetési korlát jelenségét. *Pimentel és szerzőtársai* [2001] eredeti becslése szerint az Egyesült Államokban az inváziós fajok okozta károk 137 milliárd dollár körül mozogtak, de későbbi CGE-modellek 200 milliárd feletti számot prognosztizálnak. Ez a módszertani eltérés halogatóra készíti a döntéshozókat, mert nem tudják hitelesen megbecsülni, mekkora kár várható.

A károk részleges bejelentése

A fejlődő világban és a félperiférián különösen komolyak a rejtett vagy csak részben bejelentett károk (*Bang és szerzőtársai* [2022]). Az informális gazdaság nagy aránya és a hiányos monitoringrendszer miatt a hivatalos statisztikák alapján úgy tűnhet, mintha az inváziós költségek csekélyek lennének, ez pedig a nemzetközi segélyezési politikát is eltorzíthatja, mert a donorok nem látják, mekkora szükség lenne a forrásokra. De a fejlett országokban sem lehet minden már megjelent vagy a közeljövőben megjelenő inváziós faj aktuális elterjedését pontosan követni és a tényleges ökológiai, társadalmi és gazdasági hatásukat felmérni. Így a jövőre kivetített költségbecslés is csak azokra a fajokra (és hatásaikra) terjed ki, amelyekről éppen van tudásunk. Az invázió még nem ismert komponensei nem szerepelnek az egyenletekben, és ez folyamatosan negatív torzítást okoz.

Társadalmi rezisztencia

Az inváziós fajok elleni védekezést és a hatékony költségbecslést gyakran nehezíti a társadalom közönye is. A természetes környezettől eltávolodott ember gyakran nincs tisztában az inváziós fajok jelentette veszélyekkel, így nem is érzi szükségét a fellépésnek. Idetartozik például a megunt háziállatok felelőtlen szabadon engedése vagy kertépítéskor idegenhonos növények előnyben részesítése az őshonos fajokkal szemben, amelyek aztán könnyen kiszökhetnek a természetbe. A kártevők elleni védekezés többnyire fájdalmat okozó eszközökön (csapdák, mérgek, riasztók) alapul, amit sokan elutasítanak, különösen, ha kedvelt állatfajokról, például emlősökről van

szó. A társadalom ellenállása olyan problémákat gördít az invázió kezelése elé, mint az oltásellenesség a járványok elleni védekezésben. Egy jelenség tagadása vagy nem megfelelő értelmezése a tényleges károk alulbecsléséhez vezet, és a puha költségvetési korlát jelenségét idézi elő.

A „haszon versus kár” paradoxon

Bizonyos fajok, amelyek lényegében inváziósak, időlegesen hasznót is hozhatnak. Például egy gyorsan növő idegenhonos halfajt akvakultúrában nevelhetnek, és ezzel munkahelyeket vagy exportbevételt teremtenek (*Boltovskoy és szerzőtársai* [2022]). Hosszabb távon viszont ez a faj kiszoríthatja az őshonos halakat, ökológiai összeomlást okozva. A haszon és a kár eltérő időpontokban, illetve különböző csoportoknál jelentkezik, ami politikai és társadalmi vitákat gerjeszt. Ez a paternalista állami beavatkozás dilemmáját is felveti: milyen mértékben szabad engedni a rövid távon profitáló ágazatok nyomásának, ha hosszú távon a társadalom egésze nagyobb kárt szenved? A haszon versus kár paradoxon mögött húzódó jelenség (ágazatok közötti érdekellentétek) feloldásához ráadásul ki kell lépni a gazdasági racionalizmus kétdimenziós érvrendszeréből, és nem finánciális szempontokat is figyelembe kell venni.

Ökoszisztéma-szolgáltatások beárazása

A gazdasági költségek becslése fontos, de a GDP és a piaci tranzakciók logikája szerint sok tényező „láthatatlan” marad. A beporzók, a talajképződés, a víztisztító vizes élőhelyek vagy éppen a kulturális örökségi jelentőségű tájak sérülése mind olyan tétel, amely nem könnyen számszerűsíthető. A környezet-gazdaságtanban bevett eszköz a feltételes értékelés, amikor megkérdezzük az embereket, mennyit lennének hajlandók fizetni bizonyos természeti értékek megőrzéséért. Ám az így kapott számokat sokan vitatják a módszertan bizonytalanságai miatt. A politikai döntéshozatal során pedig a puha költségvetési korlát (azaz a halogatás) továbbra is jelen lehet, ha nincs egyértelmű konszenzus az ökoszisztéma-szolgáltatások monetizálásáról. A környezetvédelmi szempontoknál is figyelembe kell venni, hogy természeti értékeink és azok esetleges leromlásának vagy elvesztésének életminőségünkre gyakorolt hatásai nem beárazható tételek. Ezek a szempontok nem vezethetők át egy „közös valutaként” a modellekbe.

A jövőbeli költségek bizonytalansága

A klímaváltozás és a globalizáció előrejelzését nehezíti az inváziós fajok alkalmazkodási képessége és új kórokozók váratlan megjelenése (*Seebens és szerzőtársai* [2017]). Ezek a bizonytalanságok a puha költségvetési korlátot erősítik: hiányzik a kemény visszacsatolás, ezért gyakran csak később, drágábban reagálnak a problémákra (*Kornai* [2001]).

Érdekcsoportok és lobbierdekek

Bizonyos érdekcsoportok (dísznövénykertészet, akvakultúra, horgászturizmus) profitálhatnak az inváziós fajokból, míg a természetvédők hosszú távú megoldásokat sürgetnek (*Kourantidou és szerzőtársai* [2022]). Ez átpolitizálja a vitát, ezért kulcsfontosságú az átlátható, standardizált adatgyűjtés.

A megelőzés és a szakpolitikai teendők gazdasági jelentősége

Az inváziós fajok elleni fellépés gazdasági aspektusainak megértése kulcsfontosságú ahhoz, hogy hatékony és fenntartható szakpolitikai döntések szülessenek.

Miért érdemes időben cselekedni?

A szakirodalomban egyöntetű vélemény, hogy a megelőzés, a korai észlelés és a gyors reagálás sokkal olcsóbb, mint a késői felszámolás vagy a helyreállítás (*Ahmed és szerzőtársai* [2022], *Bradshaw és szerzőtársai* [2021]). Mindez azonban csak elméletben működik; a gyakorlat inkább azt mutatja, hogy az inváziós fajok teljes kivédése ritkán lehetséges – legfeljebb maga a folyamat késleltethető. Ami reálisan megvalósítható, az a korai felismerés és a gyors beavatkozás, amellyel még mérsékelhetők a káros hatások. Ezáltal időt nyerhetünk a társadalom és a gazdaság felkészítésére, így a várható következmények kezelhetőbbé válnak, és a veszteségek is csökkenthetők. Van tere tehát a korai védekezésnek, de kiemelkedően fontos, hogy a korlátozottan rendelkezésre álló forrásokat az olyan beavatkozások irányába tereljük, amelyek még hatékonyak tudnak lenni.

