



ökoszisztéma-
szolgáltatások
a természet ajándékai



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Regionális
Fejlesztési Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

SZÉCHENYI 2020

Az ökoszisztéma-szolgáltatások gazdasági értékelése



sokszínű zöld
a természetem

KEHOP-4.3.0-VEKOP-15-2016-00001



ökoszisztéma-
szolgáltatások

a természet ajándékai

KEHOP-4.3.0-VEKOP-15-2016-00001

A közösségi jelentőségű természeti értékek hosszú távú megőrzését és fejlesztését, valamint az EU biológiai sokféleség stratégia 2020 célkitűzéseinek hazai szintű megvalósítását megalapozó stratégiai vizsgálatok.

Nemzeti ökoszisztéma-szolgáltatások térképezése és -értékelése projektlem
(NÖSZTÉP)

II/2M Ökoszisztéma-szolgáltatások térképezésére és értékelésére vonatkozó integrált modell kialakítása

AZ ÖKOSZISZTÉMA-SZOLGÁLTATÁSOK KÖZGAZDASÁGI ÉRTÉKELÉSE, MÓDSZERTAN KIDOLGOZÁSA:

A KLÍMASZABÁLYOZÁS, AZ ÁRVÍZI KOCKÁZAT CSÖKKENTÉSE ÉS A REKREÁCIÓ PÉNZBELI ÉRTÉKELÉSÉNEK MEGALAPOZÁSA

Készítette:

Marjainé Dr. Szerényi Zsuzsanna és Dr. Széchy Anna



sokszínű zöld
a természetem

Kedvezményezett: Agrárminisztérium

Budapest, 2020.



A dokumentumot készítette:

Marjainé Dr. Szerényi Zsuzsanna, Dr. Széchy Anna

Közreműködött: Ganszky Márton

Konzorciumvezető: Agrárminisztérium

A projektben résztvevő partnerintézmények:

Lechner Tudásközpont (LTK)

Talajtani és Agrokémiai Intézet (TAKI)

Ökológiai Kutatóintézet (ÖK)

Agrárgazdasági Kutatóintézet (AKI)

Kapcsolat:

Levelezési cím: 1052 Budapest, Apáczai Csere János utca 9.

E-mail: okoszisztemaszolgáltatások@termeszetem.hu

Információk a projektről:

<https://termeszetem.hu/hu>

Hivatkozás:

A publikáció megosztható és sokszorosítható. Felhasználása esetén használandó hivatkozás a következő:

Marjainé Szerényi Zs., Széchy A. (2020): Az ökoszisztéma-szolgáltatások közgazdasági értékelése, módszertan kidolgozása: a klímaszabályozás, az árvízi kockázat csökkentése és a rekreáció pénzbeli értékelésének megalapozása. *A közösségi jelentőségű természeti értékek hosszú távú megőrzését és fejlesztését, valamint az EU biológiai sokféleség stratégia 2020 célkitűzéseinek hazai szintű megvalósítását megalapozó stratégiai vizsgálatok projekt Ökoszisztéma-szolgáltatások projektelem keretében készült tanulmány.* Agrárminisztérium, Budapest pp. 258

Szövegközi hivatkozás: Marjainé Szerényi és Széchy (2020)

DOI szám: [10.34811/osz.kozgazdasagiertekeles.tanulmany](https://doi.org/10.34811/osz.kozgazdasagiertekeles.tanulmany)

A KEHOP-4.3.0-VEKOP-15-2016-00001 „A közösségi jelentőségű természeti értékek hosszú távú megőrzését és fejlesztését, valamint az EU biológiai sokféleség stratégia 2020 célkitűzéseinek hazai szintű megvalósítását megalapozó stratégiai vizsgálatok” című projekt az Európai Regionális Fejlesztési Alap (ERFA), valamint a Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Program és a Versenyképes Közép-Magyarország Operatív Program támogatásával valósult meg.

Tartalom

Rövid vezetői összefoglaló	6
Vezetői összefoglaló	11
Bevezetés	28
Az ökoszisztéma-szolgáltatások közgazdasági értékelésének rövid áttekintése	30
A kiválasztott ŐSz-ek közgazdasági értékelése a szakirodalom alapján	39
A klímaszabályozás közgazdasági értékelése	39
A klímaszabályozás értékelésének lehetőségei röviden	39
A klímaszabályozási szolgáltatás értékelése az elkerült károkon keresztül	39
A klímaszabályozási szolgáltatás értéke a megelőzési költségek alapján	48
A klímaszabályozási szolgáltatás értéke fizetési hajlandóság vizsgálatok alapján	56
Gyakorlati példák a CO ₂ árának meghatározására	61
Összefoglaló megállapítások a klímaszabályozás közgazdasági értékelésének módszertanára vonatkozóan	67
Az árvízi kockázat csökkentésének közgazdasági értékelése	72
Az árvízvédelem értékelése a károk, elkerült károk becslése alapján	72
A költségalapú eljárások (helyettesítési költségek, helyreállítási költségek stb.) alkalmazása az árvízi kockázat értékének becslésére	96
A fizetési hajlandóságra épülő eljárásokkal történő értékelések.....	103
Összefoglaló megállapítások az árvízi kockázat csökkentése ŐSz közgazdasági értékelésének módszertanára vonatkozóan.....	118
A rekreáció közgazdasági értékelése.....	125
A rekreáció értékeléséről röviden	125
A rekreáció értékelése országokra, területekre vonatkozóan	125
A rekreáció értékelésének egyéb szakirodalmi esetei	142
A rekreáció ŐSz közgazdasági értékelése szempontjából releváns hazai kutatások	146
Összefoglaló megállapítások a rekreáció ŐSz közgazdasági értékelésére vonatkozóan	150
A közgazdasági értékelés korlátai a fenti esetekben	153
Hogyan illeszthetők be a közgazdasági értékelésbe az SZMCS-k inputjai?	155
A klímaszabályozás ökoszisztéma-szolgáltatás közgazdasági értékelésére vonatkozó javaslatok	156
Az ÜHG-egységérték meghatározása	156
Az ÜHG-egységérték meghatározása költségalapú számítások alapján	156
Az ÜHG-egységérték meghatározása káralapú számítások alapján.....	157
A számításokhoz használt ÜHG-egységértékek.....	158
A hazai ökoszisztémák által nyújtott klímaszabályozási szolgáltatás értéke	160
Az ökoszisztémák éves üvegházgáz-mérlegének értéke	160
A földhasználati változások értéke	161
Az erdők szénkészletének értéke	162
A talajok szénkészletének értéke	164

Az árvízi kockázat csökkentése ökoszisztéma-szolgáltatás közgazdasági értékelésére vonatkozó javaslatok.....	169
Az árvízi kockázatcsökkentés ökoszisztéma-szolgáltatás indikátora.....	169
Javaslat az ökoszisztéma-szolgáltatás elnevezésének módosítására – mit is értékelünk közgazdaságilag?	169
A helyettesítési költség alapján történő megközelítés	171
A helyettesítési költség alapjául szolgáló fajlagos értékek meghatározása	171
Az árvízi kockázat csökkentése ökoszisztéma-szolgáltatás értékének modellje a helyettesítési költségek alapján.....	178
Az árvízi kockázat csökkentése ökoszisztéma-szolgáltatás értékének kiszámítása a helyettesítési költségek alapján, a Zala vízgyűjtőterületére (dombvidéki ŐSz)	181
Az árvízi kockázat csökkentése ökoszisztéma-szolgáltatás értékének kiszámítása a helyettesítési költségek alapján a síkvidéki ŐSz esetére	187
Az árvízi kockázat csökkentése ökoszisztéma-szolgáltatás értékének modellje az elkerült károk, költségek alapján - Kármegelőzés alapú modell és számítás a Zala vízgyűjtőjére	189
A módszerrel összefüggő általános megállapítások.....	189
A módszertan lépéseinek, feltételezéseinek leírása	191
A potenciálisan veszélyeztetett vízfolyások a Zala vízgyűjtőjén	193
Az elöntés által veszélyeztetett vagyonérték és becsült kár	195
A potenciális károk és a kedvezőtlen területhasználatokkal való kapcsolat.....	198
Lefolyás-növelő hatás.....	200
Összefoglaló a kármegelőzésen alapuló számításokról	206
A biztosítási díjak, mint a fizetési hajlandóság valós megjelenési formájának alkalmazása az ökoszisztéma-szolgáltatások értékének modellezésére	208
A rekreáció ökoszisztéma-szolgáltatás közgazdasági értékelésére vonatkozó javaslatok.....	213
A Pilisre vonatkozó hazai kutatások alapján készült becslés.....	213
A használatvitel módszerével készült becslések.....	216
A használatvitel alkalmazásának alapjai	216
Használatvitel az egy főre eső éves rekreációs érték alapján	218
Használatvitel az egy látogatásra eső éves rekreációs érték alapján	219
A látogatások számának becslése hazai kutatások alapján.....	220
Az egy látogatásra jutó érték becslése a külföldi esetek alapján	222
A teljes rekreációs érték becslése	223
Felhasznált irodalom	225
Mellékletek.....	238
1. melléklet.....	238
2. melléklet.....	241
3. melléklet.....	253
4. melléklet.....	257

Rövid vezetői összefoglaló

A tanulmány célja három ökoszisztéma-szolgáltatás, a klímaszabályozás, az árvízi kockázat csökkentése és a rekreáció közgazdasági értékelésére modellek javaslata, a modellek alapján konkrét számítások végzése. A rövid összefoglalóban nem részletezzük a kutatás körülményeit, mélyebben a javasolt modelleket, csak érintjük ezeket (azok a „Vezetői összefoglalóban” megtalálhatók), alátámasztó érvként használva azokat az egyes modellek alkalmazhatóságának megítéléséhez, illetve annak megválaszolására, mit kezdhetünk az eredményekkel, illetve milyen üzenetek fogalmazhatók meg az Agrárminisztérium számára. Az összefoglaló hasonló szerkezetet mutat a teljes anyaghoz, vagyis a klímaszabályozás, az árvízi kockázat csökkentése és a rekreáció ökoszisztéma-szolgáltatások közgazdasági értékelése sorrendben tekinti át a válaszokat az előbbi kérdésekre.

A **klíma szabályozásához** (globális szinten) az ökoszisztémák azáltal járulnak hozzá, hogy üvegházhatású gázokat (ÜHG) képesek megkötni, illetve hosszú távon tárolni (a növényzetben és a talajban). A klímaszabályozás, mint ökoszisztéma szolgáltatás indikátora tehát az ökoszisztémák által megkötött/tárolt ÜHG mennyisége, amit tCO₂-egyenértékben szokás megadni. A közgazdasági értékelés fő feladata tehát ezen egységérték kiszámítása, amire két fő megközelítés jöhet szóba. Az első a klímaváltozás által okozott jövőbeli károk becsléséből vezeti le egy tonna CO₂-kibocsátás megelőzésének értékét. Az elkerülési költségek alapján történő számítás pedig abból indul ki, mekkora ráfordítás volna szükséges valamilyen előzetesen kitűzött klímacél eléréséhez. Mindkét számítási módszer jelentős bizonytalanságokkal terhelt, ezért a kapott becslések tartománya meglehetősen tág. Ennek ellenére több ország és nemzetközi szervezet használja az e módszerek segítségével kapott egységértékeket a klímapolitikai szempontból releváns döntések előkészítéséhez, vagy akár az ökoszisztéma-értékelésben is. Tanulmányunkban ezen értékekre (leginkább a német Umweltbundesamt hivatalos értékeire) alapoztuk becslésünket, melynek központi értéke a 2015-ös évre vonatkozóan 30000 Ft/tCO₂eqv (az ÜHG-egységértékek sajátossága, hogy az idő előrehaladtával az inflációt meghaladó mértékben emelkednek, ennek magyarázatát lásd alább a tanulmányban).

Az egyes ökoszisztémák által megkötött/tárolt ÜHG mennyiségére vonatkozó adatok alapján ezen egységértékek segítségével kiszámítható – mind egy hektárra, mind az ország egészére vonatkozóan – a klímaszabályozási szolgáltatás pénzbeli értéke. Az értéket két dimenzióban érdemes nézni: az éves megkötés/kibocsátás, illetve a hosszú távú tárolás vonatkozásában. Az éves megkötés értéke az erdők vonatkozásában pozitív, hektáronként kb. 115 ezer Ft-ot képvisel, míg a szántók esetében a műtrágyahasználathoz kapcsolódó kibocsátás miatt 120 ezer Ft körüli veszteséget jelent. Az éves szinten megkötött/kibocsátott ÜHG mennyiségnél sokszorta nagyobb az a szénmennyiség, amit az ökoszisztémák biomasszájukban, ill. a talajban tartósan tárolnak. E számoknak azonban a gyakorlatban leginkább akkor van jelentősége, ha egy földhasználati váltás miatt megváltozik a tárolt szénkészlet mennyisége. Eredményeinkből pl. megállapítható, hogy az erdőtelepítés hektáronként mintegy 20 ezer, a gyepesítés pedig 3 ezer Ft értéket termel évente (20 éven keresztül), míg más területek szántóvá alakítása 5 ezer Ft/ha veszteséget képez.

Mire használhatók az eredmények?

- Elsősorban annak kimutatására, hogy egyes ökoszisztémák (pl. erdők) megőrzése ill. bővítése a klímaszabályozáson keresztül mekkora gazdasági hasznot jelent az ország

számára (erdeink éves ÜHG megkötésének értéke számításaink alapján meghaladja a 200 milliárd Ft-ot). Ezen értékek ismerete fontos érvet jelent ezen ökoszisztémák megőrzésére, növelésére, illetve szerepet játszhat a területhasználattal kapcsolatos döntések meghozatalában.

- Számításaink a fent szerepeltetett néhány átlagértéken túlmenően részletesen is megmutatják az egyes élőhely-típusok (pl. különböző erdők, különféle mezőgazdasági művelési formák) közötti különbségeket, rávilágítva ezzel, hogy a klímaszabályozás szempontjából pontosan mely területhasználati típusokat érdemes előnyben részesíteni. A klímaszabályozási szolgáltatás pénzbeli értékének figyelembevétele rámutat egyes, gazdasági szempontból egyébként akár kevésbé előnyös területhasználati formák jelentőségére, hasznára.

Az **árvízi kockázatcsökkentés** ökoszisztéma-szolgáltatással kapcsolatban többféle eljárás jelenik meg a szakirodalomban, az ökoszisztéma-szolgáltatás azonban gyakran nem minden esetben esik egybe a NÖSZTÉP-ben választott árvízi kockázatcsökkentéssel, sokszor árvízvédelmi ŐSz-nek nevezik. A kettő között elvi különbség van, hiszen a kockázat szó maga is összetett, és bonyolult elöntési modellek használatát igényli. Ez komoly nehézséget okozott annak eldöntésében, vajon minnek is alakítjuk ki az értékét a konkrét modellek, számítások során. Két indikátort választottunk:

- Egy adott élőhely egy hektárja által megkötött (eső)víz mennyisége köbméterben
- A kárértékekben bekövetkező változás mértéke az ökoszisztéma-szolgáltatásnak köszönhetően, két alternatív helyzet esetére vonatkoztatva.

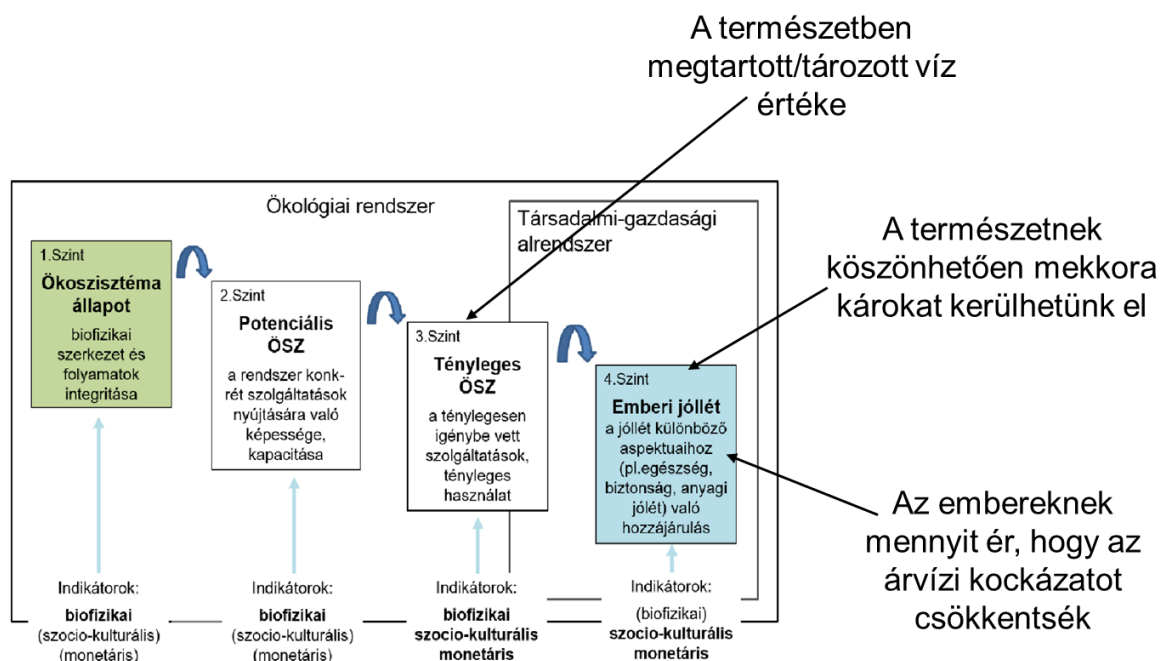
Az árvízi kockázat csökkentése ŐSz közzgazdasági értékelésére kétféle módszer alkalmazását javasoljuk (a négy áttekintettből):

- A helyettesítési költségek módszerét, amelynél valójában nem az árvízi kockázat csökkentésének értékét becsültük, hanem azt, hogy a természetben megkötött/tárolt víz mekkora értéket képvisel. Ehhez, magyar adatok alapján, meghatároztuk az 1 m³ víz tározásának értékét (a VTT eddigi tározóinak, valamint két, dombvidéki záportározónak a nyilvános adatai alapján), és ezt alkalmaztuk a Zala vízgyűjtője különböző élőhelyei által megtartott víz értékének számításához. Az eredmények éves szinten kb. 36 milliárd Ft-nyi hasznot jelentenek az erdők, gyepek, agrárterületek és vizes élőhelyek figyelembevételével. A módszer alkalmazható síkvidékre is, ott a felszínen, mélyebb területeken tárolható víz adja a kiindulópontot. A módszer viszonylag egyszerű.
- Az elkerült károk módszere segítségével a Zala vízgyűjtőjére készítettünk konkrét számításokat, két felvett elöntési helyzetre, 1 és 0,5 méteresre. Az eredmények azt mutatják, ha az elöntés mélységét csökkenteni lehet a vízgyűjtőn történő víz visszatartásával, az várhatóan 11 milliárd Ft összegű hasznot hoz. Ennek alapján azt javasoljuk, legfeljebb 11 milliárd Forint összeg értékében célszerű a vízgyűjtő vízmegtartó képességét intézkedésekkel növelni, amely ráfordításokat az elöntések előfordulási gyakoriság arányában célszerű felhasználni. Az eljárás bonyolultabb, szimulációt és helyi szintű adatokat igényel.

Az árvízi kockázat csökkentése ökoszisztéma-szolgáltatások közzgazdasági értékelésének eredményei jól mutatják, hogy a természet igen jelentős, milliárd Ft-ban mérhető hasznot

nyújt az emberek számára évente. A különböző értékelési módszerek egymástól eltérő eredményeket adnak, de azok nagyságrendjei többé-kevésbé hasonlóak. A Zala mintaterülete esetén a talajban és a növényzetben visszatartott víz mennyisége tízmilliárdos éves összeget (hasznot) ad, míg az elkerült károk eljárása tíz milliárd körül (az eltérést elsősorban az adja, hogy a mesterséges megoldások, tározók építése rendkívül költséges, így az abból kalkulált egységértékek is magasak lesznek). Mindkét módszernek vannak előnyei és hátrányai is. Azt, hogy melyiket érdemes más területekre alkalmazni, attól függ, milyen adatok és erőforrások állnak rendelkezésre. A helyettesítési költségekre épülő esetén, amikor a víz növényzetben és talajban történő visszatartásának értékét becsüljük, tudnunk kell, hogy a vizsgált területen mekkorák az élőhelyek ezen képességei. Az eredmények csak durva becslésnek tekinthetők. Az elkerült kárra építők már sokkal pontosabb eredményeket adnak, ugyanakkor az eredmények kiszámítása előtési modellezést és az adott területre jellemző vagyonelemek egzakt ismeretét igényli, így sokkal bonyolultabb, erőforrásigényesebb. A síkvidéki ÖSz értékelésére is alkalmasak a javasolt eljárások, a víz visszatartására építő azonban már a felszíni tározás figyelembevételével.

Amennyiben az eredményeket a kaszkád-modellben is meg kívánjuk jeleníteni, az alábbi következtetésre jutunk (ahogy az az alábbi ábrán is látható): (1) a természet víztározó képessége a tényleges használatra, a 3. szintre vonatkoztatható; (2) az elkerült károk módszere – véleményünk szerint – már a jólléttel, tehát a 4. szinttel hozható kapcsolatba [(3) amennyiben megvizsgálánk, ahogy ezt az anyagban tettük, itt viszont nem részletezzük, hogy a biztosítási díjakon keresztül mennyit hajlandóak az emberek fizetni az árvízi károk csökkentése érdekében, az szintén a jóllét szintjéhez tartozna].



Mire használhatók az eredmények?

- Elsősorban a dombvidéki vízmegtartási képesség közgazdasági értékelésére alkalmasak a javasolt modellek, ez azonban nem azt jelenti, hogy a síkvidéki használatuk elvetendő. A síkvidéki vízvisszatartás a növényzetben és a talajban igen csekély mértékben képes az árvízi kockázatot csökkenteni, ezért ott a felszíni tározás

(pl. mélyárterekben) lehetőségét értékelhetjük. Első közelítésben ezt az egyszerű értékelést javasoljuk más területekre is.

- A kármegelőzési képesség pénzbeli becslése igen hasznos annak eldöntésében, mekkora beruházást lehet és érdemes a „természetes árvíz kockázat csökkentő képesség” növelésébe investálni egy adott területen.
- Mindkét módszerrel hipotetikus tájhasználatváltási esetekben is készíthetők becslések a teljes éves hasznok változására koncentrálna, ahogy ezt a Zala vízgyűjtőjére megtettük a helyettesítési költségek módszerével. Ha például ezen a mintaterületen az összes agrárterületet erdővé alakítanánk, az a hasznok éves mértékét kb. 290 millió Ft-tal emelné meg, amely még 1%-os haszonnövekedést sem jelentene (és az összes alternatív helyzet között ez adta a legmagasabb értéket). Ez az eredmény abból adódik, hogy a Zala vízgyűjtőjén a két élőhelytípus vízmegtartási képessége nem tér el egymástól jelentős mértékben.
- Kiindulási alapot adhatnak egy költség-haszon elemzéshez, amelyben további tételeket (pl. a síkvidéki területen kifizetett kártérítések összegeit a véstározók előntése során) vehetünk számba, akár a haszontételek bővebb körét is előtérbe helyezve (pl. aszályveszély csökkentése).

Az eredmények fő üzenete, hogy a természet jelentős szerepet játszik már a jelenlegi helyzetben is a csapadékvíz megfogásában, de viszonylag kis beruházással ez tovább növelhető, a jelenlegi konkrét számítások alapján a dombvidéken, a síkvidéken is, ott azonban további, részletesebb számításokra lenne szükség. Mindkét területen, ezen képesség javításával további haszonelemek is megjelennek vagy erősödnek: pl. a belvízzel okozott károk nagysága, az aszály veszélyének csökkenése.

A **rekreáció**, mint ökoszisztéma-szolgáltatás értékelését a Kulturális SzMCs döntése alapján a hazai erdőkre vonatkozóan, a természetjárást, gyalogos kirándulást, mint rekreációs tevékenységet alapul véve végeztük el. Egy adott terület, vagy a teljes ország vonatkozásában a rekreációs érték kiszámításához az egy látogatásra jutó érték, illetve a látogatások számának ismeretére van szükség.

A rekreációs ökoszisztéma szolgáltatás közgazdasági értékelésére a szakirodalomban leggyakrabban az utazási költség módszert alkalmazzák. A módszer alap elgondolása, hogy egy adott területen végzett rekreációs tevékenység értéke legalább akkora, mint amennyit a területet felkereső látogatók hajlandók költségként a terület felkeresésére fordítani. Ez magában foglalja a területre való eljutás költségét, illetve az ott esetlegesen felmerülő egyéb költségeket (pl. belépődíj, szállás). Emellett gyakran költségként veszik figyelembe az utazással, illetve a területen eltöltött időt is.

A hazai erdők látogatóiról egyetlen helyen készült olyan részletességű felmérés, melynek alapján a látogatók számára és az utazási költségekre egyaránt következtetni lehet, mégpedig a Pilisi Bioszféra Rezervátum területén, ahol számításaink szerint a gyalogos természetjárók részére nyújtott rekreációs ökoszisztéma szolgáltatás becsült éves értéke 3-3,7 milliárd forint körül van. A Pilisre számolt egységértékek ugyanakkor nem általánosíthatóak az ország egész területére (mivel az erdei kirándulások/séták túlnyomó része az emberek lakóhelyéhez közeli erdőkre irányul, ahol az utazási költség és így az egy látogatásra jutó érték jóval alacsonyabb). Erre vonatkozóan ezért a külföldi szakirodalomban kerestünk adaptálható átlagértékeket, az

erdőket látogatók országos számának becsléséhez pedig a Magyar Turisztikai Ügynökség felméréseit, illetve a Pilisi Parkerdő adatait használtuk fel. Számításaink alapján a hazai erdők által nyújtott rekreációs ökoszisztéma szolgáltatás pénzbeli értéke (a gyalogos természetjárás vonatkozásában) összesen évi 30-50 milliárd Ft körülre tehető.

Mire használhatók az eredmények?

- Eredményeink jól mutatják az erdők kiemelt szerepét a hazai lakosság rekreációja szempontjából. A becslés egy olyan ökoszisztéma-szolgáltatás jelentőségére világít rá, amelynek piaci értéke nincs (hiszen magáért a szolgáltatás igénybevételéért, az erdőbe való belépésért nem kell fizetni), ám az a tény, hogy az emberek az utazásra milyen jelentős mennyiségű időt és pénzt hajlandóak áldozni, megmutatja, hogy fontos és megőrzendő szolgáltatásról van szó.
- Az egyes erdőterületek kirándulókra gyakorolt vonzereje, és így rekreációs értéke jelentősen eltér. A rendelkezésünkre álló adatok alapján helyspecifikus értéket egyedül a Pilisi Bioszféra Rezervátum területére tudtunk becsülni, az ország más területeire vonatkozóan sajnos nem, ezért az eredmények (ellentétben pl. a klímaszabályozási szolgáltatásra számolt hektár szintű értékekkel) konkrét területek kezelésére vonatkozó döntések támogatására kevésbé alkalmasak.

Vezetői összefoglaló

A NÖSZTÉP-projekt keretein belül az egyik lényeges feladat az ökoszisztéma-szolgáltatások közgazdasági, pénzbeli értékelésének kísérlete. Jelen tanulmány ennek a munkának az eredményeit tartalmazza, építve az érintett SzMCs-kben végzett előzetes munkákra, valamint véleményükre, amelyet az anyag 1.0-ás változatának (2019 július) megismerése után tettek.

A pénzbeli értékelésre három ökoszisztéma-szolgáltatás került kiválasztásra egy szakértői prioritizálási folyamat során, amelyet Kovács Eszter, Kiss Márton és Marjainé Szerényi Zsuzsanna hajtottak végre 2017 őszén. A NÖSZTÉP-projektben szereplő tizenhárom ökoszisztéma-szolgáltatást négyféle szempont szerint, 1-5 közötti skálán pontoztuk (1 – legjobb/legegyszerűbb, 5 - legkevésbé megfogható/legbonyolultabb), mely szempontok a következők voltak:

- a közgazdasági értékelés relevanciája (miért fontos)
- az alkalmazható módszerek alkalmazásának nehézsége
- a szükséges adatokhoz való hozzáférés lehetősége, mennyisége, nehézsége
- egyéb mérlegelendő szempontok (pl. jóléti dimenziókhöz való kapcsolás lehetősége).

Az egyes szempontokra kapott szakértői pontértékek összegzése után azt a hármat választottuk ki, melyek a legkisebb összértéket kapták, vagyis a legalkalmasabbak voltak a közgazdasági értékelésre, és nem értékelhetők piaci árral (az agrár-termékek és a tenyésztett állatok ÖSz-ek is 1-est kaptak, ott viszont léteznek piaci árak, a közgazdasági értékelés nem piaci módszerekkel történő értékelése nem releváns).

A fentiek alapján a lehetséges tizenhárom ÖSz közül hármat választottunk:

- a globális klímaszabályozást,
- az árvízi kockázat csökkentését, valamint
- a rekreáció értékelését.

Az eredeti elképzelés szerint négyféle élőhely-típusra vonatkozott volna a munka, az erdőkre, a vizes élőhelyekre, a gyepekre és legelőkre, valamint a szántóföldekre. A munka konkretizálása során azonban ezt (több esetben) elvetettük, tekintettel arra, hogy az ökoszisztéma-szolgáltatások (1) közgazdasági értékelése és térképezése gyerekcipőben jár, (2) feltételezésünk szerint a különböző élőhely-típusok ökoszisztéma-szolgáltatásainak értékelésében hasonló módszertanok alkalmazhatók, vagyis maguk az ÖSz-ek, és nem az élőhely-típusok a döntőek a megkülönböztetésben. Természetesen, az egyes élőhely-típusok eltérő mértékben képesek a fenti ÖSz-ek szolgáltatására, ezt azonban elsősorban természettudományos megfontolások alapján kidolgozott módosító tényezőkkel vehetjük figyelembe.

Munkánk során a következő logika mentén dolgoztunk:

- A szakirodalom feltárása: áttekintettük az EU egyes tagállamaira vonatkozó, a NÖSZTÉP-hez hasonló eseteket, illetve globális szinten kerestük a fenti három ökoszisztéma-szolgáltatásra a közgazdasági értékelési eseteket, függetlenül annak helyétől. Ez utóbbit az indokolja, hogy globálisan is viszonylag kevés azon cikkek száma, amelyek konkrétan a három ÖSz pénzbeli értékelésére vonatkoznak, ötleteket azonban adhatnak magának az értéknek a meghatározásához, továbbá a módszertannak a kidolgozásához.

- Mindhárom ökoszisztéma-szolgáltatásra vonatkozóan, mintegy a nemzetközi és hazai esetek tapasztalatainak szintetizálásaként, bemutattuk az adott ÖSz pénzbeli értékelésre használt módszereket, valamint az azokkal kapcsolatban felmerülő, gyakran eldöntendő kérdéseket.
- A közgazdasági értékelések korlátainak feltárása: itt általánosságban gyűjtjük össze a pénzbeli értékelés veszélyeit, problémáit.
- A három ökoszisztéma-szolgáltatás esetén külön-külön javaslatot vagy javaslatokat teszünk az alkalmazható modellekre, kitérve azok előnyeire, hátrányaira is.
- A modellek alapján számításokat végzünk, amennyiben releváns, mintaterületre vonatkozóan.

Az alprojekt első szakaszában, 2019 június végéig az első három pont kidolgozása történt meg. A 2019 július és 2020 januárja közötti időszakban következett a modellek megalkotása. Az SzMCs tagjaival a nemzetközi és hazai tapasztalatokat megismertettük, áttekintettük az általuk ismert adatokat, valamint arra is hangsúlyt helyeztünk, milyen speciális szempontok merülhetnek fel a közgazdasági értékek becslése során. A 2019 augusztus végére elkészült, a 3. kaszkád-szinthez tartozó modelljeikre építettünk a munka további szakaszában.

A tanulmány előzményének tekinthető a 2018 januárjára elkészült anyag, amely módszertani útmutatót adott a pénzbeli értékeléshez is (Marjainé Szerényi et al., 2018).

A tanulmányban először az ökoszisztéma-szolgáltatások pénzbeli értékelési módszereit tekintjük át röviden, kifejezetten a három megcélzott ÖSz-szel összefüggésben. A közgazdasági értékelési esetek bemutatására egy fejezetben belül, de annak alfejezeteit képezve került sor, amelyek végén szintetizáltuk a nemzetközi és hazai tapasztalatokat, problémákat, valamint feltártuk azokat a kérdéseket, amelyek megválaszolása az értékelési modellek megalkotásához szükségesek. Ezután külön-külön, a klímaszabályozási, az árvízi kockázatcsökkentés, valamint a rekreáció közgazdasági értékelésére javasolt modelleket mutatjuk be, végül a modellekkel készített számításokat részletezzük és tekintjük át vagy országosan, vagy egy-egy mintaterületre vonatkozóan.

A következőkben ökoszisztéma-szolgáltatások szerint foglaljuk össze a legfontosabb eredményeinket.

Klímaszabályozás ÖSz

A klíma szabályozásához (globális szinten) az ökoszisztémák azáltal járulnak hozzá, hogy üvegházhatású gázokat (ÜHG) képesek megkötni, illetve hosszú távon tárolni (a növényzetben és a talajban). A klímaszabályozás mint ökoszisztéma szolgáltatás esetében ezért kézenfekvő, hogy az adott terület ÜHG-megkötő képességét vegyük az értékelés alapjául. Természettudományos szempontból tehát az a kérdés, mennyi üvegházhatású gáz megkötésére/tárolására képes egy adott ökoszisztéma (illetve mennyi kerül a légkörbe abban az esetben, ha a terület degradálódik, vagy más használat alá kerül) – ezeket az adatokat a klíma-energia SzMCs szakértői a rendelkezésünkre bocsátották. Közgazdasági oldalról pedig arra kell választ adni, **mekkora értéket tulajdonítunk egységnyi üvegházhatású gáz megkötésének – ezt általában CO₂-egyenértékre átszámolva, egy tonnára vetítve adják**

meg¹ Ez a szolgáltatás tehát egy egyszerű, egységes mérőszám segítségével értékelhető, e mérőszám értékének megállapítása azonban igen összetett és nehéz feladat.

Az 1 tonna CO₂eqv pénzbeli értékének meghatározására több módszer is szóba jöhet. Noha a CO₂-nak bizonyos kontextusban létezik valós piaci ára – pl. az EU CO₂-kvótakereskedelmi rendszerében érvényes ár – mégsem ezt használtuk (mint ahogy jellemzően más országokban sem ezt használják a NÖSZTÉP-hez hasonló kontextusban), mivel az ilyen piaci árak rendkívül erősen ingadoznak, mértékük leginkább az aktuális szabályozás részleteitől függ, és így nem fejezik ki megfelelően az éghajlatszabályozás társadalmi hasznát. Helyette két másik módszer jön szóba, amit más országok, ill. intézmények (pl. OECD, Világbank) is alkalmaznak: az okozott károk, illetve az elkerülési költségek alapján történő számítás. Az első megközelítés a klímaváltozás által okozott jövőbeli károk becsléséből vezeti le egy tonna CO₂-kibocsátás megelőzésének értékét. Az elkerülési költségek alapján történő számítás pedig abból indul ki, mekkora ráfordítás volna szükséges valamilyen előzetesen kitűzött klímacél eléréséhez.

A **káralapú megközelítés** alapfeltevése, hogy 1 tonna ÜHG megkötésének, tárolásának értéke megegyezik azzal a kárral, amelyet ugyanez az 1 tonna ÜHG a klímaváltozás révén a jövőben okozna. Ehhez először összességében kell megbecsülni a klímaváltozás révén várható károkat, majd ebből „visszaosztva” megállapítani az egységnyi ÜHG-kibocsátáshoz tartozó kár nagyságát. A módszer rendkívül sok bizonytalansággal terhelt, mivel a számításokhoz becsülni kell, hogy a jövőben hogyan fejlődik a gazdaság és a technológia, ennek hatására hogyan alakul az ÜHG kibocsátás, ennek hatására hogyan változik a hőmérséklet és mindez (globálisan) milyen károkat eredményez (ez utóbbi persze függ az alkalmazkodás érdekében tett erőfeszítésektől is). Mindezek modellezése mellett az értékek kiszámításához szükség van néhány etikai természetű döntés meghozatalára is, melyek nagyban befolyásolják a kapott eredményeket - az egyik a diszkontráta megválasztása, vagyis, hogy a jövőbeli kárnak a jelenben milyen értéket tulajdonítunk; a másik pedig a földrajzi súlyozás kérdése (vagyis, hogy kisebb vagy azonos pénzbeli értéket tulajdonítunk-e egy adott káreseménynek, ha az a világ szegényebb régióiban következik be).

Az ÜHG- kibocsátások társadalmi költségének becslésére több modell is létezik, közülük a legismertebb a DICE, a FUND és a PAGE modell (ezek elsődleges célja, hogy segítsenek eldönteni, hogy a jövőbeli klímakárok elkerülése érdekében milyen mértékű költségeket érdemes a jelenben vállalni). E modelleket felhasználva a bemeneti paraméterek (pl. kibocsátási forgatókönyv, diszkontráta) megváltoztatásával több becslés is készíthető az ÜHG kibocsátások egységértékére vonatkozóan - ezekre alapozza hivatalos ÜHG-értékeit pl. az USA, ill. felhasználja a német szövetségi környezetvédelmi ügynökség (Umweltbundesamt) többek között az ökoszisztémák által nyújtott klímaszabályozási szolgáltatás értékelésére. Hozzá kell tenni ugyanakkor, hogy a különböző paraméterekkel kapott becslések rendkívül erőteljesen szórnak, főleg a tartomány felső határát (a legpesszimistább klímaforgatókönyvekhez tartozó károkat) illetően nagy a bizonytalanság.

¹ A különböző üvegházhatású gázok esetében ismert, hogy egységnyi mennyiségük milyen mértékben járul hozzá az üvegházhatáshoz – ezt fejezi ki az üvegház-potenciál, melynek értéke a CO₂ esetében 1, a többi ÜHG esetében pedig a CO₂-hoz viszonyítva adják meg. Ennek segítségével lehetséges az egyes ÜHG-k mennyiségét CO₂-egyenértékre átszámítva „közös nevezőre hozni” – pl. egy tonna CH₄ kb. 20x annyi üvegházhatást okoz, mint azonos mennyiségű CO₂, így CO₂-egyenértéken kifejezett mennyisége 20t.

Az **elkerülési költségek** alapján történő számítás ezzel szemben abból indul ki, mekkora ráfordítás volna szükséges a klímaváltozás megfékezéséhez, illetve konkrétan valamilyen előzetesen kitűzött klímacél eléréséhez. (Leggyakrabban a Párizsi Egyezmény által kitűzött célt szokás alapul venni, hogy a globális hőmérséklet-emelkedés mértéke ne haladja meg a 2°C-ot – az újabban preferált 1,5°C-os klímacélhoz ugyanakkor jóval magasabb elhárítási költségek tartoznak.) Ha a klímacél adott, akkor minél több ÜHG-t kötnek meg az ökoszisztémák, annál kevesebbet kell más módon elhárítani ennek tartásához, és ezzel a megtakarítással fejezzük ki az ökoszisztéma-szolgáltatás értékét.