Ha egy inváziós faj – legyen szó akár gyomnövényről, rovarról, rágcsálóról vagy halról – populációja még kicsiny, a kiirtása, blokkolása lényegesen egyszerűbb, mint amikor már többmillió vagy -milliárdos egyedszámról beszélünk. Ekkor azonban politikai és gazdasági kényszerek lépnek életbe: a puha költségvetési korlát megengedi, hogy az ország halogassa a szigorú beavatkozást, arra gondolva, hogy „talán nem is lesz akkora gond”. Amikor pedig később kiderül, hogy tévedtek, a költség már a sokszorosára nőtt. Az invázió későbbi szakaszában, amikor a faj már elterjedt, és jelentős károkat okoz, ugyanakkora összeg ráfordításával sokkal kisebb eredményt tudunk elérni.

Ez a jelenség tökéletesen illeszkedik a puha költségvetési korlát problematikájába: rövid távon nem látszik sürgetőnek a kiadás, tehát halogatják, míg végül a krízis sokszoros árat követel. Ha a költségvetési korlát keményebb lenne, a gazdasági szereplők – beleértve az államot is – már eleve jobban törekednének a kockázatok minimalizálására.

Költség-haszon elemzések és diszkontráta

A költség-haszon elemzés (CBA) tipikus eszköze a kormányzati programok értékelésének (*Ahmed és szerzőtársai* [2022]). Elvben alkalmas arra, hogy kimutassa: ha most beruházunk a védekezésbe, akkor a jövőben elkerüljük az óriási károkat. A gyakorlatban azonban a diszkontráta megválasztása kulcsfontosságú. Ha túl magas diszkontrátát alkalmaznak, akkor a jövőbeli károk mai értéke kicsiny lesz, és látszólag nem éri meg a megelőzés. Ez is a puha költségvetési korlát megtestesülése, mert a hosszú távú környezeti kockázatok (az ökológiai vagy akár egészségügyi szempontból bekövetkező károk) nem kapják meg a súlyuknak megfelelő diszkontrátát.

Intézményi tanulás és ösztönzők

Élő példák szerint a hatékony rendszerek tudatos monitoringot és felelősségre vonást alkalmaznak (*Cuthbert és szerzőtársai* [2021], *Kourantidou és szerzőtársai* [2022]). Ha egy gazda anyagilag felelősséggel tartozik valamely kártevő elszaporodásáért, korábban lép, mint ha a „kormány majd utólag kármentesít” (*Milinski és szerzőtársai* [2008]). Japánban pontos halfajlistákat vezetnek, és a helyi halászokat anyagilag felelőssé teszik esetleges inváziók jelentéséért, így a korai szűrés 60 százalékkal csökkenti a későbbi irtási költségeket (*Watari és szerzőtársai* [2021]).

A tanulási folyamatban részt kell vennie a társadalomnak is, és ösztönözni kell az ágazatok közti összefogást. Az inváziós fajok többféle módon hatnak az emberek, állatok, növények és a természet egészségére, ezért a velük való küzdelem nemcsak egy-egy ágazat feladata. Különböző területek (például a természetvédelem, a mezőgazdaság, az egészségügy és az oktatás) együttműködésére van szükség ahhoz, hogy pontos képet kapjunk a helyzetről, és közösen dolgozzunk ki hatékony megoldásokat. Az inváziók kezelése egy olyan komplex tanulási folyamat, amelybe be kell vonni a kutatókat, a döntéshozókat, a gazdálkodókat és a lakosságot is. Ehhez fontos, hogy az érintettek jobban megértsék egymást, leküzdve a szakmai nyelvezetből és eltérő gondolkodásmódból fakadó akadályokat. Ha mindenki érzi, hogy számít a véleménye, és a szereplők értik egymás szempontjait, akkor a közös fellépés is hatékonyabb lesz, és az intézkedések jobban illeszkednek a különböző csoportok igényeihez.

Nemzetközi koordináció

A fajok nem ismerik az országhatárokat, ezért regionális, sőt globális együttműködésre van szükség (*Angulo és szerzőtársai* [2021a]). Az EU példájából látható, hogy a közös fajlisták és az információcsere lényeges, de egyetlen gyenge láncszem is elég a rendszer összeomlásához. A nemzetközi monitoringhálózat pedig elengedhetetlen a valós idejű előrejelzéshez. Például az EU-n belül Magyarország és Németország korábban is jelezte a fehér akác inváziójának veszélyét, de

Spanyolországban a monitoring később indult el. Ennek következtében Spanyolországban a költségek duplájára nőtték, mielőtt nemzeti akciótervet indítottak (*Haubrock és szerzőtársai* [2021c]).

Szakpolitikai ajánlások

Az inváziós fajok elleni küzdelemben a hatékony szakpolitikai intézkedések kialakítása és alkalmazása elengedhetetlen a hosszú távú gazdasági és ökológiai károk mérsékléséhez.

Előzetes kockázatelemzés és fajlisták

Kiemelkedően fontos, hogy az inváziós fajokról és az általuk okozott ökológiai és gazdasági károkról legyenek megalapozott és naprakész információink. A megfelelő monitoringrendszerek kialakítása nem halogatható: a korai észlelés tizedére csökkentheti a későbbi kiadásokat (*Cuthbert és szerzőtársai* [2021]). A monitorozás mellett nagy szükség van a hatásvizsgálatokra is: a kockázatelemzéshez fel kell tárnunk az inváziós fajok növényekre, állatokra, ökoszisztémákra és emberre gyakorolt hatásait. Mivel korlátozottak az erőforrásaink, még a legjobb monitoringrendszer mellett sem tudunk minden újonnan megjelenő inváziós faj ellen fellépni. Ezért elengedhetetlen prioritási listák felállítása: először azokra a fajokra kell koncentrálnunk, amelyek várhatóan hamar megjelennek, gyorsan terjednek, és súlyos károkat okozhatnak. A fellépés sorrendjét a fajok megjelenési valószínűsége és a várható hatása alapján kell meghatározni, a beavatkozási lehetőségek közül pedig azokat érdemes választani, amelyek a leghatékonyabb eredményt hozzák a legkisebb ráfordítással.