Az elkerülési költségek kiszámításához első lépésként meg kell határozni az elhárítás szükséges mértékét, ami a kibocsátások beavatkozás nélkül várható alakulása (a „business as usual” forgatókönyv) és a klímacélok által megkövetelt kibocsátás-csökkentési pálya közötti eltérésből adódik. Ha tudjuk, hogy mennyi ÜHG kibocsátás elhárítására van szükség, ebből a különféle elhárítási technológiák (pl. megújuló energiaforrások, épületek szigetelése stb.) költségeinek ismeretében meghatározható az a CO₂-ár, melynek bevezetése esetén a gazdasági szereplők elvégeznék a szükséges mértékű kibocsátáscsökkentő beruházásokat. Ezt az egységárat használjuk aztán az ökoszisztémák által megkötött ÜHG értékének kiszámításához. Ezt a módszert használja például az Egyesült Királyság, Németország, illetve a Világbank is az ÜHG-kibocsátás “egységárának” meghatározására.

A költségalapú becsléseket szintén számos bizonytalanság terheli (itt is feltételezéseket kell ugyanis tenni a gazdaság, illetve a technológia jövőbeli fejlődésével kapcsolatban), ezek azonban nagyságrendileg kisebbek, mint a káralapú módszertan esetében. A kibocsátás-csökkentés tényleges társadalmi hasznát ugyanakkor jobban kifejezi a klímakáron alapuló megközelítés, ezért (hasonlóan a német Umweltbundesamt-hoz) mindkét módszerrel kapott becsléseket felhasználtuk az értékelésben. A központi becslést a költség alapú módszertanra alapoztuk (a német értékek átvételével), de ezt kiegészítve, a káralapú módszertannal készült becslésekre támaszkodva meghatároztunk egy alsó és felső értéket is (hozzá kell tenni ugyanakkor, hogy a becslések olykor extrém magasságokat elérő legfelső 5%-át a felső érték sem tükrözi). Ezeket mutatja az 1. táblázat.

1. táblázat A klímaszabályozás ökoszisztéma-szolgáltatás gazdasági értékének számításához használt egységértékek (2015-ös Ft értéken)

	alsó érték (Ft/tCO ₂ eqv)	középső érték (Ft/tCO ₂ eqv)	felső érték (Ft/tCO ₂ eqv)
2015	15000	30000	45000
2020	17000	35000	52000
2030	23000	47000	70000

A külföldi értékek átvételénél az árfolyam-átváltás mellett minden esetben elvégeztünk egy időbeli korrekciót (az ÜHG-egységértékek sajátossága mindkét módszertan esetében, hogy az idő előrehaladtával az inflációt meghaladó mértékben emelkednek, mivel egyrészt a klímaváltozás folyamatának előrehaladtával az újabb kibocsátások által okozott kár egyre magasabb, másrészt az olcsóbb elhárítási technológiák potenciáljának kimerítésével az elhárítási költségek is emelkednek.) Ugyanakkor, mivel mind a klímakárokra, mind az elhárítási költségekre vonatkozó becslések alapvetően globális jellegűek, nem kötődnek egy-egy országhoz, ezért egyéb korrekcióra nincs szükség azok hazai alkalmazásához.

A fent megállapított egységértékekkel a klíma és energia SzMCs szakértőinek (Koncz Péter, Horváth László, Kottek Péter, Kröel-Dulay György, Weidinger Tamás, Ács Ferenc) javaslata alapján, az általuk biztosított adatok segítségével négy vonatkozásban számoltuk ki a hazai ökoszisztémák által nyújtott klímaszabályozási szolgáltatás értékét. Ezek a következők:

- Az ökoszisztémák éves üvegházgáz-mérlegének értéke
- A földhasználati változások értéke
- Az erdők szénkészletének értéke
- A talajok szénkészletének értéke

Az éves **üvegházgáz-mérleg** egy adott ökoszisztéma (élőhely) által egy év során megkötött, illetve kibocsátott üvegházhatású gáz összmenyisége közötti különbséget fejezi ki. (Ebben az esetben a nettó megkötés jelenti a kedvező, pozitív értékkel bíró szolgáltatást, ezért ezt fejezzük ki pozitív előjellel, míg a nettó kibocsátó területek esetében negatív értéket, kárt kapunk.) Az eredmények a 2. táblázatban láthatók.

2. táblázat A hazai ökoszisztémák becsült nettó üvegházgáz-mérlege és ennek becsült gazdasági értéke (2015-ös Ft értéken)

Élőhely	Nettó üvegházgáz-mérleg (tCO ₂ eqv /ha/év)	Egy hektárra vonatkoztatott érték (Ft/ha/év)			Terület (ha)	Országos érték (milliárd Ft/év)		
		alsó érték	közép-érték	felső érték		alsó érték	közép-érték	felső érték
Erdők	3,82	57310	114620	171930	1 832 600	105,03	210,05	315,08
Gyeppek	-0,36	-5379	-10758	-16137	1 027 700	-5,53	-11,06	-16,58
Szántók	-4,06	-60830	-121660	-182490	4 500 700	-273,78	-547,56	-821,33
Összesen	-1,58	-23676	-47352	-71028	7 361 000	-174,28	-348,56	-522,84

Látható, hogy – noha eredetileg minden ökoszisztéma nettó szénfelvételt mutatott – de a laterális szén-transzferek (kitermelt fa, lekaszált széna, elvitt takarmány stb.) és a trágyázással összefüggő N₂O, illetve CH₄ kibocsátás miatt több ökoszisztéma nettó ÜHG kibocsátóvá fordult át. Az **erdők** továbbra is nettó üvegházgáz megkötéssel bírtak (3,8 tCO₂eqv/ha/év, melynek értéke (középtéteken számolva) **114 620 Ft/ha/év**, az ország teljes erdőterületére vonatkoztatva pedig az éghajlat-szabályozási ökoszisztéma-szolgáltatás értéke **évente 210 milliárd forintot képvisel**. A **szántók** azonban jelentős nettó üvegházgáz-kibocsátással bírtak elsősorban a N₂O figyelembevétel miatt. Ez a kibocsátás országosan **kb. 550 milliárd Ft veszteséget** termel évente.

A **földhasználati változások** (erdősítés, gyepesítés, szántó létesítés) során jelentős mennyiségű üvegházgáz kerülhet a légkörbe, vagy ellenkezőleg, kerülhet megkötésre, ezért e változások gazdasági értékét is érdemes számszerűsíteni. Itt ismét a nettó ÜHG megkötés jelenti a pozitív, a kibocsátás pedig a negatív értéket. A számításokat a 52. táblázat tartalmazza.

3. táblázat A földhasználati változásokból származó ÜHG megkötés/kibocsátás gazdasági értéke

	A változás ÜHG mérége egy hektárra (tCO ₂ eqv /ha/év)	A változás értéke egy hektárra (Ft/ha/év)			Érintett terület a teljes országra vetítve (2014-ről 2015-re, ha)	A változás összértéke a teljes országra vetítve (2014-ről 2015-re, millió Ft/év)		
		alsó értéken	közép-értéken	felső értéken		alsó értéken	közép-értéken	felső értéken
Erdőtelepítés	0,68	10165	20330	30495	144390	1 467,7	2 935,5	4 403,2
Gyepesítés	0,10	1540	3081	4621	94 951	146,3	292,5	438,8
Szántó létrehozása	-0,17	-2609	-5218	-7827	87 966	-229,5	-459,0	-688,5

Látható, hogy a földhasználat-változások közül az erdőtelepítés és a gyepesítés nettó ÜHG megkötéssel és így pozitív gazdasági értékkel jár, a szántók létrehozása viszont a keletkező kibocsátások miatt veszteséget eredményez. A 2014-ről 2015-re lezajlott tényleges földhasználati változásokra kiszámoltuk a teljes gazdasági értéket, azonban itt talán érdekesebb az egy hektárra vetített értékek alakulása, ez ugyanis a jövőre nézve is megmutatja, hogy egységnyi területet érintő földhasználat-váltás révén mekkora nyereséggel, illetve veszteséggel kell számolni a klímaszabályozás-ökoszisztéma szolgáltatást illetően. (Természetesen az egységértékek fent bemutatott növekedése miatt az értékek idővel nőnek.)

Látható, hogy egy évre vonatkoztatva az **erdőtelepítés során** egy hektáron 0,68 tCO₂-egyenérték az üvegházgáz megkötés, amelynek értéke az éghajlat-szabályozást tekintve **20330 Ft/ha/év**. **Gyep**ek esetében 0,1 t/ha CO₂ egyenérték az üvegházgáz megkötés, amelynek értéke **3081 Ft/ha/év**. **Szántók** esetében a talajok szenet vesztenek a megnövekedett talajlégzés miatt, így hektáronként 0,17 CO₂eqv-nak megfelelő ÜHG szabadul fel, ezáltal **5218 Ft/ha/év veszteség** keletkezik. Hozzá kell tenni, hogy ezek az értékek egy évre vonatkoznak, egy földhasználati változás (pl. erdőtelepítés) miatt bekövetkező ÜHG-megkötés vagy kibocsátás azonban nyilván hosszabb távon jelentkezik, így egy-egy változás teljes értékének megragadásához több évet, vagy akár évtizedet kellene összegeznünk (a fenti táblázatban szereplő számítások alapjául szolgáló módszertan 20 éves időszakot vesz alapul).

Az **erdők, illetve a talajok szénkészlete** az ezen ökoszisztémák által tartósan tárolt szén mennyiségét mutatja meg – e szénkészlet mennyisége természetesen jóval nagyobb, mint az éves szinten elnyelt vagy kibocsátott mennyiség, így a pénzbeli értékek is nagyságrendekkel magasabbak lesznek. Ezeket az értékeket 27 féle erdő- kategóriára, a talajok esetében pedig 47 élőhely típusra vonatkozóan számítottuk ki (a részletes eredményeket itt terjedelmi okokból nem mutatjuk be). Ezek között jelentős különbség van az egy hektáron tárolt szénkészlet nagyságát illetően – az erdők közül pl. a bükkösök, cseresek, tölgyesek mind biomasszájukban, mind talajukban jelentős mennyiségű szenet raktároznak, míg a gyors vágásfordulójú faültetvények (pl. akác, nemesnyár) értéke ebből a szempontból kisebb. A hazai erdők biomasszájának szénkészlet-tárolása, mint éghajlatszabályozási ökoszisztéma-szolgáltatás **teljes pénzbeli értéke mintegy 13 513 milliárd Ft**, míg a talajok esetében a **teljes pénzbeli érték mintegy 48 665 milliárd Ft**.

Árvízi kockázat csökkentése ÖSz

Az árvízi kockázatcsökkentés ökoszisztéma-szolgáltatással kapcsolatban számos szakirodalmi forrás mutatja be a pénzbeli értékelési lehetőségeket, maga az ökoszisztéma-szolgáltatás azonban gyakran nem esik egybe a NÖSZTÉP-ben választott árvízi kockázatcsökkentéssel, sokszor árvízvédelmi ÖSz-nek nevezik. A kettő között lényegi, elvi különbség is van, hiszen a kockázat szó maga is összetett, és bonyolult elöntési modellek használatát igényli. Ez komoly nehézséget okozott annak eldöntésében, vajon minek is alakítjuk ki az értékét a konkrét modellek, számítások során. Két indikátort választottunk:

- Egy adott élőhely egy hektárja által megkötött (eső)víz mennyisége köbméterben
- A kárértékekben bekövetkező változás mértéke az ökoszisztéma-szolgáltatásnak köszönhetően, két alternatív helyzet esetére vonatkoztatva.

A szakirodalomban több példát is kapunk arra vonatkozóan, milyen károk számbavétele lehetséges elméleti síkon: a háztartásokban (ingatlanok, ingóságok), a nem háztartási ingatlanokban, a mezőgazdasági művelés alatt álló területeken, a különböző infrastruktúrákban (közúti, vasúti stb.), a turisztikai látványosságokban bekövetkező károk (pl. Penning-Roswell et al., 2010, Merz et al., 2010, Brémond et al., 2013). A fizetési hajlandóság vizsgálatok között további, az emberek jóllétét befolyásoló tényezőkkel kapcsolatban készültek felmérések: például az ivóvízszolgáltatás bizonytalansága (Spegel, 2017 – Egyesült Királyság; Owusu et al., 2015 - Skócia), a folyóvíz melletti területek természetességének növelése az árvízi kockázat csökkentése érdekében (pl. Brouwer et al., 2016; magyarországi, ausztriai és romániai helyszínekkel), az árvíz mértékének ingatlanárakra gyakorolt hatását különböző árvízvédelmi megoldások esetén (Beltrán et al., 2018), az árvizek okozta intangibilis (kézzel nem fogható) (elkerült) károkra (stressz, egészségügyi hatások) (Joseph et al., 2015), gátak építésével kapcsolatban (Brouwer et al., 2009). A cikkekben további, értékelhető tételekre találunk utalásokat: a bekövetkezett árvíz utáni tisztítási, helyreállítási költségek, kitelepítési költségek (Bouwer et al., 2014), az árvízzel érkező szennyezett víz miatti károk.

A módszereket illetően három nagy csoportot különíthetünk el:

- A helyettesítési költségek alapján annak becslése, mennyibe kerül egy köbméter víz megtartása az árvízvédelmi intézkedések beruházási, fenntartási költségeinek figyelembevételével (pl. Ninan és Inoue, 2013; Matczak et al., 2019; Pinke, 2012; Pinke et al., 2017).
- A ténylegesen vagy hipotetikusán bekövetkező károk számítása, vagy a károk különbségeinek képzése, amely csoport jelentős adatigénnyel és modellezési munkával párosul (pl. Foudi et al., 2015; Hirschfeldt és Dehnhardt, 2018; Watson et al., 2016; de Krok és Grossmann, 2010, garrote et al., 2016 – ez utóbbi a villámárvizekre vonatkozó kevés példák egyike).
- A környezegazdaságtanban kinyilvánított (pl. hedonikus ármódszer) és feltárt preferencia módszereknek (feltételes értékelés, feltételes választás) nevezett eljárások segítségével, amelyekkel közvetlenül az emberek fizetési hajlandóságát mérjük egy adott programmal, helyzettel kapcsolatban (a forrásokat lásd feljebb). Az előbbinél ténylegesen, az ingatlanpiacon kifizetett árakon keresztül, az utóbbiaknál csak

hipotetikus változásokkal összefüggésben. Általában ezek az eredmények képezik az ún. haszonátvitel módszerének alkalmazásához szolgáló alapértékeket.

A továbbiakban az általunk javasolt modelleket részletezzük.

A helyettesítési költségek módszere

1. A fajlagos érték kialakítása

Erre az eljárásra építve **először az 1 m³ víz tározásának értékét számítottuk**. Ehhez felhasználtuk Pinke (2012), Pinke és szerzőtársainak, Balogh (2009), valamint Ninan és Inoue (2013) munkáit. Összességében mindannyian azt számolják, hogy a már megépített vízvisszatartási lehetőségek (gát, vésztározó) költségei alapján milyen fajlagos értékeket kapunk. Pinke (2012; et al., 2017) a Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztése során elkészült 4, majd 6 vésztározó költségei alapján becsült egységértékeket. Annak érdekében, hogy a síkvidéki tározók alapján kialakuló fajlagosokat ellenőrizhessük, két további, dombvidéken épített megoldásegysétes (Záportározó építési program – Vas és Zala megye; Záportározók építése a Baranya csatorna vízgyűjtőjén) költségei alapján is kalkulációkat végeztünk, mégpedig Ninan és Inoue (2013) annuitás-számítása alapján (ez azt feltételezi, hogy a beruházási és fenntartási költségek minden évben azonos értékkel jelentkeznek a mesterséges művek élettartama alatt). A számításaink során több egyszerűsítő feltételezést tettünk:

- A teljes beruházási költséget vesszük alapul egy-egy konkrét eset kapcsán, akkor is, ha annak műszaki leírásában egyéb kiegészítő beruházási elemek is helyet kaptak (vagyis úgy tekintjük, hogy az összes költség magának a víz megtartásának, illetve az árvízi kockázat csökkentésének az érdekében került felhasználásra) (az eredményeket felfelé torzíthatja).
- A fenntartási költségektől eltekintünk (ennek összege éves szinten viszonylag alacsony, 2-3% körüli érték lehet²) (a költségek lefelé torzítása).
- Az egyes beruházásoknak számos egyéb haszna is lehet, amelyeket figyelmen kívül hagyjuk az árvíz csökkentése ÖSz beárazása során (az eredményeket felfelé torzíthatja).
- Nem foglalkozunk azzal, hogy a tározók területén milyen tevékenység folyt, illetve, kellett-e kárpótlást fizetni például a területen mezőgazdasági tevékenységet végzőknek vagy meg kellett-e vásárolni a területet például kisajátítás révén (az eredményeket lefelé torzíthatja).
- Az egységnyi víz tárolásának értékét állandónak tekintjük, vagyis azt feltételezzük, hogy az teljesen független attól, hogy az első vagy az utolsó (pl. ezredik) egységnyi víz visszatartásáról van-e szó.

Összességében, a fenti feltételezések alapján elmondható, hogy az eredményeket nagyon óvatos, inkább alulbecsült értékeknek tekinthetjük, de az is elfogadható, hogy a felfelé és lefelé torzító hatások kiegyenlítik egymást.

Számításaink alapján összességében arra jutottunk, hogy

- A kamatláb (diszkontráta) értéke (3 és 5%-os értékekkel számoltunk) jelentősebb hatással van az eredményekre, de nagyságrendi eltérést nem okoz.
- Ugyancsak befolyásolja a fajlagos értékeket a beruházás élettartamára vonatkozó feltételezés (25, 30 és 50 éves feltételezések).

² Ganszky Márton személyes közlése 2019. november 8-án.

- A korábbi, a VTT tározóira készült, és a kisvízfolyások árvízi kockázatsökkentésének mérséklésére épített záportározók alapján becsült fajlagos értékek 67 és 155 Ft/m³ között vannak, jelentősen nem különböznek egymástól.
- A fajlagos értékek tartománya: 67-155 Ft/m³/év, a két végpont egyszerű átlaga (kerekítve) 111 Ft/m³/év, amelyet fajlagos értéként választunk a további számításoknál.

A helyettesítési költségek módszerénél tehát **111 Ft/m³/év fajlagos értéket választottunk a további számításoknál.**

2. A modellek

A legegyszerűbb megközelítésben kizárólag az egyes élőhelyek fajlagos vízmegtartó képességét vesszük alapul, így a modell egy egyszerű szorzás:

$$\dot{E}_i = V_i \times P,$$

ahol \dot{E}_i az *i*-edik élőhely egy hektárjának pénzben kifejezett értéke, V_i az adott élőhely egy hektárja által visszatartott víz mennyisége, P a fajlagos, egy m³ víz visszatartására vonatkozó ár.

Az eredmények finomsága (az adott modellen belül) azon múlik, milyen mélységű adatok állnak rendelkezésre a különböző élőhelyek egy hektárjának vízmegkötési képességére vonatkozóan.

A modell előnyei

- A modell legnagyobb előnye annak egyszerűsége és viszonylag alacsony adatigénye. Az egységáron kívül az egyes élőhelyek vízvisszatartási képességére van szükség.
- Nagyon jelentős előnye a modellnek, hogy a fajlagos „ár” kiszámításához hazai esetekre támaszkodik.
- A NÖSZTÉP-projekten belül a Hidrológiai SzMCs-ben elhangzottak alapján a Zala mintaterületére készítettek egy becslést az egyes élőhelyek vízmegkötési képességére, így ténylegesen kiszámíthatók – mintaterületi léptékben – az egyes élőhelyek vízmegkötési képességének értékei (lásd később a konkrét számításokat).
- A modell alkalmazható mind a talajban és a növényzetben (lásd például a dombvidéki árvízcsökkentési ŐSz konkrét számításainál), mind a mélyárterekben mint tájban, a felszínen történő vízmegtartás (lásd a síkvidéki esetet) értékelésére.

A modell hátrányai

- Az egyik leglényegesebb hátránya az, hogy ez az érték semmit nem mond az árvízi kockázat csökkentésének értékéről, tehát az eredetileg választott ŐSz közgazdasági értékéről. Nem derül ki a számításokból, hogy az erdővel, gyeppel stb. borított területek által megkötött víz milyen mértékben enyhíti az árvíz kockázatát, a várható károk mértékét.
- Továbbá, a modell azt sem veszi figyelembe, hogy egy adott területen mekkora igény mutatkozik az árvíz elkerülésére, vagyis független attól, milyen potenciális károkat okozhatnak az árvizek az adott térségben. Így például egy adott típusú erdő egy hektárjának ugyanakkora értéke lesz akkor is, ha az komoly szerepet tölt be a csapadékvíz lefolyásának mérséklésében, mint akkor, ha erre valójában nincs is szükség, mert nincsenek a közelben vagyontételek, lakott területek, amelyekben a kockázat jelentkezhethetne.

- Hátránya még, hogy a fajlagos értéket néhány vésztározó és záportározó költségei alapján alakítottuk ki, amely csak durva becslésnek tekinthető. Pontosabb adatok csak az egyes térségek egyenkénti vizsgálata adhatna.
- Elsősorban a síkvidéki területeken, ahol pl. hipotetikus mélyárterekre számítjuk ki a természet (felszíni) vízmegtartó képességének értékét, nem számolunk azzal, hogy ennek a lehetőségnek a kialakítása milyen egyéb költségekkel járna (például a töltések elbontásának, a víz kiáramlási lehetősége megteremtésének költségeit).

A tanulmányban javaslatot tettünk egy második modellre is, amelyben már figyelembe vesszük azt is, hogy egy térségben mennyire fontos szerepet tölt be a víz visszatartása. Eben az esetben a veszélyeztetettségi adatokkal is kalkulálunk.

$$\dot{E}_i = V_i \times P \times B_i$$

ahol \dot{E}_i az i -edik élőhely egy hektárjának pénzben kifejezett értéke, V_i az adott élőhely egy hektárja által visszatartott víz mennyisége, P a fajlagos, egy m^3 víz visszatartására vonatkozó ár, B_i pedig az adott egységnyi terület árvízi szempontú veszélyeztetettsége alapján képzett súlyozó tényező.

A súlyozó tényező nagy mértékben befolyásolja a végső pénzbeli értéket. A veszélyeztetettségi tényező értékének alkalmazását a Pécsi Tudományegyetem munkatársai dolgozták ki³, elsősorban a villámárvizek kialakulásával kapcsolatban, és amely 1-től 6-ig terjedő skálán méri a veszélyeztetettséget (1 – alacsony, 6 – magas veszélyeztetettség). A modell használatához arra van szükség, hogy minden egyes élőhely minden egyes hektárjára ismerjük az adott hektárra érvényes átlagos B_i -értéket. Számításokat ezzel a modellel nem végeztünk, ezért további részletezésétől eltekintünk.

3. Konkrét számítások a dombvidéki és a síkvidéki területekre

A legegyszerűbb modell alkalmazásával mind a dombvidéki, mind a síkvidéki területekre tudunk az elérhető adatok segítségével becsléseket végezni az ökoszisztéma-szolgáltatások közgazdasági értékére vonatkozóan.

A dombvidéki mintaterületünk a Zala vízgyűjtő-területe. Az egyes ÖSz-ek vízmegtartó képességét Kozma Zsolt bocsátotta a rendelkezésünkre, aki szakértőként dolgozik a Hidrológiai SZMCs-ben, a vizsgált élőhelyek besorolásával együtt. A legnagyobb vízmegtartó képességgel az erdők rendelkeznek (átlagosan $2.240 m^3/év/ha$), ezen belül az egyéb vízhatás alatt álló (TVHA) erdők, valamint a többletvízhatástól független (TVFLN) erdők kötnek meg magasabb mennyiségű vizet. Második helyen a vizes élőhelyek találhatóak, amelyek átlagosan évente $2.092,5 m^3$ vizet képesek visszatartani, de a gyeppek és egyéb lágyszárú növényekkel borított területek és az agrárterületek sem maradnak le számottevően a vizes élőhelyektől ebből a szempontból. A felszínborításban azonban az egyes élőhelyek eltérő mértékben vesznek részt. Az erdőkkel borított felszín található meg a legnagyobb értékkel, összesen 60.783 hektárral, a szántók valamivel kisebb, 56.002 hektárt fednek, míg a gyeppek jóval ritkábbak (8.826 ha), a vizes élőhelyek pedig még náluk is kisebb felületen jellemzőek (4.045 ha). Ha a vízgyűjtő-területen az általuk nyújtott összes szolgáltatás értékét vesszük, megállapíthatjuk, hogy összességében a Zala vízgyűjtőjén $36,2$ milliárd Ft-nyi éves haszon keletkezik, elsősorban az egyes élőhelyek talajaiban és növényzetében „visszatartott” víznek köszönhetően. Élőhelyekre lebontva az erdők évente $15,33$ milliárd Ft-nyi hasznot szolgáltatnak a víz visszatartásával, az agrárterületek $14,05$

³ <https://docplayer.hu/1722008-Villamarviz-kialakulasa-es-modellezhetosege-magyarorszagon-a-2010-evi-heves-esozesek-hatasai-a-del-dunantulon.html>

milliárdnyit, míg a gyepterületek csak 2 milliárd körülit. A vizes élőhelyek éves pénzbeli szolgáltatása összességében nem éri el az 1 milliárd Ft-ot.

A síkvidéken a táj – a töltésezett szakaszok jelentős mértéke miatt – jelen állapotban nem tud a vízmegtartásban jelentős szerepet játszani (kivéve a vésztározók, meghatározott szabályok szerint; vannak kivételek is, lásd a gemenci hullámteret). Az SzMCs-üléseken felmerült, hogy például a Tisza mentén vannak olyan mélyártéri területek, amelyek természetes (vagy természetközeli), felszíni tározóként is használhatók. Két példán keresztül bemutatjuk a szolgáltatás pénzbeli értékének becslését: a Nagykörűi Vésztározó természetközeli változatára (hipotetikus eset), valamint a gemenci térségre vonatkozóan.

Balogh (2009) munkájában a *nagykörűi térségre* vonatkozóan vannak adatok, amelyekre egy hipotetikus számítást végzünk. Ez annyiban különbözik a dombvidékitől, hogy itt a felszínen történő vízmegtartás mennyiségét vesszük alapul, és nem a növényzetben és a talajban visszafogottat. Kétféle vésztározó-lehetőséget mutatott be Balogh (2009), amelyek közül a kisebb víz tárolására alkalmasat elemezzük, amely egy sokkal természetesebb megoldást jelentett volna, és az öblözet természetes határáig húzódott volna. Ez a b1) jelzésű változat. A tározó térfogata 27,4 millió m³, vízfelülete 25,7 km². Ha ezeket az adatokat úgy tekintjük, mint egy mélyártéri természetes víztározás, annak pénzbeli értéke 3,04 milliárd Ft. A beborított felszín nagysága 2 570 hektár, amelynek alapján az egy hektár által nyújtott hipotetikus ŐSz értéke 1,18 millió HUF/hektár.

A síkvidéki terület árvízcsökkentési szolgáltatásának ezen mintaszámítása nem veszi figyelembe azt, hogy a feltételezett mélyártéri területen milyen élőhelyek találhatóak (erdő, gyepek, szántó), ezt a mélységi vizsgálatot tehát nem tudjuk elvégezni, ráadásul itt egy folyamatos vízborítás alakulna ki, amely az eredeti tájhasználat átalakulását is jelenthetné.

A Hidrológiai SzMCs 3. jelentésében a *Gemencnél* található, Duna-menti, 30 km hosszúságú és 4-5 km széles hullámteret mutatják be, mint jó kezelési gyakorlatot. Itt 18.000 hektár területen összességében kb. 400 millió m³ víz tárolódhat, abból adódan, hogy a „a hullámtéren található nyári gáton kívüli területek is elöntésre kerülhetnek” (Vári et al., 2019b, p. 23.). Ez a terület azért is számít ennek az ŐSz-nek az értékelésénél különlegesnek, mert azon kevesek közé tartozik, ahol a hullámtérben ilyen jelentős vízvisszatartás valósulhat meg, ezzel komoly árvízcsökkentő hatást kifejtve. A számítások szerint a Gemencen tárolt víz éves összhaszna 44,4 milliárd HUF. Az egy hektárra jutó szolgáltatás pénzbeli értéke 2,47 millió HUF évente.

Jól látható, hogy a nagykörűi és a gemenci eredmények hasonló, milliós Ft-értékű fajlagos eredményekre vezetnek, ugyanakkor a gemenci fajlagos érték nagyjából kétszer akkora, mint a nagykörűi. Ez abból adódik, hogy a vízmélység, és így az egységnyi terület által tárolt víz mennyisége határozza meg a szolgáltatás értékét.

Kármegelőzés alapú modell (Az árvízi kockázat csökkentése ökoszisztéma-szolgáltatás értékének modellje az elkerült károk, költségek alapján)

A szakirodalomban az egyik leggyakoribb megoldás az árvízi kockázat csökkentésének ökoszisztéma-szolgáltatás közgazdasági értékelésére a különböző alternatív megoldások hasznossági (vagy kár-)különbségeinek vizsgálata. Egy ilyen elemzés azt kívánja, hogy legalább két alternatív megoldási lehetőségünk legyen, az egyik a jelenlegi, valamint a másik egy tervezett vagy hipotetikusan elképzelt. Minden vizsgálni kívánt alternatívára megfelelő adatokkal kell rendelkezünk.

Az elkerült kár alapú vizsgálat a dombvidéki vízgyűjtők árvízkezesítés csökkentő hatásaként azonosított ökoszisztéma-szolgáltatás gazdasági nézőpontjával foglalkozik. A vizsgálat elsődleges célja olyan módszertan kidolgozása, amelyet országos léptékben lehet alkalmazni arra, hogy a dombvidéki területek felszínborítása, gazdasági értékben kifejezve milyen mértékben járulhat hozzá a káros árvizek kialakulásának megelőzéséhez.

Tekintve, hogy országos léptékű vizsgálatokhoz alkalmazható módszertant kellett kidolgozni, a számítások során olyan eljárást alkalmaztunk, amely a tervezési szintnek megfelelő közelítéseket, becsléseket, feltételezéseket tartalmaz. Az ökoszisztéma szolgáltatáshoz kapcsolódó indikátorok, az *élőhelyenként megkötött, visszatartott víz mennyisége* és a *fajlagos kárértékben bekövetkező változás mértéke* egyaránt olyan mutatók, amelyek jellemzően modellezési vizsgálatok eredményeképpen állíthatóak elő. Ez némileg ellentmondásban van azzal a célkitűzéssel, hogy az ÖSz-t az országos térképi fedvényre határozzuk meg. Az ellentmondás nehezen oldható fel, hiszen vagy országos szintű modellezési vizsgálatokat kell előírni, aminek költség- és időigénye jelentős, vagy olyan közelítő eljárás kidolgozására van szükség, amely ugyan feltételezésekkel él, mégis nagyságrendi eredményeket ad országosan. Jelen esetben ez utóbbival foglalkozunk, azonban az itt bemutatott eljárás is igényelne kalibrációt és validációt azonos célú modellezési vizsgálatok ismeretében. Ennek hiányában a számítások egy kísérleti fázis eredményeinek tekinthetők.

Az eljárás részeként szükségesnek tartottuk a dombvidéki kisvízfolyásokon bekövetkezett árvízi elöntések és az ezekkel kapcsolatos károk számbavételét és vizsgálatát. A kisvízfolyásokon bekövetkező károk mértékét ugyan bemutatja az Árvízi Irányelv alapján készült Előzetes Kockázatbecslés Országjelentése, azonban ezeket az információkat csak országos léptékben tekinti át, amelyet esetünkben vízfolyás és vízgyűjtő szinten lenne szükséges elvégezni. A múltban bekövetkezett elöntési események tapasztalatainak kiértékeléséhez megkerestük a Vízügyi Igazgatóságot és adatkérelemmel fordultunk feléjük, azonban adatot nem kaptunk, így ezt az értékelést nem tudtuk elvégezni.

A bekövetkezett eseményeken felül szükséges vizsgálni a jövőben előforduló lehetséges károkat, amely károk nem feltétlenül követik a tapasztalati eseményeket, előfordulásuk és mértékük jelentősen függ az időben változó antropogén hatásoktól, a csapadékesemények bekövetkezésétől és mértékétől, ide sorolva a klímaváltozás révén bekövetkező szélsőséges időjárási körülményeket. Az Előzetes Kockázatbecslés Országjelentése erre vonatkozóan a Pirkhoffer-Czigány-Geresdi-féle előzetes kockázatbecslési térképet használja, amely jól illeszkedik az általunk is alkalmazott lefolyási tényező számításához és vizsgálatához.

A potenciális károkat a jelenlegi felszínborítási, vízfolyás-szabályozási és árvízvédelmi rendszerhez illeszkedően lehet meghatározni. Az ökoszisztéma-szolgáltatás meghatározásához alkalmazott kaszkád rendszerben ez az ökoszisztéma állapotával és a tényleges ökoszisztéma szolgáltatásra vonatkozik. Ezt tovább lehet vezetni a potenciális ökoszisztéma szolgáltatásra (például a felszínborítás megváltoztatásával), és ebből következtethetünk az emberi jólétre gyakorolt hatásokra. Azt azonban nem tudjuk vizsgálni, hogy a meglévő, jelenlegi felszínborítás hiányában mekkora többletkár jelentkezne a vízgyűjtőn. Ennek egyik oka, hogy ehhez ilyen irányú lefolyásmodellezésekre lenne szükség, amelyek nem állnak rendelkezésünkre, másik oka pedig, hogy ez egy olyan fiktív eset, amely, ha ténylegesen létezne, akkor az ember a mesterséges környezetét és az érzékeny területhasználatokat nem ott hozta volna létre, ahol jelenleg vannak. Ezért ezt az esetet nem tartjuk helyesnek vizsgálni.

Ezzel szemben a figyelmet a jövőbeli változásokra érdemes fordítani. Ismerve a jelenlegi felszínborítást, a természetes területek ökológiai állapotát és a vízgyűjtőn előforduló várható

károkat, a lefolyási viszonyokat, ezen információkat jelen állapotnak tekintve vizsgálhatjuk, hogy a vízgyűjtőn bekövetkező jövőbeli változások hogyan módosítják az elöntési vízkárokat.

Továbbá a becsült potenciális károkat transzponálhatjuk azokra a felszínborításokra, területhasználatokra, amelyek jelentősen hozzájárulnak a lefolyásnövekedéshez. A transzponálással megállapíthatjuk, hogy a lefolyási viszonyok megváltoztatásával elért kárcsökkentéssel elért hasznok mekkora forráshoz juttatnak. Vagyis mekkora összeget fordítsunk a vízgyűjtő megváltoztatására, amely összeg az elkerült károk révén megtérül. Ebben az esetben ennek a módszertani vizsgálatával és mintaterületi kipróbálásával foglalkozunk.

A módszertan alkalmas lehet arra, hogy ösztönözzünk olyan intézkedéseket, amelyek az ökoszisztéma-szolgáltatást veszik igénybe és ezáltal érnek el árvízi kockázatsökkenést. A számítási eljárását alkalmazva becsülhetők a területi vízvisszatartásra fordítható költségek és az elkerült károk formájában számított várható hasznok.

Az eredmények közül kiemeljük a veszélyeztetett vagyoneértékek becsülésének eredményeit és egy vízgyűjtőre (Pálosfai vízgyűjtő) a felszínborításokhoz kapcsolt vízvisszatartásra várhatóan gazdaságosan fordítható költségek becsülését. Számításaink alapján a Zala feltételelesen veszélyeztetett területe 45 km². A területen található összes vagyoneérték 106 milliárd Ft, amely belterületekből, ipari és kereskedelmi területekből, utakból, szántókból, szőlő művelésű területekből, erdőből és legelőből áll. A veszélyeztetett vagyon 70%-a a Zala mentén található. A teljes Zala vízgyűjtőre számított egyszeri eseménykár becsült értéke 50 cm-es elöntés esetében közel 8 milliárd Ft, 100 cm-es elöntés esetében 19 milliárd Forint. A becsült elöntési károk kialakulása függ a vízgyűjtő lefolyási viszonyaitól, így a következőkben azt vizsgáltuk, hogy a különböző felszínborítások milyen kármegelőző képességgel rendelkeznek. A számított kármegelőző képesség azt mutatja, mekkora összeget érdemes fordítani a területi vízvisszatartási intézkedések megvalósítására felszínborítási kategóriánként. A Pálosfai vízgyűjtőn például a várható kár értéke 1 021,6 millió Forint, amely összeget az eredmények között szerepeltetett arányban érdemes vízvisszatartási intézkedésre fordítani, amely ráfordítási összeg ennek többszöröse lehet, amennyiben az elöntések rendszeresek (szántóföldek: 430 millió Ft, zöldfelületek mesterséges környezetben fák nélkül: 155 millió Ft, szilárd burkolatú utak: 110 millió Ft, komplex művelési szerkezet épületekkel: 108 millió Ft, zárt gyepek kötött talajon vagy domb és hegyvidéken: 104 millió Ft, alacsony épület: 58 millió Ft, máshová nem besorolható fás szárú növényzet: 56 millió Ft). A ráfordítások összege függ az intézkedések hatékonyságától és eredményességétől, vagyis a konkrét kárcsökkentési potenciáljuktól.

Országos viszonylatban a vízgyűjtők között felállíthatók a hangsúlyok a vízvisszatartás célterületeire vonatkozóan, valamint a becsült ráfordítási összegek alapján az egyes vízgyűjtők jelentősége.

A modell előnyei:

- a modell legnagyobb előnye, hogy országos szinten alkalmazható, viszonylag kicsi az adatfeldolgozás és adatelőállítás igénye,
- rávilágít a potenciális károk mértékének és a nagy lefolyású területek közti kapcsolatra; vagyis a csapadékeseményektől eltekintve feltárja és vizsgálja az elöntések kialakulási területét,
- becsülhetővé válik a vízvisszatartás fokozására gazdaságosan szánható beruházási, fenntartási költség,

- az eljárás alkalmas lehet az árvíz-kockázat-kezelés dombvidéki vízfolyás modellezésének kiegészítésére, az intézkedések vizsgálatához,
- követhetők a területhasználatok, a potenciális károk időbeli változása.

Hátrányai:

- a modellt validálni kell előntési modellezésekkel,
- a kockázatokkal nem foglalkozik, csak az eseménykárokkal, vagyis nem lehet vizsgálni, hogy a károknak mekkora az előfordulási valószínűsége. Utóbbi szükséges lenne ahhoz, hogy a potenciális károkat és a vízvisszatartást költségeit szembe állítsuk anélkül, hogy a potenciális károkat súlyozzuk előfordulási valószínűségükkel.
- nem lehet kimutatni vízgyűjtő lefolyási modellezés nélkül, hogy a vízvisszatartás növelése milyen mértékű kárpotenciál csökkentéshez vezet,
- a klímaváltozás hatásait (pl.: szélsőséges csapadékesemények bekövetkezési gyakoriságának esetleges növekedését) az átlagos vízvisszatartás modellezés újrafuttatásával lehet vizsgálni,
- a vízvisszatartás növelésének célzott intézkedéseinek tervezési módszertanát nem tartalmazza, további vizsgálat tárgyát kellene képezze.