Megfelelő szabályozás kiépítése és betartatása

Nagy szükség van általános biobiztonsági szabályok kialakítására és gyakorlati alkalmazására. Az első lépés a világos, átlátható szabályozás, amelyben nincsenek „kiskapuk”. Például készüljenek – nemzetközi és regionális szintű – fajlisták, amelyeken azok a potenciálisan veszélyes idegenhonos fajok szerepelnek, amelyeket tilos vagy szigorúan ellenőrizve szabad csak behozni. Az Európai Unió példája (1143/2014/EU rendelet) jó alapot ad, de tovább kell erősíteni, hogy a határellenőrzéseknél ne lehessen kiskapukat találni. Készüljön el nagyobb biobiztonságú szigorral egy protokoll, amely mind a kereskedelemben, mind a turizmusban hatékony ellenőrzési és védekezési eljárásrendet vezet be a belépési pontokon. Társadalmi szinten is szükség van különféle ösztönzőrendszerek bevezetésére. Ha például valaki szándékosan vagy gondatlanságból importál kockázatos élőlényeket, azt nagyobb összegű bírságokkal büntessék. Ha viszont valaki proaktívan jelzi az invázió első jeleit, és közreműködik a felszámolásában, akkor kártérítés vagy támogatás is megilletheti.

Finanszírozás

Forrást kell elkülöníteni a költségvetésben a megelőző intézkedésekre: például speciális alapot kell létrehozni, amely finanszírozza a gyors reagálású csapatokat, a kockázatelemzést, a laborvizsgálatokat stb. A monitoringrendszereket folyamatosan kell működtetni, így nem határozott időtartamra támogatást biztosító pályázatok keretében kellene finanszírozni és üzemeltetni őket, hanem biztosítani kell a hosszú távú támogatást a fenntartásukhoz. Fontos, hogy az inváziók kezelésére elkülönített keret ne legyen túl könnyen megnyirbálható politikai viták során azzal az érveléssel, hogy más területekre kell a pénz. A szankciók és a jutalmazási rendszerek is segíthetik, hogy a gazdák vagy a kereskedők érdekeltté váljanak a bejelentésben. Megfelelő támogatási rendszerekkel ugyanúgy ösztönözni kell az ágazati összefogásokat és a társadalom bevonódását (képzési rendszerek kialakítása, konferenciák, kommunikációs anyagok).

Nem piaci értékek becslése a döntéshozatalban

A környezet-gazdaságtan nem piaci értékelési módszerei (például feltételes értékelés, hedonikus ár) nélkül a politikai döntéshozatal sokszor csak a közvetlen piaci károkat látja. *Kornai és szerzőtársai* [2003] rávilágítanak arra, hogy a költségek rejtett formában is növekedhetnek, ha a szereplők nem számolnak a hosszú távú externális hatásokkal. A költség-haszon elemzést úgy kell kialakítani, hogy a diszkontráta ne torzítsa a jövőbeli környezeti veszteségeket – vagyis ne legyen túl magas a ráta szintje, különben a megelőzés értéke statisztikailag is eltűnik. A kormányzatnak dolgozó közgazdászok és a döntéshozók számára célzott képzéseket lehet szervezni, módszertani ajánlásokat lehet kiadni, amelyek alapján egységesebben becsülhetik fel az ökoszisztéma-szolgáltatások értékét és a lehetséges veszteségeket (*Carneiro és szerzőtársai* [2024a]). A döntéshozatal során nemcsak a gazdasági racionalitás szempontjait kell figyelembe venni (még a legpontosabb becslések mellett sem); az invázió pénzügyileg nem beárazható, de a társadalom szempontjából releváns komponenseit is figyelembe kell venni.

Keményebb költségvetési logika beépítése

A puha költségvetési korlát jelenségének visszaszorítására olyan szabályokat kell alkotni, amelyek révén nem marad büntetlen a halogatás. Ha például a hatóság későn reagál egy bejelentett inváziós fenyegetésre, és később sokkal nagyobb költség keletkezik, annak egy részét a felelős szervek költségvetéséből vonják le. Ez persze politikailag kényes, de erősíti a minél gyorsabb cselekvésre ösztönző belső kényszert.

Ágazati összefogást segítő diskurzusok és ösztönzők megteremtése

Mivel az inváziós fajok megjelenése számos ágazatot érint, és ezek érdekeltisége eltérő lehet, kiemelkedően fontos lenne, hogy az ágazatokon átívelő megfelelő kommunikáció meginduljon (például különféle műhelymegbeszélések formájában). Az inváziós fajok kapcsán kialakított cselekvési láncba be kell vonni az érintett érdekcsoportokat is, és a fellépési stratégiának tükröznie kell a felek konszenzusos álláspontját. Az érdekegyeztetést meg kell nyitni a társadalom számára is; irányított oktatási programokkal el kell érni, hogy a lakosság érdemben felismerje az inváziós fajok keltette problémákat, és kialakítsa a felelősségteljes hozzáállást.

Nemzetközi együttműködés

A globalizáció és a kereskedelem volumene miatt egy-egy ország önmagában nem tudja megfékezni az inváziók áramlását. A biológiai inváziók transznacionális jellegűek, így regionális és globális szinten is koordinációra van szükség mind a monitoringtevékenységben, mind a védelmi rendszerek kialakításakor (*Angulo és szerzőtársai* [2022]). A hatékony előrejelzéshez pontosan ismernünk kellene a fenyegető fajok országhatárokon átnyúló, aktuális elterjedését, mert csak így tudjuk megjósolni, hogy mikor és hol várható egy új inváziós faj megjelenése. Ehhez egy olyan nemzetközi hálózatban működtetett monitoringrendszerre lenne szükség, amely globális, kontinentális, de legalább regionális szinten követi az egyes fajok térbeli terjedését, figyelembe véve az egyes országok között húzódó lehetséges terjedési útvonalakat. A védekezéshez nemcsak regionális szinten, hanem világviszonylatban is szabályozni kell bizonyos áruk forgalmát (legyen szó dísnövényekről, élő állatokról vagy akár hajózási ballasztvízről) és a határátkelő pontokon alkalmazott biobiztonsági intézkedéseket – mind a turisztikai, mind a kereskedelmi vonalakon. A WHO, a FAO, a regionális fejlesztési bankok és más szervezetek bevonása kulcsfontosságú, különösen a fejlődő országok adatgyűjtésének és védekezési kapacitásának erősítéséhez (*Bang és szerzőtársai* [2022]).