A biztosítási díjak, mint a fizetési hajlandóság becslése alapján történő értékelés

A szakirodalmi részben sok-sok példával megvilágítva tekintettük át azt, hogy a környezetgazdaságtan – elsősorban hipotetikus – módszerekkel vizsgálhatja az emberek fizetési (vagy elfogadási) hajlandóságát egy-egy beavatkozás, intézkedés, projekt hatásaival kapcsolatosan, de ezek általában elsődleges felmérést jelentenek, ráadásul egy-egy szűkebb területhez (így érintettekhez) köthetően. A NÖSZTÉP keretében nem volt mód elsődleges felmérés elvégzésére. A 2019 novemberében, Vácraúton megtartott megbeszélésen felmerült annak lehetősége, hogy a biztosítás-kötési szokásokon keresztül figyelembe vehetnénk azt, mekkora tényleges befizetés történik, amellyel az emberek az árvízi kockázat jelenléte esetén akár az ingatlanjaikat/ingóságaikat, akár a mezőgazdasági területeiket biztosítani tudják ezen kockázattal kapcsolatban. Ezt az eljárást csak elvi lehetőségként vettettük fel, konkrét számításokat nem végeztünk.

A biztosítási díjakból történő modellezéshez a következő adatokra lenne szükség:

- az árvízzel érintett területeken azok száma, akik ingatlanokra és ingóságra biztosítással rendelkeznek, az általuk átlagosan befizetett éves biztosítási díjak nagysága,
- az árvízzel érintett területeken azon ipari, kereskedelmi stb. gazdasági szervezetek/egyének száma, akik ingatlanokra és ingóságra biztosítással rendelkeznek, az általuk átlagosan befizetett éves biztosítási díjak nagysága,
- a mezőgazdasági tevékenységre vonatkozó biztosítással rendelkezők száma, a befizetett átlagos díjak éves nagysága, a biztosított kultúra területi megoszlása,
- arra vonatkozó adat, hogy a biztosítási díjak mekkora hányadát képezi a kifejezetten az árvízi kockázatok miatti rész.

Ha egy vízgyűjtőre (vagy azon belül egy-egy kisebb egységet képező öblözetre) vonatkozóan az összes adat rendelkezésre állna, úgy megtudhatnánk, összességében mekkora fizetési hajlandósággal rendelkezik a vizsgált térség lakossága/gazdálkodói. Ebből – területarányosan – képezhető lenne egy fajlagos, egy hektárra vonatkoztatott érték, amelyet tekinthetünk az ottani élőhelyek szolgáltatása értékének. Ha még a felszínborítást is figyelembe vennénk, akkor az egyes élőhelyek (erdő, gyepek stb.) hasznosságát is megbecsülhetnénk (az arányosítást

például az adott élőhely talajában és növényzetében megköthető víz mennyisége alapján végezhetnénk).

Tekintettel arra, hogy – legjobb tudásunk szerint - jelenleg a biztosítótársaságoknak nincs ezzel kapcsolatos kötelező adatgyűjtési és adatkiadási kötelezettsége, ezen adatok összegyűjtése a NÖSZTÉP-projekt keretében nem valósítható meg, hosszabb távon azonban érdemes lenne ezen adatok gyűjtése, nyilvánossá tételének megfontolása.

A módszer előnyei

- Legnagyobb előnyként az említhető, hogy az érintettek valós fizetési hajlandóságából indul ki az eljárás.
- Az adatok megléte esetén rendkívül egyszerű metódus alkalmazható.

A módszer hátrányai

- Jelentős az adatigénye, amelyek jelenleg a biztosítók „tulajdonait” képezik.
- A módszer magában foglalja azt a feltételezést, hogy az emberek által befizetett, árvíz elleni biztosításai valamilyen módon leképezik az ottani természet szolgáltatásait, ami nem feltétlenül igaz. Egy hipotetikus piac esetén (mint amilyen a feltételes értékelés vagy a feltételes választás) kifejezetten a természet szolgáltatásait értékeljük, és valamilyen változással kapcsolatban kérdezzük őket. A vagyoni biztosításkötés az egyének/gazdálkodó szervezetek árvízi kockázatainak csökkentését, illetve a felelősség megosztását szolgálják, és vajmi keveset mond el arról, az emberek milyen preferenciákkal rendelkeznek a táj, egy élőhely ezen szolgáltatása iránt.

Az adatokban nem szerepelnek azok, akiknek semmilyen biztosításuk nincs, a biztosítás meg nem kötésének okait pedig nem igazán lehetne kideríteni, pedig előfordulhat, hogy közöttük is lennének olyanok, akik fizetnének, ha az aktuális akadály (pl. nemtörődömség, alacsony jövedelem stb.) elhárulna.

Rekreáció ŐSz

A rekreáció, mint ökoszisztéma-szolgáltatás értékelését a Kulturális SzMCs döntése alapján a hazai erdőkre vonatkozóan, a természetjárást, gyalogos kirándulást mint rekreációs tevékenységet alapul véve végeztük el. A rekreációs ökoszisztéma szolgáltatás közgazdasági értékelésére a szakirodalomban leggyakrabban az utazási költség módszert alkalmazzák. A módszer alap elgondolása, hogy egy adott területen végzett rekreációs tevékenység értéke legalább akkora, mint amennyit a területet felkereső látogatók hajlandók költségként a terület felkeresésére fordítani. Ez magában foglalja a területre való eljutás költségét, illetve az ott esetlegesen felmerülő egyéb költségeket (pl. belépődíj, szállás). Emellett gyakran költségként veszik figyelembe az utazással, illetve a területen eltöltött időt is.

A hazai erdők látogatóiról egyetlen helyen készült olyan részletességű felmérés, melynek alapján a látogatók számára és az utazási költségekre egyaránt következtetni lehet, és így az utazási költség módszerrel becsülhető a rekreációs érték – mégpedig a Pilisi Bioszféra Rezervátum területén, 2017-18 folyamán. Itt tehát a látogatók által megtett távolság és a helyszínen eltöltött idő alapján kiszámítottuk egy látogatás átlagos költségét, amit a látogatások számával megszorozva megkaptuk a teljes rekreációs értéket. A látogatók számát a rendelkezésre álló hétvégi látogató-számlálások, illetve a prédikálószéki kilátóban található látogatószámláló adatainak segítségével becsültük, de ez természetesen tartalmaz némi

bizonytalanságot, így megadtunk alsó és felső becslést is. Számításainkat a 4. táblázat tartalmazza – ezek alapján tehát a **Pilisi Bioszféra Rezervátum területén található erdők által a gyalogos természetjárók részére nyújtott rekreációs ökoszisztéma szolgáltatás becsült éves értéke 3,4-4,2 milliárd forint** körül van.

4. táblázat A gyalogos természetjárás éves rekreációs értéke a Pilisi Bioszféra Rezervátum területén

	Költségek (Ft/látogatás)			Látogatások száma (ezer)		Teljes éves rekreációs érték (millió Ft)	
	útiköltség	eltöltött idő költsége	összes költség	alsó becslés	felső becslés	alsó becslés	felső becslés
Fél napra	1308	1476	2784	547,56	684,45	1524,4	1905,5
Egész napra	1741	2952	4693	388,44	485,55	1882,9	2278,7
Összesen				936	1170	3407,4	4184,2

A fenti számok ugyanakkor kizárólag a Pilisi Bioszféra Rezervátum vonatkozásában érvényesek, nem lehet őket az ország más területeire vonatkoztatni (hiszen pl. országosan az erdőlátogatások jelentős része az emberek lakóhelyéhez leginkább közel eső területekre – pl. Budapest környéki erdők – irányul, ahol az egy látogatásra eső költség jóval alacsonyabb). Az ország egész területére vonatkozóan ezért külföldi kutatások alapján, a haszonátvitel módszerével végeztünk számításokat.

Olyan külföldi kutatásokat kerestünk tehát, ahol az értékelt szolgáltatás hasonló a hazaihoz (természetjárás, erdei kikapcsolódás), és amelyek megadták az egy látogatásra vonatkozó átlagos értéket (melyekben egyaránt benne vannak a rövidebb és hosszabb, nagyvárosokhoz közeli és távolabbi, magasabb ill. alacsonyabb vonzerővel rendelkező területekre irányuló látogatások). Fontosnak tartottuk azt is, hogy olyan kutatásokból induljunk ki, ahol a helyi lakosság kirándulási szokásai, preferenciái nagyjából hasonlóak a hazaihoz, ez ugyanis nagy mértékben befolyásolja az egy látogatásra jutó értéket. Mindezek alapján leginkább az Egyesült Királyság adataira támaszkodtunk (ahol rendszeresen igen részletes felmérések készülnek a lakosság kültéri rekreációs tevékenységéről, és ezeket az ökoszisztéma-érékelésben is felhasználják), valamint néhány más európai kutatásra. Az ezekből származó, egy látogatásra vetített külföldi értékeket számítottuk át hazai értékre egy időbeli (inflációval való) és egy országok között korrekció (valuta konverzió, rendelkezésre álló jövedelemmel való korrigálás) segítségével.

Az egy látogatásra jutó átlagos érték becslése mellett szükségünk volt a látogatások teljes számának ismeretére is. Erre pontos hazai adatok nem állnak rendelkezésre, készült ugyanakkor több részleges felmérés, amelyek alapján lehetőség volt becslést adni. (Ilyenek a Magyar Turisztikai Ügynökség aktív szabadidővel, illetve utazási szokásokkal kapcsolatos felmérései, valamint a Pilisi Parkerdő látogatottsági adatai.) Mindezek alapján mind az egy látogatásra jutó érték, mind a látogatások teljes számát illetően megadtunk egy alsó és egy felső becslést, és ezek alapján kiszámítottuk a teljes rekreációs értéket (5. táblázat).

5. táblázat A hazai erdők által nyújtott éves rekreációs értékre vonatkozó becslések (2015-ös évtéken)

		Egy látogatás értéke		
		677 Ft	877 Ft	1077 Ft
A látogatások éves száma	40 millió	27080 mFt	35080 mFt	43080 mFt
	50 millió	33850 m Ft	43850 mFt	53850 mFt

Számításaink alapján tehát **a hazai erdők által nyújtott rekreációs ökoszisztéma szolgáltatás pénzübeli értéke (a gyalogos természetjárás vonatkozásában) évi 30-50 milliárd Ft** körülre tehető. (Becsülésünk annyiban lefelé torzít, hogy nem differenciáltunk az egy- és többnapos látogatások között, vagyis a többnapos – jóval kisebb számú, de biztosan magasabb értékkel bíró - látogatásokat is úgy vettük, mintha egynaposak lennének. Tettük ezt egyrészt azért, mert nem rendelkezünk kellő információval a többnapos látogatások számával, céljaival, költségeivel kapcsolatban, másrészt pedig azért, mivel a külföldi szakirodalomban található értékek is kizárólag az egynapos utazásokra vonatkoznak. Ez a torzítás már a fenti, Pilissel kapcsolatos értéknél is jelen van.)

Bevezetés

A NÖSZTÉP-projekt keretein belül az egyik lényeges feladat az ökoszisztéma-szolgáltatások közgazdasági, pénzbeli értékelésének kísérlete. Jelen tanulmány ennek a munkának az eredményeit tartalmazza, építve az érintett SzMCs-kben végzett előzetes munkákra, valamint véleményükre, amelyet az anyag 1.0-ás változatának (2019 július) megismerése után tettek.

A pénzbeli értékelésre három ökoszisztéma-szolgáltatás került kiválasztásra egy szakértői prioritizálási folyamat során, amelyet Kovács Eszter, Kiss Márton és Marjainé Szerényi Zsuzsanna hajtottak végre 2017 őszén. A NÖSZTÉP-projektben szereplő tizenhárom ökoszisztéma-szolgáltatást négyféle szempont szerint, 1-5 közötti skálán pontoztuk (1 – legjobb/legegyszerűbb, 5 - legkevésbé megfogható/legbonyolultabb), mely szempontok a következők voltak:

- a közgazdasági értékelés relevanciája (miért fontos)
- az alkalmazható módszerek alkalmazásának nehézsége
- a szükséges adatokhoz való hozzáférés lehetősége, mennyisége, nehézsége
- egyéb mérlegelendő szempontok (pl. jóléti dimenziókhöz való kapcsolás lehetősége).

Az egyes szempontokra kapott szakértői pontértékek összegzése után azt a hármat választottuk ki, melyek a legkisebb összértéket kapták, vagyis a legalkalmasabbak voltak a közgazdasági értékelésre, és nem értékelhetők piaci árral (az agrár-termékek és a tenyésztett állatok ÖSz-ek is 1-est kaptak, ott viszont léteznek piaci árak, a közgazdasági értékelés nem piaci módszerekkel történő értékelése nem releváns).

A fentiek alapján a lehetséges tizenhárom ÖSz közül hármat választottunk:

- a globális klímaszabályozást,
- az árvízi kockázat csökkentését, valamint
- a rekreáció értékelését.

Az eredeti elképzelés szerint négyféle élőhely-típusra vonatkozott volna a munka, az erdőkre, a vizes élőhelyekre, a gyepekre és legelőkre, valamint a szántóföldekre. A munka konkretizálása során azonban ezt (több esetben) elvetettük, tekintettel arra, hogy az ökoszisztéma-szolgáltatások (1) közgazdasági értékelése és térképezése gyerekcipőben jár, (2) feltételezésünk szerint a különböző élőhely-típusok ökoszisztéma-szolgáltatásainak értékelésében hasonló módszertanok alkalmazhatók, vagyis maguk az ÖSz-ek, és nem az élőhely-típusok a döntőek a megkülönböztetésben. Természetesen, az egyes élőhely-típusok eltérő mértékben képesek a fenti ÖSz-ek szolgáltatására, ezt azonban elsősorban természettudományos megfontolások alapján kidolgozott módosító tényezőkkel vehetjük figyelembe.

Munkánk során a következő logika mentén dolgoztunk:

- A szakirodalom feltárása: áttekintettük az EU egyes tagállamaira vonatkozó, a NÖSZTÉP-hez hasonló eseteket, illetve globális szinten kerestük a fenti három ökoszisztéma-szolgáltatásra a közgazdasági értékelési eseteket, függetlenül annak helyétől. Ez utóbbit az indokolja, hogy globálisan is viszonylag kevés azon cikkek száma, amelyek konkrétan a három ÖSz pénzbeli értékelésére vonatkoznak, ötleteket

azonban adhatnak magának az értékek a meghatározásához, továbbá a módszertannak a kidolgozásához.

- Mindhárom ökoszisztéma-szolgáltatásra vonatkozóan, mintegy a nemzetközi és hazai esetek tapasztalatainak szintetizálásaként bemutattuk az adott ÖSz pénzübeli értékelésre használt módszereket, valamint az azokkal kapcsolatban felmerülő, gyakran eldöntendő kérdéseket.
- A közgazdasági értékelések korlátainak feltárása: itt általánosságban gyűjtjük össze a pénzübeli értékelés veszélyeit, problémáit.
- A három ökoszisztéma-szolgáltatás esetén külön-külön javaslatot vagy javaslatokat teszünk az alkalmazható modellekre, kitérve azok előnyeire, hátrányaira is.
- A modellek alapján számításokat végzünk, amennyiben releváns, mintaterületre vonatkozóan.

Az alprojekt első szakaszában, 2019 június végéig az első három pont kidolgozása történt meg, de elindítjuk a módosító tényezők feltárásának munkaszakaszát is. A július-december közötti időszakban következik a modellek megalkotása, majd azok tesztelése és validálása. Az SzMCs tagjaival a nemzetközi és hazai tapasztalatokat megismertettük, áttekintettük az általuk ismert adatokat, valamint arra is hangsúlyt helyeztünk, milyen speciális szempontok merülhetnek fel a közgazdasági értékek becslése során. A 2019 augusztus végére elkészült, a 3. kaszkád-szinthez tartozó modelljeikre építettünk a munka további szakaszában.

A tanulmány előzményének tekinthető a 2018 januárjára elkészült anyag, amely módszertani útmutatót adott a pénzübeli értékeléshez is (Marjainé Szerényi et al., 2018).

A tanulmányban először az ökoszisztéma-szolgáltatások pénzübeli értékelési módszereit tekintjük át röviden, kifejezetten a három megcélzott ÖSz-szel összefüggésben. A közgazdasági értékelési esetek bemutatására egy fejezetben belül, de annak alfejezeteit képezve kerül sor, amelyek végén szintetizáljuk a nemzetközi és hazai tapasztalatokat, problémákat, valamint feltárjuk azokat a kérdéseket, amelyek megválaszolása az értékelési modellek megalkotásához szükségesek. Ezután külön-külön, a klímaszabályozási, az árvízi kockázatcsökkentés, valamint a rekreáció közgazdasági értékelésére javasolt modelleket mutatjuk be, végül a modellekkel készített számításokat részletezzük és tekintjük át vagy országosan, vagy egy-egy mintaterületre vonatkozóan.

Az ökoszisztéma-szolgáltatások közgazdasági értékelésének rövid áttekintése

2018 elejére már elkészült a NÖSZTÉP-projekt keretében egy módszertani menü (Marjainé Szerényi et al., 2018), amelynek egy része a pénzbeli közgazdasági értékelési módszereket mutatja be. Mivel jelen tanulmány témája éppen három ökoszisztéma-szolgáltatás pénzbeli értékelési lehetőségeinek feltárása, ezért indokolt, hogy itt ismételten, röviden leírjuk ezeket. A fejezet részben támaszkodik erre a korábbi anyagra.

A pénzbeli értékelési eljárások az emberek adott javakkal, szolgáltatásokkal kapcsolatos preferenciáit pénzben mérik, amely lehet egyéni, de lehet társadalmi preferencia is. Ebbe a keretbe jól illeszthető az a négy eljárás csoport, amelyek a kiválasztott három ökoszisztéma-szolgáltatás esetén is lehetőséget biztosítanak a közgazdasági értékelésre, melyek a következők: a piaci árak (egyéni preferenciára épít), a költségalapú eljárások (inkább társadalmi preferenciákat mutatnak meg), valamint – az elméleti szempontból fejlettebbeknek tekinthető – kinyilvánított preferencia, illetve feltárt preferencia eljárások (ez a két utóbbi ismételten az egyének preferenciáiból indul ki). Külön kell említeni a haszonátvitel módszerét, amely az előző módszerek (illetve azok közül néhány) eredményeit hasznosítva ad értékeket. A társadalmi preferenciákat az állam, az önkormányzat vagy egyéb döntéshozó szerv fejezi ki azzal, hogy pénzt áldoz egy adott cél megvalósítására, pl. árvízvédelmi gátakat épít és tart karban annak érdekében, hogy a környező területeket megvédje az árvízi kockázattól, de említhetjük ennek épp az ellenkező esetét, amikor a természetet „áldozzuk be” annak érdekében, hogy a gyéren vagy egyáltalán nem lakott területeket öntse el az árvíz, az emberek által infrastruktúrákkal, ingatlanokkal, intézményekkel sűrűbben beépített területek helyett.

A legegyszerűbb a pénzbeli értékelés akkor, amikor az értékelni kívánt ökoszisztéma-szolgáltatás rendelkezik piaci árral; ez leginkább az ellátó szolgáltatások esetén lehet igaz, amikor egy konkrét terméket ad a természet (például gyógynövény), de releváns lehet a kulturális szolgáltatásoknál is. Környezetgazdaságtani értelemben ekkor nem is értékelés zajlik, hiszen a piac maga alakítja ki az árat, az ezt helyettesítő, az árat felderítő közvetítő módszerre ekkor nincs is szükség, a szolgáltatás piaci árával közvetlenül kalkulálható a bevétel vagy a jövedelem, amely az adott szolgáltatás összértékének meghatározását teszi lehetővé.

A költségalapú eljárások már közvetettnek számítanak, ugyanis szintén támaszkodnak piaci árakra, de ez az ár nem közvetlenül az ökoszisztéma-szolgáltatáshoz kapcsolódik, hanem olyan piaci javakhoz, amelyek az adott szolgáltatáshoz szorosan köthetők. A piaci javak fogalma itt tágan értelmezendő, jelenthet egy „hagyományos” terméket (pl. kukorica), de jelentheti a javítás, helyreállítás esetén alkalmazott műtárgyakat, berendezéseket is (pl. szennyvíztisztító berendezés). Közös vonásuk, hogy elsősorban azt mérik, a társadalom (a döntéshozóin keresztül) mekkora pénzösszeget hajlandó egy pozitív változás elérése érdekében költeni (ráfordítási hajlandóság), és egy környezeti változás következményeit, illetve annak értékét a változással szoros kapcsolatba hozható piaci termék árán keresztül ragadják meg (Marjainé Szerényi et al., 2005). Vizsgálhatják egy terület termelékenységének változását, vagy azokat a költségeket, amelyekkel helyreállíthatók vagy helyettesíthetők az ökoszisztéma-szolgáltatások (pl. Spangenberg és Settele, 2010), de azokat a károkat is,

amelyeket az ökoszisztéma-szolgáltatás fenntartásával elkerülhetünk. Lényegében azon keresztül igyekszünk egy adott ökoszisztéma-szolgáltatás társadalmi hasznosságát megragadni, hogy ha elveszítjük ezt a szolgáltatást, akkor csak beavatkozások és ezek költségei árán tudjuk biztosítani a társadalom tagjai számára az eredetihez hasonló szolgáltatást. A legegyszerűbb értékelési módok, rövid idő alatt végrehajtható ezekkel a módszerekkel az értékelés, a pontosságuk viszont azon múlik, mennyire szoros a kapcsolat az ökoszisztéma-szolgáltatás és az árán keresztül felhasznált piaci termék között, valamint azon, van-e egyáltalán adat az ár helyettesítéséhez.

A három ökoszisztéma-szolgáltatás esetén alkalmazható költségalapú értékelési eljárások típusai a következők:

Igen gyakran használják a *termelékenység változása* elnevezésű eljárást, amely a mezőgazdasági termények hozamváltozásaiból indul ki, és a pénzbeli értéket a hozamváltozás és a kapcsolódó piaci termék árának szorzatából kalkulálják. Például a talajvízszint csökkenése rosszabb feltételek melletti agrár-termelést tesz csak lehetővé, és ha nem „helyettesítjük” a jobb vízellátást pl. öntözéssel, akkor a terméshozam is csökkenni fog. A kiesett hozamot az árral megszorozva kapjuk az elvesztett ökoszisztéma-szolgáltatás társadalmi költségét (elvesztett hasznait). A példa meg is fordítható: ha a természetes területeket használjuk az árvizek esetén jelentkező többletvizek tárolására, akkor az aszályra kevésbé lesznek érzékenyek a környező területek is, és ez magasabb hozamban realizálódhat, ráadásul az öntözési igényt is csökkenti, ezzel költségmegtakarítást és jövedelemnövekedést is lehetővé téve.

A *helyettesítési költség* módszer azokban az esetekben alkalmazható, amikor a természetes ökoszisztéma-szolgáltatást – legalábbis részben – vissza tudjuk állítani egy mesterséges beavatkozással. Vagyis, amit eddig a természet, az ökoszisztéma-szolgáltatás maga nyújtott a társadalom számára, azt pótolnunk kell ember alkotta javakkal, műtárgyakkal. Például a vízi ökoszisztémák szennyezés-lebontó képességét helyettesíthetjük szennyvíztisztítással, ekkor a szennyvíztisztító kapacitás bővítésével összefüggő beruházási és üzemeltetési költségek adják az ökoszisztéma-szolgáltatás értékét. Hasonlóan, ha a természet helyetti árvízvédelmet gátak építésével helyettesítjük, annak költségei alapján kalkulálható az (igénybe nem vett) természet nyújtotta szolgáltatás értéke.

Egy ökoszisztéma-szolgáltatás jobb állapotba hozásával kapcsolatban használhatjuk a *helyreállítási költség* módszert, amely elvileg tartalmazza a beavatkozás egyszeri („beruházási”) és évenként felmerülő (fenntartási) költségeit is.

További lehetőség az *elkerült károk* becslésének módszere. Nevének megfelelően arra épít az eljárás, hogy egy jól működő ökoszisztéma-szolgáltatás esetén elkerülhetünk bizonyos károkat. Például, ha egy folyó melletti ártér a magas vízállásoknál képes szétteríteni a vizet, ennek következtében pedig megvédeni az ártéren kívüli mezőgazdasági területeket, terményeket, ingatlanokat, ingóságokat az árvíz hatásaitól, akkor az ártér vízlevezető képessége (mint ökoszisztéma-szolgáltatás) megtartásának értékét számszerűsíthetjük az elkerült károk költségeivel. A költségalapú eljárásokat több esetben alkalmazták Magyarországon (pl. Kerekes et al., 1998, 1999, Marjainé Szerényi et al., 2005), de nem ökoszisztéma-szolgáltatásokra vonatkozóan.

A kinyilvánított preferencia eljárások megfigyelhető piaci cselekmények felhasználásával becsülik az ökoszisztéma-szolgáltatások pénzbeli értékét. Két módszert használnak

gyakrabban, az utazási költség módszert és a hedonikus ármódszert. Előbbi esetén azt vizsgáljuk, az emberek mennyi pénzt hajlandóak áldozni azért, hogy egy attrakciót meglátogassanak, felkeressenek, ezért elsősorban a kulturális szolgáltatások értékelhetők ezzel a módszerrel (lásd pl. van Berkel és Verburg, 2014). Hátránya, hogy csak az adott desztinációt felkeresők tényleges költségei alapján becsüli az árat (Marjainé Szerényi et al., 2005). A hedonikus ármódszer főként az ingatlanpiaci adatokból von le következtetéseket az ingatlanok árában megjeleníthető ökoszisztéma-szolgáltatások rejtett árára vonatkozóan. Minden olyan ökoszisztéma-szolgáltatás értékelhető az eljárással, amely hat az ingatlanok árára, például a tájkép, mint ökoszisztéma-szolgáltatás (ha szép a kilátás, a táj, akkor ez emelheti az ingatlanok árát) vagy a jó levegő (levegőtisztítás, mint ökoszisztéma-szolgáltatás). Kifejezetten helyspecifikus eredményeket ad. Magyarországon az utazási költség módszert az erdők értékelésével kapcsolatban használták (Puskás, 2008), az erdőkbe történő utazásokra fordított kiadások alapján általában az erdők rekreációs értékét keresték. A hedonikus ármódszerre két magyar példát találunk, de csak az egyik kapcsolódik közvetve az ökoszisztéma-szolgáltatásokhoz: a fővárosban azt keresték, milyen mértékben hatnak a városi szabad terek, parkok az ingatlanok értékeire (Takács, 2016). Ezekben a hazai kutatásokban szintén nem jelent meg az ökoszisztéma-szolgáltatás fogalomrendszere, tehát ezek eredményeire sem támaszkodhatunk jelen projektben.

A feltárt preferencia eljárások hipotetikus helyzetekben derítik ki az egyéni preferenciákat. Két leggyakrabban használt típusa a feltételes értékelés és a feltételes választás. Közös jellemzőjük, hogy elviekben szinte bármilyen ökoszisztéma-szolgáltatás értékelésére alkalmasak (Marjainé Szerényi et al., 2005). Ugyanakkor kérdőíves felmérést jelentenek, emiatt hosszú idő szükséges a körültekintő végrehajtásukhoz (Carson, 2012), és drága, bonyolult eljárásoknak tekinthetők, s mivel elsődleges felmérést igényelnek, a NÖSZTÉP projektben nem használhatók, viszont a hasznávitelben kiinduló értéket adhatnak.

A feltételes értékeléssel egy bekövetkező változás egészének értékét határozhatjuk meg (Mitchell és Carson, 1989). Kérdőív segítségével hoz létre egy olyan piacot, ahol „megvételre” ajánlanak fel egy adott ökoszisztéma-szolgáltatást (pl. egy mélyen fekvő terület vizes élőhelyé alakítását célzó programot). Többféle megoldás létezik az egyének fizetési hajlandóságának kiderítésére (pl. Marjainé Szerényi, 2005). A változásnak nem csak a mértéke, de a kezdeti szintje is befolyásolja (közgazdasági elméletek alapján) a kialakuló átlagos értéket (Carson, 2012), emiatt bizonyos értelemben helyspecifikus eredményekkel szolgál. Hazánkban többször is alkalmazták (Mourato et al., 1999, Eszlári és Szerényi, 2014, Brouwer et al., 2016), és elsősorban nem ökoszisztéma-szolgáltatást, hanem sokkal inkább az ökoszisztémák állapot-változását értékelték, ezért nem részletezzük azokat. Viszonylag hosszú idő szükséges egy ezzel az eljárással készített értékbecslés végrehajtásához, és költségigénye is magas, s elsődleges felmérést igényel, amelyre ebben a projektben nem lesz lehetőség.

A feltételes választás az egyik legbonyolultabb, ám sok lehetőséget nyújtó pénzbeli értékelési eljárás. Választási helyzetek elé állítja egy hipotetikus piacon a megkérdezetteket, akik a különböző szintekkel definiált jellemzők kombinációi alapján választják ki a legelfogadottabb helyzetet úgy, hogy minden helyzet mellé annak árát is feltüntetjük a „csomagokban”. Előnye, hogy így nemcsak egy program egésze iránti fizetési hajlandóságot becsülhetjük, hanem minden egyes jellemző rejtett árát, sőt, egy jellemző különböző szintjei közötti változás implicit árát is. Magyarországon az Által-éren a vízminőség-javítással, illetve az

árvízi kockázatok (amelyeket a természetes ökoszisztéma nyújtott) iránti preferenciák meghatározásával kapcsolatban használták (Brouwer et al., 2016; részletesen lásd az árvízi kockázat csökkentése ÖSz tárgyalásánál). Alkalmazhatóságát korlátozza, hogy a kiválasztásra bemutatandó helyzetek igen bonyolultakká válnak abban az esetben, ha több, például 5-7 jellemzőt vonunk be az értékelésbe, mivel ekkor a válaszadók számára szinte áttekinthetetlenné válnak a különböző szintek közötti átváltások, amelyek a végső döntésüket befolyásolják (Adamowicz et al., 1994). Ha viszont kevés jellemzőt építünk be a választási helyzetekbe, leegyszerűsítjük a természet összetettségét, és csak két-három jellemző „árát” becsülhetjük. A feltételes választás a legidőigényesebb módszer, kivitelezése drága, elsődleges felmérést takar, ezért jelen projektben nem alkalmazható.

Külön kell említést tenni az ún. haszonátvitel módszeréről, amely az egyik leggyakrabban alkalmazott eljárás az ökoszisztéma-szolgáltatások értékelése során. Az eljárás lényege, hogy egy korábbi értékelés eredményeit veszik át, és vagy módosítás nélkül, vagy bizonyos szempontok figyelembevételével viszik át azokat a vizsgált területre (ökoszisztéma-szolgáltatásra) (Navrud, 2000). Rengeteg bizonytalanságot hordoz ez a megoldás (Schmidt et al., 2016), kezdve az eredeti és a vizsgálatba vont területek különbözőségétől, egészen addig, hogy a pénzbeli értékelést sokkal inkább relatívnak, semmint abszolútnak tekinthetjük (a felajánlott érték kontextusfüggő: befolyásolják a preferenciáikat kifejezők társadalmi-gazdasági jellemzői, az értékelt jószág adott társadalomban betöltött szerepe, a két terület térbeli dimenziói stb. (Schmidt et al., 2016)). Emiatt az átvitel önmagában rengeteg torzulási lehetőséget rejt. Különböző ökoszisztéma-szolgáltatások globális értékelését hajtották végre pl. Costanza et al. (2014), Schmidt et al. (2016), vagy de Groot et al. (2012), mindannyian a haszonátvitel módszerét alkalmazva. Hazánkban a Szigetközben, a flórában és a faunában bekövetkezett változások értékelésére például ezt az eljárást alkalmazták (Kerekes et al., 1998, 1999, Szerényi et al., 2001), de más, nem feltétlenül ökoszisztémákkal összefüggő kutatásoknál is támaszkodtak rá, így a hazai tapasztalat viszonylag jó. Mivel nincs elsődleges felmérés, nagyságrendekkel olcsóbb és gyorsabb az ezzel a módszerrel történő gazdasági értékelés. Alkalmazhatóságának feltétele viszont, hogy a szakirodalmakban találjunk olyan kutatásokat, amelyek pontosan az általunk is értékelni kívánt ökoszisztéma-szolgáltatásokra vonatkoznak, úgy, hogy az eredetileg értékelt ökoszisztéma/ökoszisztéma-szolgáltatás elég nagymértékben hasonlít ahhoz, amelyet hazai körülmények között pénzbeli értékkel kívánunk ellátni.

A pénzbeli eljárások közötti választást számos tényező befolyásolja: az értékelni kívánt ökoszisztéma-szolgáltatás típusa, annak összetettsége, a teljes gazdasági értéken belül az értékrészek súlya, az idő- és pénzráfordítási lehetőség stb. (de Groot et al, 2012, Fu et al., 2011).

A következő táblázat összefoglalja az egyes eljárások legfontosabb jellemzőit. Jól látható, mely módszerek kívánnak elsődleges felméréseket, amelyekre a Nösztep-projektben nincs lehetőség.

6. táblázat Az egyes pénzbeli értékelési módszerek jellemzői

A módszer típusa	Eljárás	Rövid leírás	Az érték jellege	Az ŐSz-ek értékelésének lehetőségei	Előnyök	Hátrányok
Egyéni preferenciákra épülő eljárások	Piaci árak	A kereslet és kínálat alapján kialakul a piaci ár.	Árak	Általában az ellátó szolgáltatások, de a kulturális szolgáltatások is (pl. rekreáció) rendelkezik(het)nek piaci árral.	Az adatok elérhetők.	Ha a piac nem tökéletesen működik, a piaci árak torzítottak lehetnek.
	Utazási költség módszer	Abból az alapfeltételezésből indul ki, hogy azok a költségek, amelyeket az emberek magukra vállalnak egy terület meglátogatásáért, megegyezik annak árával. Az utazások költségei és az utazások száma közötti összefüggésből a keresleti görbe meghatározható.	Fogyasztói többlet	A rekreációs területekkel kapcsolatba hozható változások értékelésére alkalmas.	<ul style="list-style-type: none"> • Rejtett piac alapján működik, vagyis valós piaci cselekményeket vesz figyelembe. • Viszonylag olcsó • Ha az értékelendő területen végzünk felmérést, sok embert tudunk bevonni a felmérésbe • Az eredmények viszonylag könnyen értelmezhetők és magyarázhatók 	<ul style="list-style-type: none"> • Az idő értékének figyelembevétele gyakran problematikus • Általában a jelenlegi helyzetet értékeli, a változásokat kevésbé tudja megragadni • Több probléma is felmerülhet a költségek becslésénél, amelyek rejtve maradhatnak (pl. a többcélú utazásnál a teljes összegből figyelembe vehető költséghányad meghatározása) • Elsődleges felmérést igényelhet
	Hedonikus ármódszer	Egy ingatlan különböző attribútumait, legyen ez kézzelfogható (pl. a szobák száma) vagy elvontabb (a közeli erdő klímaszabályozása), nem lehet külön-külön megvásárolni, csak az összes jellemzőt, együttesen. Az eljárás viszont képes az egyes attribútumokhoz rendelhető rejtett árat kideríteni.	Fogyasztói többlet	Minden olyan ŐSz értékelhető, amely hatással lehet az ingatlan árakra, pl. az árvízi kockázat vagy egy erdő közelsége, mint rekreációs lehetőség, ezek közé tartozik.	Az ingatlanpiaci adatok – amennyiben hozzáférhetőek, – adatbázist biztosíthatnak, nem kell felmérés.	<ul style="list-style-type: none"> • Csak jól működő ingatlanpiac esetén alkalmazható • Jó minőségű adatokat igényel • Jövőbeli változások értékelésére kevésbé alkalmas • Csak a használatlall összefüggő értékeket méri
	Feltételes értékelés	Kérdőíves felmérés arról, mennyit hajlandók az emberek maximálisan fizetni egy pozitív változásért, vagy mekkora minimális kompenzációért viselnek el egy negatív változást.	Fogyasztói többlet	Bármilyen ökoszisztéma-szolgáltatás értékelésére alkalmas lehet.	<ul style="list-style-type: none"> • A használatlall független értékeket is becsüli • Jövőbeli változások is értékelhetők • Egy konkrét ŐSz is értékelhető, külön, például az árvízi kockázat csökkentése 	<ul style="list-style-type: none"> • Elsődleges felmérést igényel • Az eredmények pontosságát rengeteg tényező befolyásolhatja, kezdve a kérdőív megfogalmazásától az adatok elemzéséig. • Gyakran nem reprezentatív a megkérdezettek mintája – ennek elérése tovább növeli a költségeit
	Feltételes választás	Kérdőíves felméréssel kideríthető, hogy az emberek a különböző szolgáltatások és azok szintjeit tartalmazó „csomagok”	Fogyasztói többlet	Bármilyen ökoszisztéma-szolgáltatás értékelésére alkalmas	<ul style="list-style-type: none"> • A használatlall független értékeket is becsüli 	<ul style="list-style-type: none"> • Elsődleges felmérést igényel • Magas adatigényű

A módszer típusa	Eljárás	Rövid leírás	Az érték jellege	Az ŐSz-ek értékelésének lehetőségei	Előnyök	Hátrányok
		között, adott ár mellett, melyiket választják.		lehet.	<ul style="list-style-type: none"> • Jövőbeli változások is értékelhetők • Számos szolgáltatás egyidejűleg értékelhető, így megragadható a közöttük lévő átváltási viszony is 	<ul style="list-style-type: none"> • Bonyolult adatelemzés • Az eredmények értelmezése és közvetítése nehezebb • Drága, hosszadalmas, nehéz a minta reprezentativitásának biztosítása • Megterhelő a válaszadók számára
Költség-alapú eljárások	Elkerülési költségek	A károk elkerülése érdekében szükséges költségek meghatározása	Árhelyettesítő	A szabályozó szolgáltatások értékelésére gyakran alkalmas (mennyibe kerülne, ha helyettesítenünk kellene az ŐSz-t, vagy mekkora károk keletkeznének, ha az ŐSz nem szolgáltatna). Így a klímaszabályozás, az árvízi kockázat csökkentése ŐSz is értékelhető ezekkel a módszerekkel. A rekreáció esetén is használható, pl. az elkerült egészségügyi kiadások becslésével.	<ul style="list-style-type: none"> • Amennyiben vannak a károk elkerüléséhez szükséges technológiák, azok költségei könnyen becsülhetők • A károk nagysága – elsősorban a tangibilis károknál – viszonylag könnyen becsülhető. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hajlamosak csak a kézzelfogható hatások számszerűsítésére korlátozni az értékelést • Nem ismert az egyének preferenciája
	Helyettesítési költségek	Egy ökoszisztéma által nyújtott szolgáltatás helyettesítésének költségei				
	Kárköltségek	Azon a feltételezésen alapszik, hogy a kárbecslés értékmérőként funkcionál.				
Egyéb	Haszonátvitel	Már meglévő értékelési felmérések eredményeit veszi át és ülteti át az értékelendő ökoszisztéma-szolgáltatásokra	Az eredeti felméréstől függ	Minden olyan ökoszisztéma-szolgáltatás értékelhető, amelyre megfelelő felmérést vagy adatot találunk a szakirodalomban	Jó lehetőség akkor, ha nincs lehetőség elsődleges felmérést, értékelést végrehajtani az adott esetben, területen, ökoszisztéma-szolgáltatásra vonatkozóan megvalósítani.	<ul style="list-style-type: none"> • Pontossága az eredeti felmérés szakmai megfelelőségétől, a két eset közötti hasonlóságtól és az átültetés során figyelembe vett módosításoktól nagyban függ. • Az általánosítás torzulást eredményezhet. • Jelentős adatbázist igényel (legyenek hasonló esetek, elérhető módon).

Forrás: Forest Europe (2014) és Kornatowska és Sienkiewicz (2018) alapján, módosításokkal, saját példákkal, mivel a hivatkozott munkák elsősorban erdőkre vonatkozóan összesítették az eljárások jellemzőit.