Következtetések

Tanulmányunkban bemutattuk, hogyan erősíti a puha költségvetési korlát az inváziós fajok okozta problémák eskalációját. Természetvédelmi és ökológiai közgazdaságtani dimenzióban ez a mechanizmus kiegészül azzal, hogy a fajok terjedése gyakran visszafordíthatatlan, vagy óriási kiadásokkal orvosolható – sőt olykor már nem is orvosolható. Az itt ismertetett példák (japánkeserűfű, ausztrál nyulak, fehér akác stb.) rendre igazolják: a késlekedés következménye a sokszorosára duzzadó kár és a környezet hosszú távú összeomlásának kockázata. A fajok inváziója ugyanis a klímaváltozáshoz hasonló kumulatív fenyegetés, amely az ember természetet kiszipolyozó terjeszkedése és a globalizáció hatására egyre fokozódik, és életminőségünket fenyegeti. A lokális problémák globálissá válhatnak, a regionális költségek idővel országos, majd

kontinentális szintű kiadássá duzzadnak, és a folyamat megfordítása sokkal nehezebb, mint a kezdeti kontroll. A klasszikus közgazdasági modellek (közvetlen károk, parciális és általános egyensúlyi elemzések, nem piaci értékelés, bioökonómiai megközelítések) egyaránt arra jutnak, hogy a korai beavatkozás mindenhol hatékonyabb. A gyakorlat azt mutatja, hogy az inváziót kivédeni nem tudjuk, de a legfenyegetőbb fajok ellen a megfelelő időben történő fellépéssel hatékonyan tudunk védekezni, és a károkat jelentősen mérsékelhetjük.

Mindez a politikai gazdaságtan és a társadalom tanulási folyamatának szempontjából is releváns. Ha a monitorozást, az adatgyűjtést és a kockázatelemzést elhanyagolják, úgy tűnhet, hogy nincs is probléma. A valóságban azonban a rejtett károk felhalmozódnak, és végül sokkal drágább védekezésre kényszerülünk. Ez a rövid távú nyereségek és a hosszú távú veszteségek közötti klasszikus konfliktus, amely itt környezeti és nemzetközi dimenziót is kap.

A tanulmányunkban bemutatott szakpolitikai javaslatok (a fajlisták és szigorúbb importellenőrzések bevezetése, megelőzési alapok kialakítása, a nem piaci javak beárazása, a nemzetközi együttműködés elmélyítése) mind előmozdíthatják a keményebb költségvetési logika érvényesülését. Ha pedig sikerül olyan intézményeket és szabályokat teremteni, amelyek rákényszerítik a szereplőket a prevencióra, akkor jó eséllyel csökkenhetnek a későbbi felszámolás költségei. Így válik egyszerre ökológiai és közgazdasági szempontból sikeressé a folyamat: a természet megőrződik, a társadalom pedig nem halmoz fel több évtizedes adósságot a mulasztások miatt.

Hivatkozások

- ADELINO, J. R. P.–HERINGER, G.–DIAGNE, C.–COURCHAMP, F.–DEL BIANCO FARIA, L.–ZENNI, R. D. [2021]: The economic costs of biological invasions in Brazil: a first assessment. *NeoBiota*, 67. köt. 349–374. o. <https://dx.doi.org/10.3897/neobiota.67.59185>.
- AHMED, D. A.–HUDGINS, E. J.–CUTHBERT, R. N.–KOURANTIDOU, M.–DIAGNE, C.–HAUBROCK, P. J.–LEUNG, B.–LIU, C.–LEROY, B.–PETROVSKII, S.–BEIDAS, A.–COURCHAMP, F. [2022]: Managing biological invasions: the cost of inaction. *Biological Invasions*, 24. évf. 7. sz. 1927–1946. o. <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02755-0>.
- AHMED, D. A.–HAUBROCK, P. J.–CUTHBERT, R. N.–BANG, A.–SOTO, I.–BALZANI, P.–TARKAN, A. S.–MACÊDO, R. L.–CARNEIRO, L.–BODEY, T. W.–OFICIALDEGUI, F. J.–COURTOIS, P.–KOURANTIDOU, M.–ANGULO, E.–HERINGER, G.–RENAULT, D.–TURBELIN, A. J.–HUDGINS, E. J.–LIU, C.–GOJERY, S. A.–ARBIEU, U.–DIAGNE, C.–LEROY, B.–BRISKI, E.–BRADSHAW, C. J. A.–COURCHAMP, F. [2023]: Recent advances in availability and synthesis of the economic costs of biological invasions. *BioScience*, 73. évf. 8. sz. 560–574. o. <https://doi.org/10.1093/biosci/biad060>.
- ANGULO, E.–BALLESTEROS-MEJIA, L.–NOVOA, A.–DUBOSCQ-CARRA, V. G.–DIAGNE, C.–COURCHAMP, F. [2021a]: Economic costs of invasive alien species in Spain. *NeoBiota*, 67. köt. 267–297. o. <https://dx.doi.org/10.3897/neobiota.67.59181>.
- ANGULO, E.–DIAGNE, C.–BALLESTEROS-MEJIA, L.–ADAMJY, T.–AHMED, D. A.–AKULOV, E.–BANERJEE, A. K.–CAPINHA, C.–DIA, C. A. K. M.–DOBIGNY, G.–DUBOSCQ-CARRA, V. G.–GOLIVETS, M.–HAUBROCK, P. J.–HERINGER, G.–KIRICHENKO, N.–KOURANTIDOU, M.–LIU,

- C.–NUÑEZ, M. A.–RENAULT, D.–ROIZ, D.–TAHERI, A.–VERBRUGGE, L. N. H.–WATARI, Y.–XIONG, W.–COURCHAMP, F. [2021b]: Non-English languages enrich scientific knowledge: The example of economic costs of biological invasions. *Science of the Total Environment*, 775. köt. 144441. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144441>.
- ANGULO, E.–HOFFMANN, B. D.–BALLESTEROS-MEJIA, L.–TAHERI, A.–BALZANI, P.–BANG, A.–RENAULT, D.–CORDONNIER, M.–BELLARD, C.–DIAGNE, C.–AHMED, D. A.–WATARI, Y.–COURCHAMP, F. [2022]: Economic costs of invasive alien ants worldwide. *Biological Invasions*, 24. évf. 7. sz. 2041–2060. o. <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02791-w>.
- BANG, A.–CUTHBERT, R. N.–HAUBROCK, P. J.–FERNANDEZ, R. D.–MOODLEY, D.–DIAGNE, C.–COURCHAMP, F. [2022]: Massive economic costs of biological invasions despite widespread knowledge gaps: a dual setback for India. *Biological Invasions*, 24. évf. 7. sz. 2017–2039. o. <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02780-z>.
- BÁLDI A.–CSÁNYI B.–CSORBA G.–ERŐS T.–HORNUNG E.–MERKL O.–OROSZ A.–PAPP L.–RONKAY L.–SAMU F.–SOLTÉSZ Z.–SZÉP T.–SZINETÁR C.–VARGA A.–VAS Z.–VÉTEK G.–VÖRÖS J.–ZÖLDI V.–ZSUGA K. [2017]: Behurcolt és invazív állatok Magyarországon. *Magyar Tudomány*, 178. évf. 4. sz. 399–437. o.
- BALLESTEROS-MEJIA, L.–ANGULO, E.–DIAGNE, C.–COOKE, B.–NUÑEZ, M. A.–COURCHAMP, F. [2021]: Economic costs of biological invasions in Ecuador: the importance of the Galapagos Islands. *NeoBiota*, 67. köt. 375–400. o. <https://doi.org/10.3897/neobiota.67.59116>.
- BODEY, T. W.–CARTER, Z. T.–HAUBROCK, P. J.–CUTHBERT, R. N.–WELSH, M. J.–DIAGNE, C.–COURCHAMP, F. [2022]: Building a synthesis of economic costs of biological invasions in New Zealand. *PeerJ*, 10. évf. e13580. <https://doi.org/10.7717/peerj.13580>.
- BODEY, T. W.–ANGULO, E.–BANG, A.–BELLARD, C.–FANTLE-LEPCZYK, J.–LENZNER, B.–TURBELIN, A. J.–WATARI, Y.–COURCHAMP, F. [2023]: Economic costs of protecting islands from invasive alien species. *Conservation Biology*, 37. évf. 2. sz. e14034. <https://doi.org/10.1111/cobi.14034>.
- BOLTOVSKOY, D.–GUIAŞU, R.–BURLAKOVA, L.–KARATAYEV, A.–SCHLAEFFER, M. A.–CORREA, N. [2022]: Misleading estimates of economic impacts of biological invasions: Including the costs but not the benefits. *Ambio*, 51. évf. 8. sz. 1786–1799. o. <https://doi.org/10.1007/s13280-022-01707-1>.
- BORDEN, J. B.–FLORY, S. L. [2021]: Urban evolution of invasive species. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 19. évf. 3. sz. 184–191. o. <https://doi.org/10.1002/fee.2295>.
- BRADSHAW, C. J. A.–HOSKINS, A. J.–HAUBROCK, P. J.–CUTHBERT, R. N.–DIAGNE, C.–LEROY, B.–ANDREWS, L.–PAGE, B.–CASSEY, P.–SHEPPARD, A. W.–COURCHAMP, F. [2021]: Detailed assessment of the reported economic costs of invasive species in Australia. *NeoBiota*, 67. köt. 511–550. o. <https://doi.org/10.3897/neobiota.67.58834>.
- BRADSHAW, C. J. A.–HULME, P. E.–HUDGINS, E. J.–LEUNG, B.–KOURANTIDOU, M.–COURTOIS, P.–TURBELIN, A. J.–McDERMOTT, S. M.–LEE, K.–AHMED, D. A.–LATOMBE, G.–BANG, A.–BODEY, T. W.–HAUBROCK, P. J.–SALTRÉ, F.–COURCHAMP, F. [2024]: Damage costs from invasive species exceed management expenditure in nations experiencing lower economic activity. *Ecological Economics*, 220. köt. 108166. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2024.108166>.
- CARNEIRO, L.–HULME, P. E.–CUTHBERT, R. N.–KOURANTIDOU, M.–BANG, A.–HAUBROCK, P. J.–BRADSHAW, C. J. A.–BALZANI, P.–BACHER, S.–LATOMBE, G.–BODEY, T. W.–PROBERT, A. F.–QUILODRÁN, C. S.–COURCHAMP, F. [2024a]: Benefits do not balance costs of biological invasions. *BioScience*, 74. évf. 5. sz. 340–344. o. <https://doi.org/10.1093/biosci/biae010>.

- CARNEIRO, L.–MILLER, N. O.–CUTHBERT, R. N.–VITULE, J. R. [2024b]: Biological invasions negatively impact global protected areas. *Science of the Total Environment*, 948. köt. 174823. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174823>.
- CRYSTAL-ORNELAS, R.–LOCKWOOD, J. L. [2020]: The ‘known unknowns’ of invasive species impact measurement. *Biological Invasions*, 22. évf. 4. sz. 1513–1525. o. <https://doi.org/10.1007/s10530-020-02200-0>.
- CSIKY, J.–BALOGH, L.–DANCZA, I.–GYULAI, F.–JAKAB, G.–KIRÁLY, G.–LEHOCZKY, É.–MESTERHÁZY, A.–PÓSA, P.–WIRTH, T. [2023]: Checklist of alien vascular plants of Hungary and their invasion biological characteristics. *Acta Botanica Hungarica*, 65. évf. 1-2. sz. 53–72. o. <https://doi.org/10.1556/034.65.2023.1-2.3>.
- CUTHBERT, R. N.–BARTLETT, A. C.–TURBELIN, A. J.–HAUBROCK, P. J.–DIAGNE, C.–PATTISON, Z.–COURCHAMP, F.–CATFORD, J. A. [2021]: Economic costs of biological invasions in the United Kingdom. *NeoBiota*, 67. köt. 299–328. o. <https://doi.org/10.3897/neobiota.67.59743>.
- CUTHBERT, R. N.–DIAGNE, C.–HAUBROCK, P. J.–TURBELIN, A. J.–COURCHAMP, F. [2022]: Are the “100 of the world’s worst” invasive species also the costliest? *Biological Invasions*, 24. évf. 7. sz. 1895–1904. o. <https://doi.org/10.1007/s10530-021-02568-7>.
- DE CARVALHO-SOUZA, G. F.–KOURANTIDOU, M.–LAIZ, I.–NUÑEZ, M. A.–GONZÁLEZ-ORTEGÓN, E. [2024]: How to deal with invasive species that have high economic value? *Biological Conservation*, 292. köt. 110548. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110548>.
- DE ROS, G. [2024]: The economic analyses of the *Drosophila suzukii*’s Invasions: a mini-review. *Neotropical Entomology*, 53. évf. 2. sz. 244–253. o. <https://doi.org/10.1007/s13744-024-01127-8>.
- DIAGNE, C.–LEROY, B.–GOZLAN, R. E.–VAISSIÈRE, A.–C.–ASSAILLY, C.–NUNINGER, L.–ROIZ, D.–JOURDAIN, F.–JARIĆ, I.–COURCHAMP, F. [2020]: InvaCost, a public database of the economic costs of biological invasions worldwide. *Scientific Data*, 7. évf. 277. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-00586-z>.
- DIAGNE, C.–LEROY, B.–VAISSIÈRE, A.–C.–GOZLAN, R. E.–ROIZ, D.–JARIĆ, I.–SALLES, J.–M.–BRADSHAW, C. J. A.–COURCHAMP, F. [2021a]: High and rising economic costs of biological invasions worldwide. *Nature*, 592. köt. 571–576. o. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03405-6>.
- DIAGNE, C.–TURBELIN, A. J.–MOODLEY, D.–NOVOA, A.–LEROY, B.–ANGULO, E.–ADAMJY, T.–DIA, C. A. K. M.–TAHERI, A.–TAMBO, J.–DOBIGNY, G.–COURCHAMP, F. [2021b]: The economic costs of biological invasions in Africa: a growing but neglected threat? *NeoBiota*, 67. köt. 11–51. o. <https://dx.doi.org/10.3897/neobiota.67.59132>.
- DING, J.–ELDRIDGE, D. J. [2024]: Woody encroachment: social–ecological impacts and sustainable management. *Biological Reviews*, 99. évf. 6. sz. 1909–1926. o. <https://doi.org/10.1111/brv.13104>.
- DUQUESNE, E.–FOURNIER, D. [2024]: Connectivity and climate change drive the global distribution of highly invasive termites. *NeoBiota*, 92. köt. 281–314. o. <https://doi.org/10.3897/neobiota.92.115411>.
- EVANS, T.–ANGULO, E.–BRADSHAW, C. J.–TURBELIN, A.–COURCHAMP, F. [2023a]: Global economic costs of alien birds. *PLOS One*, 18. évf. 10. sz. e0292854. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0292854>.
- EVANS, T.–ANGULO, E.–DIAGNE, C.–KUMSCHICK, S.–ŞEKERCIOĞLU, Ç. H.–TURBELIN, A.–COURCHAMP, F. [2023b]: Identifying links between the biodiversity impacts and monetary costs of alien birds. *People and Nature*, 5. évf. 5. sz. 1561–1576. o. <https://doi.org/10.1002/pan3.10521>.