Az árvízi kockázatok csökkentése ÖSz értékének becslésére elsősorban a költségalapú eljárásokat használhatjuk. A természetes ökoszisztémák által biztosított árvízvédelem értékét úgy tudjuk megragadni, hogy ennek hiányában milyen mesterséges művekkel (pl. árvízi tározókkal) kell ezt a szolgáltatást helyettesítenünk. Ezek beruházási és fenntartási költségei (illetve az árvizek előfordulása esetén is felmerülhetnek további költségek) megadják a szolgáltatás értékét (helyettesítési költség módszer). Az árvizek miatt károk következhetnek be az ingatlanokban, ingóságokban, ezek nagyságával is adhatunk becsléseket a szolgáltatás értékére (illetve, az ökoszisztéma-szolgáltatás megfelelő működése eredményeképpen elkerüljük ezeket a károkat/költségeket) (elkerült károk módszere). Egyfelől megközelíthető a kérdés a természetett növények hozamaiban bekövetkező változások felől, ilyen esetekben a növényfajták árain keresztül értékelünk. Például egy tavaszi árvíz miatt az éppen kihajtó természetett növények károsodnak, ezért kisebb hozamot érnek el az adott évben (termelékenység változása). Ha ez a hozam nem csökken, akkor károkat kerülünk el, amely az árvízvédelem ökoszisztéma-szolgáltatás értékeként fogható fel. A természetes árvízvédelemmel (árvízvédelmi ökoszisztéma-szolgáltatás) az ingatlanokban és az ingóságokban bekövetkező károkat is elkerülhetjük, amelyek számszerűsített mértéke megadja az ökoszisztéma-szolgáltatás értékét. A hasznávitel módszerével is lehet becsléseket adni, amelyhez a szakirodalomban megtalálható, például a feltételes értékeléssel vagy a feltételes választás módszerével kapott eredeti eredményeket használhatjuk (Marjainé Szerényi et al., 2018).

A klímaszabályozás ökoszisztéma-szolgáltatást viszonylag sok módszerrel értékelhetjük. Használhatjuk például az európai ÜHG-kvóták árait ezek számszerűsítésére, de becsülhetünk az elkerült károk, vagy a bekövetkezett károk mértékének változásával összefüggő elkerült költségekből is. A helyettesítési költség módszer logikája érvényesül akkor, amikor elsősorban a szén-dioxid elnyelése érdekében erdősítünk, ennek költségei is megadhatják az ÖSz értékét. Nemzetközi szinten számtalan olyan kutatást hajtottak végre, amelyek ilyen fizetési hajlandóság vizsgálatot takarnak, éppen a globális éghajlatváltozással kapcsolatban, ezért a hasznávitel módszere mindenképpen releváns ennél az ÖSz-nél (Marjainé Szerényi et al., 2018).

A természet rekreációs célú használata során alkalmazhatjuk a költségalapú eljárásokat (milyen költségek mellett tudunk egy rekreációs területet fejleszteni, ezzel a költséggel egyenértékű a terület rekreációs értéke), vagy a turisztikai bevételek felőli megközelítést (hányan veszik meg a belépőt egy év alatt – az összeg a terület értékét adja meg), valamint a hasznávitel módszerét, amennyiben vannak hasonló területre és helyzetre vonatkozó nemzetközi kutatási eredmények a szakirodalomban. Gondot jelenthet a természet ún. informális használatának értékelése, vagyis a mindenfajta kifizetett költség nélküli sétálás, a séta közben a tájban gyönyörködés szolgáltatásának stb. értékelése (UK NEA, 2011, Marjainé Szerényi et al., 2018).

A három ökoszisztéma-szolgáltatás pénzbeli értékelésének nemzetközi és hazai példáira az áttekintő fejezetekben részletesen láthatunk majd eseteket.

A közgazdasági értékelés során többféle értelemezésben is megjelenhet az érték: egy adott évre adunk egy szolgáltatásnak pénzbeli értéket, az éves szolgáltatás alapján, vagy egy

életciklusra vonatkoztatva, több évre, vagy jövőbeli költségek és hasznok alapján, amikor ezeket a jelenre vetítjük. Ennek lényege, hogy a jelenben rendelkezésre álló pénz vagy elköltésre fordított összeg többet ér, mint a későbbi időpontokban jelentkezők. Ez felveti azt a problémát, hogyan kezeljük a különböző időpontokban jelentkező pénzáramokat, amelyre a közgazdaságtanban a **diszkontálást** alkalmazzuk. A jövőbeli költségek/hasznok mostani értékét (közgazdaságtani szakszóval jelenértékét) úgy kapjuk meg, ha azokat egy megfelelő diszkontrátával (vagy leszámítolási rátával) diszkontáljuk.

A jelenérték kiszámításához (két év pénzáramait figyelembe véve) a következő képlet alkalmazható:

$$PV = C_1/(1+r)^{t_1} + C_2/(1+r)^{t_2}, \text{ ahol}$$

PV a jelenérték (present value), C_i az egyes időszakokban jelentkező pénzáramlás, r a diszkontráta, t_i pedig az időpont (Kovács et al., 2015).

Mivel a diszkontráta hatványkitevővel párosítva szerepel a képlet nevezőjében, ezért annak nagysága jelentősen mértékben befolyásolja azt, mennyire értékeljük le a jövőbeli költségeket és hasznokat: minél magasabb az értéke, annál kevesebbet ér a jelenben a jövőbeli egységnyi pénzmennyiség. Éppen ezért annak megválasztása igen komoly feladat, amelyet mind a mai napig is meglehősen nagy szakmai viták öveznek. Jelen tanulmánynak nem célja ebben a vitában állásfoglalás kialakítása, mindössze jelezni kívántuk ennek alapjait, valamint az abból származó dilemmákat (a diszkontálásról a klímaszabályozásról szóló fejezetben részletesebben is írunk).

Mivel a tanulmányt elsősorban nem közgazdászok olvassák majd, ezért itt, a bevezetőben néhány további alapfogalmat is tisztázunk.

A **határkárok, határhasznok** kifejezések azt mutatják meg, hogy a vizsgált jelenség (pl. termelés, szennyezés, ökoszisztéma-szolgáltatás) további egy egységének „előállítását” milyen további, többletköltséget vagy -hasznót állít elő. Mivel ennek becslése a természet nyújtotta szolgáltatások esetén sokkal bonyolultabb, mint egy emberi termelési folyamatnál, ahol gyakorlati tapasztalataink és értékeink vannak, ezért számos esetben ezt állandónak is tekinthetjük (például az árvízi károk vizsgálatánál látni fogjuk, hogy az elöntés mélységének függvényében változik a kár is, de azok, elméleti síkon, csökkenő mértékben nőnek; ugyanezt mondhatjuk el a határhasznokról is: minél több van a környezetünkben egy erdőből, relative annál kevésbé értékes az ott élők számára az erdő további, egy egységgel történő növelése (ezt hívják a csökkenő határhasznosság elvének)). Ezért számolnak általában egy átlagos, állandó értékkel.

A **nettó jelenérték** a megtérülési mutatók egyik legelfogadottabb típusa. Kiszámításánál egy projekt teljes időszakára határozzuk meg a költségeket és hasznokat (pénzáramlások), és ezeket hozzuk egy időszakra vetített értékekre (a különböző pénzáramok különböző időszakokban jelentkezők; az időbeli különbségeket a diszkontráta segítségével küszöböljük ki – lásd fentebb). Egy projekt nettó jelenértékét a kezdeti beruházási költségek, valamint az összes, későbbi időszakban jelentkező, várható pénzáram jelenértékének összege mutatja meg, az alábbi képlettel:

$$NPV = C_0 + \frac{C_1}{(1+r_1)} + \frac{C_2}{(1+r_2)^2} + \frac{C_3}{(1+r_3)^3} + \dots = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r_t)^t}, \text{ ahol}$$

NPV: nettó jelenérték,

r: diszkontráta,

C_t : pénzáramlás a t-edik évben; a hasznokat pozitív, a költségeket negatív előjellel vesszük figyelembe (ennek megfelelően, a C_0 -lal jelölt kezdeti beruházási összeg előjele is negatív).

Ha a nettó jelenérték pozitív, akkor összességében hasznokat teremt a projekt, azt érdemes megvalósítani, ha negatív, akkor veszteséget eredményez, az NPV alapján tehát, közgazdasági értelemben nem érdemes azt véghez vinni. Ha nulla az értéke, akkor teljesen mindegy, elindítjuk-e azt. Ha több változat nettó jelenértékét számítjuk, azt érdemes választanunk, amelynek a legmagasabb az NPV-értéke (Kovács et al., 2015, p. 28).

Az **externália** olyan jelenségeket takar, amikor egy vállalat vagy fogyasztó rajtuk kívül álló vállalatokra vagy fogyasztókra pénzügyi hatást gyakorolnak (a jólétüket befolyásolja), anélkül, hogy ők egymással piaci kapcsolatban lennének (Kerekes, 2007). Az externália csak akkor áll fenn, ha ez a befolyásoló hatás nem szándékolt, és nem párosul ellentételezéssel (ez utóbbinál, ha a jólétét növeljük a „kívülállóknak”, ezért nekik nem kell fizetniük, de ha hátrányosan érik őket a hatások (negatív externália), akkor ezért nem kapnak kárpótlást). A falopás ebben az értelemben tehát nem externália, mert szándékosan követik el, a kén-dioxid szennyezés miatti erdőállapot-romlás viszont már az.

A **vásárlóerő paritás** (angolul „*purchasing power parity*”, rövidítve PPP) a valutaárfolyammal összefüggő elmélet, valamint számítási módszer. Az elmélet szerint a mindenkori árfolyamok a két ország fogyasztói árszínvonalának kifejezői, meghatározása pedig a két ország fogyasztói árindexeinek összevetésével végezhető el. A vásárlóerő-paritás - mint számítási módszer - azt méri, mennyi terméket és szolgáltatást lehet vásárolni egy valutában egy másik valutához mérve, figyelembe véve a különböző országokban az eltérő árakat. A vásárlóerő-paritásnak rendkívül sok változata van, amelyek számítási módszerben eltérnek egymástól, az alap gondolat azonban mindig közös: a reális árfolyam megállapítására törekszenek (<http://ecopedia.hu/vasarloero-paritas>). Lényegében azt a különbséget képes korrigálni, amely – példaként szemlélítve – két országban 1000 EUR értéke között fennáll: Németországban teljesen más mennyiségű terméket vásárolhatunk meg 1000 EUR-ból, mint Magyarországon.

A kiválasztott ŐSz-ek közgazdasági értékelése a szakirodalom alapján

A klímaszabályozás közgazdasági értékelése

A klímaszabályozás értékelésének lehetőségei röviden

A klíma szabályozásához (globális szinten) az ökoszisztémák azáltal járulnak hozzá, hogy üvegházhatású gázokat (ÜHG) képesek megkötni, illetve hosszú távon tárolni (a növényzetben és a talajban). A klímaszabályozás mint ökoszisztéma szolgáltatás esetében ezért kézenfekvő, hogy az adott terület ÜHG megkötő képességét vegyük az értékelés alapjául. Természettudományos szempontból tehát az a kérdés, mennyi üvegházhatású gáz megkötésére/tárolására képes egy adott ökoszisztéma (illetve mennyi kerül a légkörbe abban az esetben, ha a terület degradálódik, vagy más használat alá kerül). Közgazdasági oldalról pedig arra kell választ adni, mekkora értéket tulajdonítunk egységnyi üvegházhatású gáz megkötésének (ezt általában CO₂-egyenértékre átszámolva, egy tonnára vetítve adják meg). Ez a szolgáltatás tehát egy egyszerű, egységes mérőszám segítségével értékelhető, e mérőszám értékének megállapítása azonban igen összetett és nehéz feladat.

Az 1 tonna ÜHG egkötéséhez tartozó érték megállapítására több megközelítés alkalmazható. A „hivatalos” értékelések (nemzetközi szervezetek, pl. OECD, Világbank és egyes országok, pl. USA, Németország, Egyesült Királyság kormányzati ajánlásai) egyaránt költségalapú módszerekre támaszkodnak, melyeken belül két alapvető irány létezik: az okozott károk, illetve az elkerülési költségek alapján történő számítás. Az első megközelítés a klímaváltozás által okozott jövőbeli károk becsléséből vezeti le egy tonna CO₂-kibocsátás megelőzésének értékét. Az elkerülési költségek alapján történő számítás pedig abból indul ki, mekkora ráfordítás volna szükséges valamilyen előzetesen kitűzött klímacél eléréséhez. Emellett történtek kísérletek a keresleti görbén alapuló módszerek klíma-mitigációs kontextusban való alkalmazására is - itt elsődlegesen a feltételes értékelés (illetve feltételes választás) módszere jöhet szóba, mivel a klíma-mitigáció, mint ökoszisztéma szolgáltatás közvetlen, lokális használati értékkel nem bír, így sem a hedonikus ármódszer, sem az utazási költség módszer nem alkalmazható. A következőkben külön alfejezetekben mutatjuk be a fent említett értékelési megoldások eseteit.

A klímaszabályozási szolgáltatás értékelése az elkerült károkon keresztül

A költségalapú eljárásokon belül az egyik jellemző módszer a klímaváltozás által okozott károkból indul ki. Eszerint 1 tonna CO₂ megkötésének, tárolásának értéke megegyezik azzal a kárral, amelyet ugyanez az 1 tonna CO₂ a klímaváltozás révén a jövőben okozna. Ehhez először összességében kell megbecsülni a klímaváltozás révén várható károkat, majd ebből „visszaosztva” megállapítani az egységnyi ÜHG-kibocsátáshoz tartozó kár nagyságát. Itt tehát határkárról van szó, amelynek mértéke függ az összes kibocsátás szintjétől és időben sem állandó, hanem folyamatos emelkedést mutat. (Ennek oka egyrészt az, hogy egységnyi többletkibocsátás várhatóan nagyobb kárt tesz a jövőben, amikor a klímaváltozás következtében a környezeti és gazdasági rendszerek már fokozott terhelés alatt állnak. A

másik ok pedig az, hogy a GDP emelkedése következtében a károk is arányosan nagyobb értéket vesznek fel (IWG-SCGG, 2016)).

A klímaváltozás által okozott károk értékének kiszámítására számos kísérlet történt, látni kell azonban, hogy rendkívül összetett problémáról van szó, ahol számos tényező becslésére van szükség, és az ezekkel kapcsolatos előfeltevések nagyban befolyásolják a végeredményt, vagyis rendkívül nagy a bizonytalanság mértéke. A bizonytalanság fő forrásai között egyaránt találunk természettudományos, gazdasági és etikai kérdéseket, ezeket az alábbiakban foglaljuk össze (Hartje et al., 2015 alapján):

- Hogyan alakul a jövőben az üvegházhatású gázok kibocsátása?

Ahhoz, hogy a klímaváltozás mértékét és ezáltal a károkat becsülni tudjunk, először is meg kell becsülni, hogyan alakul a jövőben az üvegházhatású gázok kibocsátása. Ehhez a gazdasági és technológiai fejlődés világméretű modellezésére van szükség, ami önmagában is rendkívül összetett feladat, a klímakárok becslése esetében azonban csupán az első lépést jelenti.

- Milyen összefüggés van a légköri CO₂-koncentráció és a hőmérséklet között?
 - Mekkora hőmérséklet emelkedést von maga után a CO₂-koncentráció emelkedése? (Klímaérzékenység alatt azt az értéket értik, amennyivel a CO₂-koncentráció megduplázódása hatására megnő a globális átlaghőmérséklet.)
 - Milyen gyorsan következik be ez a növekedés? (A melegedés abszolút értéke mellett annak sebessége is meghatározó lesz a károk szempontjából, gyorsabb változás esetén ugyanis az élőlények és a társadalmi-gazdasági rendszerek egyaránt kevésbé tudnak alkalmazkodni.)
 - A változások következtében hogyan alakul a természetes CO₂-elnyelők (óceánok, bioszféra) CO₂-megkötő képessége? (Ezeknek döntő szerepe van a légkörben maradó üvegházhatású gázok mennyiségére nézve, azonban a CO₂-koncentráció és a hőmérséklet emelkedése, illetve a klímaváltozás egyéb hatásai, pl. a csapadékviszonyok megváltozása következtében elnyelő kapacitásuk változni fog. E változások előrejelzése jelenti jelenleg a klímamodellek egyik legbonyolultabb elemét.)

E három tényező mindegyikével kapcsolatban jelentős a bizonytalanság - az elsőt (klímaérzékenység) a klímamodellek (pl. az IPCC modelljei) explicit módon is megjelenítik és ebből következően nem konkrét értékeket, hanem tartományokat adnak meg a különböző CO₂-koncentrációkhoz tartozó várható hőmérséklet emelkedés mértékét illetően. Ezek a tartományok igen tágak, és főként a felső határ, a klímaváltozás maximális mértékét illetően nagy a bizonytalanság. Azt sem tudjuk pontosan előre jelezni, hogy a globális átlaghőmérséklet egységnyi emelkedése regionális szinten milyen változásokat jelent, ugyanakkor ez is nagymértékben befolyásolja a fellépő károkat.

- Milyen összefüggés van a hőmérséklet emelkedése és a keletkező károk között?

Ezt az összefüggést az úgynevezett kárfüggvénnyel írják le, melyet külön becsülnek az egyes ágazatok vonatkozásában. A károk tekintetében különbséget kell tenni a piaci értékkel bíró veszteségek (pl. mezőgazdasági termelésekiesés, árvízkarok stb.) és a nem piaci veszteségek (pl. egészségügyi károk, ökoszisztémák degradálódása) között, melyeket különféle (környezet)értékelési módszerek segítségével lehet pénzben kifejezni. Noha a módszertanok fejlődésével ez utóbbiak is egyre jobban becsülhetők, a modellek nagy része továbbra is elsődlegesen a piaci értékkel bíró tényezőket veszi figyelembe. A nem piaci tényezők becslésénél gyakori a hasznátvitel eljárásának alkalmazása, melyhez elsősorban az Egyesült Államokból származó adatok állnak rendelkezésre. Itt is jelentős tehát a bizonytalanság, amelyet tovább növel az, hogy empirikus adatok csak egy alacsony hőmérséklet-tartományra vonatkozóan állnak rendelkezésre, ennél nagyobb mértékű hőmérséklet emelkedésre vonatkozóan a kárfüggvény helyállóságát nem lehet ellenőrizni. A károk nagysága nagymértékben függ az alkalmazkodás érdekében tett erőfeszítésektől (pl. árvízvédelem, mezőgazdasági és egészségügyi fejlesztések stb.) is, melyek jövőbeli mértékét szintén becsülni szükséges.

Ahhoz, hogy a károkat összesítsük és mai értékben kifejezzük, olyan döntéseket is meg kell hozni, melyek alapvetően etikai természetűek, vagyis a fenti problémákkal ellentétben itt a tudományos háttér, a modellek és módszertanok fejlődésétől sem várható a bizonytalanság csökkenése.