- GAERTNER, M.–WILSON, J. R.–CADOTTE, M. W.–MACÍVOR, J. S.–ZENNI, R. D.–RICHARDSON, D. M. [2017]: Non-native species in urban environments: patterns, processes, impacts and challenges. *Biological Invasions*, 19. évf. 3461–3469. o. <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1598-7>.
- HARASZTHY LÁSZLÓ (szerk.) [2022]: *Özönállatfajok Magyarországon*. Duna–Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság–Külgazdasági és Külügyminisztérium, Budapest.
- HAUBROCK, P. J.–CUTHBERT, R. N.–YEO, D. C. J.–BANERJEE, A. K.–LIU, C.–DIAGNE, C.–COURCHAMP, F. [2021a]: Biological invasions in Singapore and Southeast Asia: data gaps fail to mask potentially massive economic costs. *NeoBiota*, 67. köt. 131–152. o. <https://doi.org/10.3897/neobiota.67.64560>.
- HAUBROCK, P. J.–TURBELIN, A. J.–CUTHBERT, R. N.–NOVOA, A.–TAYLOR, N. G.–ANGULO, E.–BALLESTEROS-MEJIA, L.–BODEY, T. W.–CAPINHA, C.–DIAGNE, C.–ESSL, F.–GOLIVETS, M.–KIRICHENKO, N.–KOURANTIDOU, M.–LEROY, B.–RENAULT, D.–VERBRUGGE, L.–COURCHAMP, F. [2021b]: Economic costs of invasive alien species across Europe. *NeoBiota*, 67. köt. 153–190. o. <https://doi.org/10.3897/neobiota.67.58196>.
- HAUBROCK, P. J.–CUTHBERT, R. N.–SUNDERMANN, A.–DIAGNE, C.–GOLIVETS, M.–COURCHAMP, F. [2021c]: Economic costs of invasive species in Germany. *NeoBiota*, 67. köt. 225–246. o. <https://doi.org/10.3897/neobiota.67.59502>.
- HAUBROCK, P. J.–CUTHBERT, R. N.–TRICARICO, E.–DIAGNE, C.–COURCHAMP, F.–GOZLAN, R. E. [2021d]: The recorded economic costs of alien invasive species in Italy. *NeoBiota*, 67. köt. 247–266. o. <https://dx.doi.org/10.3897/neobiota.67.57747>.
- HAUBROCK, P. J.–BERNERY, C.–CUTHBERT, R. N.–LIU, C.–KOURANTIDOU, M.–LEROY, B.–TURBELIN, A. J.–KRAMER, A. M.–VERBRUGGE, L. N. H.–DIAGNE, C.–COURCHAMP, F.–GOZLAN, R. E. [2022a]: Knowledge gaps in economic costs of invasive alien fish worldwide. *Science of the Total Environment*, 803. köt. 149875. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149875>.
- HAUBROCK, P. J.–CUTHBERT, R. N.–RICCIARDI, A.–DIAGNE, C.–COURCHAMP, F. [2022b]: Economic costs of invasive bivalves in freshwater ecosystems. *Diversity and Distributions*, 28. évf. 5. sz. 1010–1021. o. <https://doi.org/10.1111/ddi.13501>.
- HAUBROCK, P. J.–CUTHBERT, R. N.–HUDGINS, E. J.–CRYSTAL-ORNELAS, R.–KOURANTIDOU, M.–MOODLEY, D.–LIU, C.–TURBELIN, A. J.–LEROY, B.–COURCHAMP, F. [2022c]: Geographic and taxonomic trends of rising biological invasion costs. *Science of the Total Environment*, 817. köt. 152948. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.152948>.
- HENRY, M.–LEUNG, B.–CUTHBERT, R. N.–BODEY, T. W.–AHMED, D. A.–ANGULO, E.–BALZANI, P.–BRISKI, E.–COURCHAMP, F.–HULME, P. E.–KOUBA, A.–KOURANTIDOU, M.–LIU, C.–MACÊDO, R. L.–OFICIALDEGUI, F. J.–RENAULT, D.–SOTO, I.–TARKAN, A. S.–TURBELIN, A. J.–BRADSHAW, C. J. A.–HAUBROCK, P. J. [2023]: Unveiling the hidden economic toll of biological invasions in the European Union. *Environmental Science Europe*, 35. évf. 43. <https://doi.org/10.1186/s12302-023-00750-3>.
- HERINGER, G.–ANGULO, E.–BALLESTEROS-MEJIA, L.–CAPINHA, C.–COURCHAMP, F.–DIAGNE, C.–DUBOSCQ-CARRA, V. G.–NUÑEZ, M. A.–ZENNI, R. D. [2021]: The economic costs of biological invasions in Central and South America: A first regional assessment. *NeoBiota*, 67. köt. 401–426. o. <https://doi.org/10.3897/neobiota.67.59193>.
- HERINGER, G.–FERNANDEZ, R. D.–BANG, A.–CORDONNIER, M.–NOVOA, A.–LENZNER, B.–CAPINHA, C.–RENAULT, D.–ROIZ, D.–MOODLEY, D.–TRICARICO, E.–HOLENSTEIN, K.–KOURANTIDOU, M.–KIRICHENKO, N. I.–ADELINO, J. R. P.–DIMARCO, R. D.–BODEY, T. W.–WATARI, Y.–COURCHAMP, F. [2024]: Economic costs of invasive non-native species in

- urban areas: An underexplored financial drain. *Science of the Total Environment*, 917. köt. 170336. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170336>.
- HUDGINS, E. J.–CUTHBERT, R. N.–HAUBROCK, P. J.–TAYLOR, N. G.–KOURANTIDOU, M.–NGUYEN, D.–BANG, A.–TURBELIN, A. J.–MOODLEY, D.–BRISKI, E.–KOTRONAKI, S. G.–COURCHAMP, F. [2023]: Unevenly distributed biological invasion costs among origin and recipient regions. *Nature Sustainability*, 6. évf. 9. sz. 1113–1124. o. <https://doi.org/10.1038/s41893-023-01124-6>.
- HULME, P. E. [2009]: Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology*, 46. évf. 1. sz. 10–18. o. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01600.x>.
- HULME, P. E. [2024]: Networks of risk: international tourists as a biosecurity pathway into national parks. *Biological Invasions*, 26. évf. 12. sz. 4317–4330. o. <https://doi.org/10.1007/s10530-024-03448-6>.
- HULME, P. E.–AHMED, D. A.–HAUBROCK, P. J.–KAISER, B. A.–KOURANTIDOU, M.–LEROY, B.–MCDERMOTT, S. M. [2024]: Widespread imprecision in estimates of the economic costs of invasive alien species worldwide. *Science of the Total Environment*, 909. köt. 167997. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167997>.
- IPBES [2023]: Summary for Policymakers of the Thematic Assessment Report on Invasive Alien Species and their Control of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES secretariat, Bonn, Germany, <https://doi.org/10.5281/zenodo.7430692>.
- JIANG, X.–ZHENG, P.–SOTO, I.–HAUBROCK, P. J.–CHEN, J.–JI, L. [2022]: Global economic costs and knowledge gaps of invasive gastropods. *Ecological Indicators*, 145. köt. 109614. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109614>.
- KIRICHENKO, N.–HAUBROCK, P. J.–CUTHBERT, R. N.–AKULOV, E.–KARIMOVA, E.–SHNEYDER, Y.–LIU, C.–ANGULO, E.–DIAGNE, C.–COURCHAMP, F. [2021]: Economic costs of biological invasions in terrestrial ecosystems in Russia. *NeoBiota*, 67. köt. 103–122. o. <https://doi.org/10.3897/neobiota.67.58529>.
- KORNAI JÁNOS [1980]: A hiány. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest.
- KORNAI JÁNOS [1986]: The Soft Budget Constraint. *Kyklos*, 39. évf. 1. sz. 3–30. o.
- KORNAI JÁNOS [2001]: Hardening the Budget Constraint: The Experience of the Post-Socialist Countries. *European Economic Review*, 45. évf. 9. sz. 1573–1599. o.
- KORNAI, J.–MASKIN, E.–ROLAND, G. [2003]: Understanding the Soft Budget Constraint. *Journal of Economic Literature*, 41. évf. 4. sz. 1095–1136. o.
- KOUBA, A.–OFICIALDEGUI, F. J.–CUTHBERT, R. N.–KOURANTIDOU, M.–SOTH, J.–TRICARICO, E.–GOZLAN, R. E.–COURCHAMP, F.–HAUBROCK, P. J. [2022]: Identifying economic costs and knowledge gaps of invasive aquatic crustaceans. *Science of the Total Environment*, 813. köt. 152325. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152325>.
- KOURANTIDOU, M.–CUTHBERT, R. N.–HAUBROCK, P. J.–NOVOA, A.–TAYLOR, N. G.–LEROY, B.–CAPINHA, C.–RENAULT, D.–ANGULO, E.–DIAGNE, C.–COURCHAMP, F. [2021]: Economic costs of invasive alien species in the Mediterranean basin. *NeoBiota*, 67. köt. 427–458. o. <https://dx.doi.org/10.3897/neobiota.67.58926>.
- KOURANTIDOU, M.–VERBRUGGE, L. N. H.–HAUBROCK, P. J.–CUTHBERT, R. N.–ANGULO, E.–AHONEN, I.–CLEARY, M.–FALK-ANDERSSON, J.–GRANHAG, L.–GÍSLASON, S.–KAISER, B.–KOSENIUS, A.–K.–LANGE, H.–LEHTINIEMI, M.–MAGNUSSEN, K.–NAVRUD, S.–NUMMI, P.–OFICIALDEGUI, F. J.–RAMULA, S.–RYTTÄRI, T.–VON SCHMALENSEE, M.–STEFANSSON, R. A.–DIAGNE, C.–COURCHAMP, F. [2022]: The economic costs, management and regulation

- of biological invasions in the Nordic countries. *Journal of Environmental Management*, 324. köt. 116374. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116374>.
- LEROY, B.–KRAMER, A. M.–VAISSIÈRE, A.–C.–KOURANTIDOU, M.–COURCHAMP, F.–DIAGNE, C. [2022]: Analysing economic costs of invasive alien species with the invacost R package. *Methods in Ecology and Evolution*, 13. évf. 9. sz. 1930–1937. o. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13929>.
- LIU, C.–DIAGNE, C.–ANGULO, E.–BANERJEE, A. K.–CHEN, Y.–CUTHBERT, R. N.–HAUBROCK, P. J.–KIRICHENKO, N.–PATTISON, Z.–WATARI, Y.–XIONG, W.–COURCHAMP, F. [2021]: Economic costs of biological invasions in Asia. *NeoBiota*, 67. köt. 53–78. o. <https://doi.org/10.3897/neobiota.67.58147>.
- MACÊDO, R. L.–HAUBROCK, P. J.–KLIPPEL, G.–FERNANDEZ, R. D.–LEROY, B.–ANGULO, E.–CARNEIRO, L.–MUSSEAU, C. L.–ROCHA, O.–CUTHBERT, R. N. [2024]: The economic costs of invasive aquatic plants: A global perspective on ecology and management gaps. *Science of the Total Environment*, 908. köt. 168217. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168217>.
- MARBUAH, G.–GREN, I. M.–MCKIE, B. [2014]: Economics of harmful invasive species: a review. *Diversity*, 6. évf. 3. sz. 500–523. o. <https://doi.org/10.3390/d6030500>.
- MILINSKI, M.–SOMMERFELD, R. D.–KRAMBECK, H. J.–REED, F. A.–MAROTZKE, J. [2008]: The collective-risk social dilemma and the prevention of simulated dangerous climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105. évf. 7. sz. 2291–2294. o. <https://doi.org/10.1073/pnas.0709546105>.
- MOODLEY, D.–ANGULO, E.–CUTHBERT, R. N.–LEUNG, B.–TURBELIN, A.–NOVOA, A.–KOURANTIDOU, M.–HERINGER, G.–HAUBROCK, P. J.–RENAULT, D.–ROBUCHON, M.–FANTLE-LEPCZYK, J.–COURCHAMP, F.–DIAGNE, C. [2022]: Surprisingly high economic costs of biological invasions in protected areas. *Biological Invasions*, 24. évf. 7. sz. 1995–2016. o. <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02732-7>.
- PAGAD, S.–BISSET, S.–GENOVESI, P.–GROOM, Q.–HIRSCH, T.–JETZ, W.–RANIPETA, A.–SCHIGEL, D.–SICA, Y. V.–MCGEOCH, M. A. [2022]: Country compendium of the global register of introduced and invasive species. *Scientific Data*, 9. évf. 1. sz. 391. <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01514-z>.
- PIMENTEL, D.–MCNAIR, S.–JANECKA, J.–WIGHTMAN, J.–SIMMONDS, C.–O'CONNELL, C.–WONG, E.–RUSSEL, L.–ZERN, J.–AQUINO, T.–TSOMONDO, T. [2001]: Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 84. évf. 1. sz. 1–20. o. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00178-X](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00178-X).
- RENAULT, D.–ANGULO, E.–CUTHBERT, R. N.–HAUBROCK, P. J.–CAPINHA, C.–BANG, A.–DIAGNE, C.–COURCHAMP, F. [2022]: The magnitude, diversity, and distribution of the economic costs of invasive terrestrial invertebrates worldwide. *Science of the Total Environment*, 835. köt. 155391. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155391>.
- RICO-SÁNCHEZ, A. E.–HAUBROCK, P. J.–CUTHBERT, R. N.–ANGULO, E.–BALLESTEROS-MEJIA, L.–LÓPEZ-LÓPEZ, E.–DIAGNE, C.–COURCHAMP, F. [2021]: Economic costs of invasive alien species in Mexico. *NeoBiota*, 67. köt. 459–483. o. <https://dx.doi.org/10.3897/neobiota.67.63846>.
- ROIZ, D.–PONTIFES, P. A.–JOURDAIN, F.–DIAGNE, C.–LEROY, B.–VAISSIÈRE, A.–C.–TOLSÁ-GARCIA, M. J.–SALLES, J. M.–SIMARD, F.–COURCHAMP, F. [2024]: The rising global economic costs of invasive *Aedes* mosquitoes and *Aedes*-borne diseases. *Science of the Total Environment*, 933. köt. 173054. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173054>.
- SEEBENS, H.–BLACKBURN, T. M.–DYER, E. E.–GENOVESI, P.–HULME, P. E.–JESCHKE, J. M.–PAGAD, S.–PYŠEK, P.–VAN KLEUNEN, M.–WINTER, M.–ANSONG, M.–BLASIUS,

- B.-BROCKERHOFF, E. G.-BRUNDU, G.-CAPINHA, C.-CELESTI-GRAPOW, L.-DAWSON, W.-DULLINGER, S.-FUENTES, N.-JÄGER, H.-KARTESZ, J.-KENIS, M.-KREFT, H.-KÜHN, I.-LENZNER, B.-LIEBHOLD, A.-MOSENA, A.-MOSER, D.-NISHINO, M.-PEARMAN, D.-PERGL, J.-RABITSCH, W.-ROJAS-SANDOVAL, J.-ROQUES, A.-RORKE, S.-ROSSINELLI, S.-ROY, H. E.-SCALERA, R.-SCHINDLER, S.-ŠTAJEROVÁ, K.-TOKARSKA-GUZIŁ, B.-WALKER, K.-WARD, D. F.-YAMANAKA, T.-ESSL, F. [2017]: No saturation in the accumulation of alien species worldwide. *Nature Communications*, 8. évf. 14435. o. <https://doi.org/10.1038/ncomms14435>.
- SINGINI, E. J.-BASO, N. C. [2025]: Land use change, invasive species, and climate change: Drivers of biodiversity decline across IUCN conservation categories. *South African Journal of Botany*, 180. köt. 730–739. o. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2025.03.048>.
- SOTO, I.-HAUBROCK, P. J.-CUTHBERT, R. N.-RENAULT, D.-PROBERT, A. F.-TARKAN, A. S. [2023]: Monetary impacts should be considered in biological invasion risk assessments. *Journal of Applied Ecology*, 60. évf. 11. sz. 2309–2313. o. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14475>.
- TURBELIN, A. J.-DIAGNE, C.-HUDGINS, E. J.-MOODLEY, D.-KOURANTIDOU, M.-NOVOA, A.-HAUBROCK, P. J.-BERNERY, C.-GOZLAN, R. E.-FRANCIS, R. A.-COURCHAMP, F. [2022]: Introduction pathways of economically costly invasive alien species. *Biological Invasions*, 24. évf. 7. sz. 2061–2079. o. <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02796-5>.
- TURBELIN, A. J.-HUDGINS, E. J.-CATFORD, J. A.-CUTHBERT, R. N.-DIAGNE, C.-KOURANTIDOU, M.-ROIZ, D.-COURCHAMP, F. [2024]: Biological invasions as burdens to primary economic sectors. *Global Environmental Change*, 87. köt. 102858. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2024.102858>.
- VAISSIÈRE, A.-C.-COURTOIS, P.-COURCHAMP, F.-KOURANTIDOU, M.-DIAGNE, C.-ESSL, F.-KIRICHENKO, N.-WELSH, M.-SALLES, J.-M. [2022]: The nature of economic costs of biological invasions. *Biological Invasions*, 24. évf. 7. sz. 2081–2101. o. <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02837-z>.
- WANG, S.-DENG, T.-ZHANG, J.-LI, Y. [2023]: Global economic costs of mammal invasions. *Science of the Total Environment*, 857. köt. 159479. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159479>.
- WANG, Y.-TAN, W.-LI, B.-WEN, L.-LEI, G. [2021]: Habitat alteration facilitates the dominance of invasive species through disrupting niche partitioning in floodplain wetlands. *Diversity and Distributions*, 27. évf. 9. sz. 1861–1871. o. <https://doi.org/10.1111/ddi.13376>.
- WATARI, Y.-KOMINE, H.-ANGULO, E.-DIAGNE, C.-BALLESTEROS-MEJIA, L.-COURCHAMP, F. [2021]: First synthesis of the economic costs of biological invasions in Japan. *NeoBiota*, 67. köt. 79–101. o. <https://doi.org/10.3897/neobiota.67.59186>.
- ZENNI, R. D.-ESSL, F.-GARCÍA-BERTHOE, E.-McDERMOTT, S. M. [2021]: The economic costs of biological invasions around the world. *NeoBiota*, 67. köt. 1–9. o. <https://doi.org/10.3897/neobiota.67.69971>.