- Az egyik ilyen kérdés az, hogyan összegezzük a világ különböző részein keletkező károkat? A közzgazdasági értékelés természetéből adódóan ugyanis kisebb pénzbeli értéket vesznek fel azok a károk, amelyek a szegényebb országokban keletkeznek. (Az egészségkárosodás vagy korai halálozás miatt bekövetkező kárt pl. az elveszett munkaórákon keresztül szokás értékelni, ami az alacsonyabb jövedelmi szinttel rendelkező országokban értelemszerűen kisebb, de ilyen különbség valamennyi kártípus és értékelési módszer esetében fennáll.) Ezek a különbségek azonban nyilvánvaló etikai problémákat vetnek fel, amennyiben a veszteségeket globálisan összegezni kívánjuk. A korábbi számítások, mint például az IPCC 2 jelentése ezt a kérdést figyelmen kívül hagyva, egyszerűen összeadta a különböző regionális értékeket, a kritikák hatására ugyanakkor az újabb modellekben általában valamilyen súlyozást alkalmaznak, hogy a szegényebb régiók alacsonyabb kárértékeit is kellő hangsúllyal vegyék figyelembe. Ennek eredményeképpen a globális károkra vonatkozó becslés jelentősen megnő, a súlyozatlan értékek 3-5, de akár 15-szörösére is. A súlyozási módszer kiválasztása tehát alapvetően befolyásolja az eredményeket, az ezzel kapcsolatos döntés ugyanakkor etikai, értékrendbeli kérdés, nem hozható meg objektív tudományos alapon.
- Hasonlóan etikai jellegű kérdéseket vet fel a diszkontráta megválasztása, amellyel a jövőben keletkező veszteségeket mai értékre számítjuk át. Állami projektek esetében a magán beruházásoknál használatos piaci diszkontráta helyett az úgynevezett társadalmi diszkontrátát szokás alkalmazni, mely alacsonyabb és így jobban kedvez a hosszabb távú, jövő generációkat is érintő beruházások megvalósításának. A jövőben jelentkező költségek és hasznok diszkontálásnak két alapvető oka van:

- A gazdaság növekedésének köszönhetően a jövőben várhatóan a mainál magasabb lesz az egyéni fogyasztás, ami a csökkenő határhaszon törvénye miatt azzal jár, hogy egységnyi fogyasztás kisebb hasznosságot eredményez a jövőben, mint a mai alacsonyabb fogyasztási szint mellett.
- Az emberek eredendő türelmetlensége, amely miatt általában preferálják a mai fogyasztást a jövőbelivel szemben (ezt nevezik tiszta időpreferenciának – pure rate of time preference, PRTP).

Egyéni szinten szerepet játszik a diszkontálásban a jövővel kapcsolatos bizonytalanság is, társadalmi szinten azonban ez a tényező szinte elhanyagolható (a klímaváltozás okozta potenciális veszteségekkel csak akkor nem kell szembenéznünk, ha valamilyen váratlan esemény folytán az emberiség korábban kipusztul), így a társadalmi diszkontráta a fenti két tényező függvényeként a következőképpen számítható ki:

$$i = r + \mu g, \text{ ahol}$$

r: a „tiszta” időpreferencia ráta,

g: az egy főre eső fogyasztás növekedésének várható üteme, amely a gazdasági növekedéstől függ

μ : a fogyasztás hasznosságának rugalmassága (lásd pl. Marjainé Szerényi et al., 2005).

A fentiek közül g modellezhető, és μ meghatározásának is vannak empirikus alapjai, ám a konkrét érték kiválasztásánál már szerepet játszanak a jövedelemeloszlás megítélésével kapcsolatos etikai megfontolások is. A leginkább vitatott tényező a tiszta időpreferencia mértéke. Az egyik vélemény szerint empirikusan meg kell határozni azt a rátát, amely mellett az emberek átlagosan hajlandók a jelenbeli fogyasztást későbbre halasztani, és ezt kell alkalmazni a diszkontráta kiszámítása során. Mások szerint az időpreferencia ráta egyrészt nem határozható meg általánosan, mivel egyéntől és a döntési helyzet típusától függően jelentős változékonyságot mutat, másrészt semmi ok nincs arra, hogy a közjóra irányuló fontos döntések alapjául szolgáló tudományos ajánlásokat az egyének irracionális magatartásából vezessük le. Annál is inkább, mivel ebben az esetben a döntés a jövő generációkat is érinti.

Ez utóbbi csoportba tartozik Nicholas Stern, aki a klímaváltozás gazdasági hatásaival kapcsolatos híres tanulmányában a tiszta időpreferencia rátát 0-nak véve (és így összességében 1,4%-os diszkontrátát alkalmazva) jutott arra a következtetésre, hogy a klímaváltozással kapcsolatos, jövőben várható veszteségek nagyságrendje azonnali jelentős befektetéseket indokol a megelőzés érdekében. A diszkontráta megválasztásának jelentőségét jól mutatja, hogy a Stern jelentést kritizáló W.A. Nordhaus gyakorlatilag mindenben hasonló modellt, de magasabb diszkontrátát (4%) alkalmazva merőben eltérő következtetésekre jutott a klímaváltozás megfékezésére szolgáló karbonadó kívánatos mértékét illetően.

A diszkontráta megválasztása tehát jelentősen befolyásolja a klímaváltozás következtében várható veszteségekkel kapcsolatos becslések nagyságrendjét és így az

egységnyi CO₂ kibocsátásához/megkötéséhez tartozó értéket is. A diszkontrátára is igaz ugyanakkor, hogy objektíve „helyes” érték nem létezik, megválasztása mindenképpen elvi, etikai kérdés.

A klímakárok becslésére több átfogó modell készült, melyek megkísérik a fenti tényezőket kezelni, illetve alkalmasak arra, hogy a különböző előfeltevések és paraméterek változtatásának hatásait bemutassák. Ezek az összefoglalóan IAM (integrated assessment model) néven ismert modellek kombinálják a klímaváltozás mértékét és fizikai hatásait előre jelző természettudományos modelleket a gazdasági fejlődést és hatásokat leíró makroökonómiai modellekkel. Ez az átfogó jelleg ugyanakkor a részletesség rovására megy, ezek a modellek ugyanis a kezelhetőség érdekében egy sor egyszerűsítő feltételezéssel élnek, melyek eredményeképpen a tisztán környezeti, illetve tisztán gazdasági modellekhez képest kevésbé kifinomultak (Bonen et al., 2014).

A legjelentősebb IAM-ek a (munkájáért 2018-ban közgazdasági Nobel-díjjal kitüntetett) W. A. Nordhaus nevével fémjelzett, ún. DICE-modell (Dynamic Integrated Climate-Economy Model); az Anthoff és Tol által kidolgozott FUND (Climate Framework for Uncertainty, Negotiation and Distribution) modell, illetve C. Hope PAGE (Policy Analysis of the Greenhouse Effect) modellje (ez utóbbin alapultak a Stern jelentés számításai). A DICE modell az 1990-es évekre vezethető vissza, a másik kettő a 2000-es évek során került kidolgozásra, de azóta mindegyik több fejlesztésen ment keresztül. Közös jellemzőjük, hogy a klímaváltozást negatív externáliaként ragadják meg, céljuk a CO₂-kibocsátás társadalmi költségének („social cost of carbon, SCC) megállapítása, vagyis éppen olyan értékeket adnak eredményül, melyeket az ökoszisztéma értékelésben is fel tudunk használni.

A három modell természettudományos része több közös vonást mutat (bár nem teljesen azonos), a gazdasági részben nagyobbak az eltérések. Ez utóbbi területen a három közül a FUND a legösszetettebb, a DICE a legegyszerűbb, míg a PAGE valahol a kettő között helyezkedik el komplexitás és részletezettség tekintetében. Ugyanakkor a DICE az egyetlen a három közül, mely a gazdaság fejlődését endogén tényezőként kezeli, vagyis figyelembe veszi, hogy a jövőben maga a klímaváltozás is visszahathat a gazdasági növekedés mértékére (Bonen et al., 2014).

A károk tekintetében a modellek elsődlegesen a mezőgazdasági termelés kiesést, a tengerszint emelkedésének, illetve az extrém időjárási jelenségek szaporodásának hatásait, az emberi egészségre gyakorolt hatást, illetve az energiarendszerek (fűtés, hűtés) költségeiben bekövetkező változásokat veszik figyelembe. A várható negatív hatások köre ezzel korántsem teljes, azonban bizonyos károk becsléséhez nem áll rendelkezésre elegendő információ. (Egyik modell sem veszi figyelembe pl. az óceánok savasodásának hatását, pedig ez várhatóan jelentős károkat eredményez a halászatban, de ugyanígy nem képesek a klímaváltozás eredményeképpen potenciálisan kialakuló konfliktusok, illetve migráció hatásainak megragadására sem. A biodiverzitás csökkenéséből fakadó károk egyes modellekben, részlegesen szerepelnek.) További probléma, hogy az integrált modellek természetesen bizonyos késéssel követik a klímaváltozással kapcsolatos természettudományos ismeretek alakulását. E tekintetben különösen a klímaváltozás hatására megjelenő természetes visszacsatolási folyamatok (pl. a permafroszt felengedésével

felszabaduló metán vagy a jégtakaró olvadásának eredményeképpen csökkenő albedó) hatásainak előrejelzése jelent problémát (CarbonBrief, 2017).

Az alábbi táblázat (7. táblázat) a DICE-modell legfrissebb (2016-os) verziójának értékeit mutatja különböző paraméterek mellett. A központi érték 2015-re vonatkozóan 31,2 nemzetközi dollár/tonna CO₂, mely reálértéken⁴ évi 3%-kal emelkedik. Ebben a scenárióban Nordhaus évi 2% körüli gazdasági növekedést feltételez, és ebből, valamint a technológia fejlődésére és a gazdaság dekarbonizációjára vonatkozó előrejelzésekből 2100-ra 4 °C-os hőmérséklet-emelkedés adódik. (Az alapérték kiszámításához a gazdasági növekedés mértékét 2,5 százalékponttal meghaladó, vagyis mintegy 4,5%-os diszkontrátát alkalmaz.) A táblában az is látható, hogy abban az esetben, ha a hőmérséklet emelkedést 2,5 °C alatt kívánjuk tartani, és ennek megfelelő ütemben dekarbonizáljuk a gazdaságot, jóval magasabb értéket kapunk. Ez némileg furcsa, hiszen ebben az esetben az aggregált klímakár nyilván kisebb lesz - Nordhaus cikkében nem ad magyarázatot erre a jelenségre, azonban feltételezhető, hogy a tonnánkénti érték azért ilyen magas, mivel ebben a forgatókönyvben a kibocsátott CO₂ összmenységének sokkal alacsonyabbnak kell lennie (Nordhaus, 2016).

7. táblázat A CO₂-kibocsátás társadalmi költségének becslése a DICE16-os modell alapján

Table 1. Global SCC by different assumptions

Scenario	Assumption	2015	2020	2025	2030	2050
Base parameters	Baseline*	31.2	37.3	44.0	51.6	102.5
	Optimal controls [†]	30.7	36.7	43.5	51.2	103.6
2.5 degree maximum	Maximum [†]	184.4	229.1	284.1	351.0	1,006.2
	Max for 100 y [†]	106.7	133.1	165.1	203.7	543.3
The Stern Review discounting	Uncalibrated [†]	197.4	266.5	324.6	376.2	629.2
Alternative discount rates*	2.5%	128.5	140.0	152.0	164.6	235.7
	3%	79.1	87.3	95.9	104.9	156.6
	4%	36.3	40.9	45.8	51.1	81.7
	5%	19.7	22.6	25.7	29.1	49.2

The SCC is measured in 2010 international US dollars.

*Calculation along the reference path with current policy.

[†]Calculation along the optimized emissions path.

Forrás: Nordhaus, 2016, p. 1521.

A PAGE modell 2009 óta nem változott jelentősen. A modell központi becslése (a 2009-es év értékére vonatkozóan) jóval magasabb a DICE-ből kapott értéknél, 100 USD/tonna CO₂ (az 5-95 percentilis közötti tartomány 12-290 USD). Ez az érték a „business as usual” scenárióra vonatkozik, melyben a globális átlaghőmérséklet közel 4°C-ot emelkedik a század végéig.

⁴ „A reálérték kiszámítása arra való, hogy a pénz értékének változását, tehát az inflációt kiszűrjük két időszak összehasonlításából. A reálérték megegyezik tehát a nominál érték (folyóáras érték) és az infláció hányadosával” (<https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/kozgazdasagtan/makrookonomia-11-evfolyam/osszehasonlitások-a-gazdasagi-novekedes-ingadozasairól/folyoar-es-realertek>).

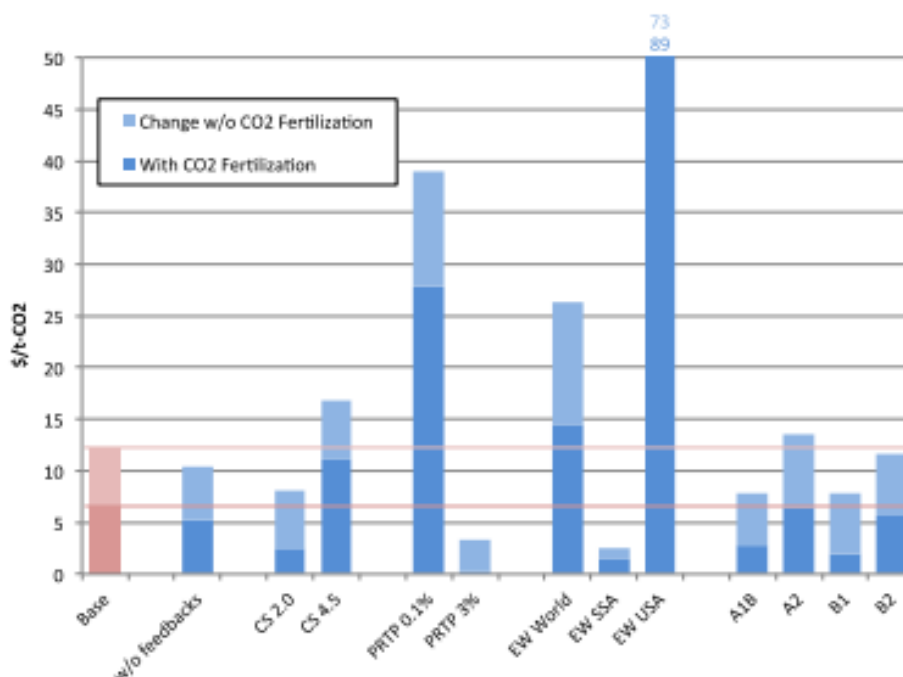
Ebben tehát nincs különbség Nordhaus számításaihoz képest - a két becslés közötti jelentős eltérés nagyrészt abból adódik, hogy Hope alacsonyabb diszkontrátát használ (a tiszta időpreferencia értéke nála átlagosan 1% körüli, míg Nordhausnál 2%), és a károkat regionálisan is súlyozza (a fogyasztás csökkenő határhaszna következtében a szegényebb régiókban bekövetkező veszteség nagyobb súllyal szerepel, mint a gazdagabb térségekben bekövetkező kár). Az alacsony kibocsátású forgatókönyvre vonatkozóan (melyben a globális átlaghőmérséklet emelkedése nem haladja meg a 2°C-ot) egységnyi CO₂-kibocsátás társadalmi költsége jóval kisebb, 50 USD/tonna, ami szintén jelentős eltérés a DICE modellhez képest (Hope, 2011). Ez minden bizonnyal annak tudható be, hogy ebben az összességében nagyobb károkat kimutató modellben a kibocsátások erőteljes visszafogása a károkat is jelentősebben képes csökkenteni (az alacsony kibocsátású forgatókönyvben nyilván akkor kapunk kisebb tonnánkénti értéket, mint a magas kibocsátást és hőmérséklet emelkedést feltételező esetekben, ha a kár nagyobb arányban csökken, mint az össz-kibocsátás mennyisége).

A FUND modell legfrissebb, 3.9-es verziója 2014-ben készült el. A három IAM közül ez adja a legalacsonyabb központi becslést a CO₂ társadalmi költségére, ami 2010-ben tonnánként 6,6 USD (1995-ös értéken számolva) (Waldhoff et al., 2014). Ennél a számításnál a tiszta időpreferencia értéke 1%, vagyis a diszkontrátája 3% körüli, regionális súlyozás pedig nem kerül alkalmazásra. Az alábbi összefoglaló ábrán (1. ábra) számos érzékenységvizsgálat eredményét látjuk, ami segít megmagyarázni az alacsony alapértéket. Minden forgatókönyvnél látható, hogy nagy jelentősége van az ún. „szén-termelékenységi” (carbon fertilization) tényezőnek. Ez arra a jelenségre utal, hogy magasabb légköri CO₂-koncentráció mellett a növények (mivel a fotoszintézis során CO₂-t használnak fel) erőteljesebben növekednek. Ez tehát kedvező hatással van a mezőgazdasági termésátlagokra, illetve bizonyos mértékig képes kompenzálni a klímaváltozás negatív hatásaiból (pl. szárazság) fakadó agrárkárokat.

Az első oszlopban az alapforgatókönyvet látjuk, a másodikban egy olyat, amelyik nem veszi figyelembe az esőerdők kiszáradásából fakadó visszacsatolási folyamatot, míg a harmadik és negyedik oszlop a klímaérzékenység (climate sensitivity, CS) különböző értékeinek hatását mutatja be. Ezt követi a diszkontrátára (illetve a tiszta időpreferenciára, PRTP), majd a regionális súlyozásra (equity weighting, EW) vonatkozó érzékenységvizsgálat. Utóbbi láthatóan szintén nagy hatással bír, hiánya részben megmagyarázza az alapforgatókönyv alacsony értékeit. Az ábra háromféle regionális súlyozást mutat be: az első a világ átlagos jövedelmére korrigálja a károkat, vagyis úgy számol, mintha minden kár a világ valamely átlagos jövedelmű régiójában következne be (tehát a gazdag országokban keletkező károkat le-, az átlagnál szegényebb országokban keletkező károkat pedig felszorozza). Mivel a károk nagyobb része a szegényebb országokban várható, ezért ez a súlyozás jelentősen megnöveli a károk összértékét, és így az egységértékeket is. Az SSA megjelölés Afrika szubszaharai részének, az USA pedig az Amerikai Egyesült Államok átlag jövedelmének megfelelő súlyozást jelent, előbbi értelemszerűen sokkal kisebb, utóbbi pedig sokkal nagyobb kárbecslést eredményez.

1. ábra A CO₂-kibocsátás társadalmi költségének becslése a FUND 3.9-es modell alapján

Figure 1: Estimates of the social cost of carbon dioxide emissions in 2010 (1995\$)



Forrás: Waldhoff et al., 2014, p. 10.

A legérdekesebb az utolsó négy oszlop, melyekben az IPCC különböző forgatókönyveire számolja ki a CO₂ társadalmi költségét. (Az A1B forgatókönyv magas kibocsátásokat és alacsony gazdasági növekedést, az A2 magas kibocsátásokat és magas növekedést, a B1 alacsony kibocsátásokat és alacsony növekedést, a B2 pedig alacsony kibocsátásokat és magas növekedést feltételez.) Azt látjuk tehát, hogy ebben a modellben a CO₂ egységköltségére nem annyira a kibocsátások és a hőmérséklet-emelkedés, mint inkább a gazdasági növekedés mértéke van döntő hatással (magasabb növekedés mellett a veszteség mértéke is nagyobb).

A FUND modell becsléseinek a másik kettőhöz viszonyított alacsony értékét vizsgálva súlyos kritikákat fogalmaz meg Ackerman és Munitz (2016). Felhívják a figyelmet arra, hogy a magas CO₂-koncentráció mezőgazdasági termésátlagokra gyakorolt kedvező hatása, mely a FUND modellben jelentősen csökkenti a klímakárokat, meglehetősen bizonytalan, az újabb tudományos eredmények tükrében mértéke jóval csekélyebbnek tűnik (valószínűsíthető például, hogy magasabb CO₂-koncentráció mellett a gyomnövények is erőteljesebben növekednek). A másik tényező Ackermanék szerint, hogy a FUND modell túlzottan optimista várakozásokkal él a klímakárokat csökkentő adaptációs erőfeszítések jövőbeli mértékére vonatkozóan.

A klímakárok becsléséből származtatott értéket használ referenciaként az OECD is abban a jelentésében, melyben a tagállamok által a gyakorlatban alkalmazott (sokszor indirekt módon, energia, illetve közlekedési adókon keresztül megnyilvánuló) karbon-árak elégségességét vizsgálja. A dokumentum két konkrét értéket nevez meg, 30 EUR/tonnát, mint a 2018-ra

vonatkozó becslések alsó értékét, illetve 60 EUR/tonnát, mint a 2020-ra vonatkozó becslések közép- (illetve a 2030-ra vonatkozó becslések alsó) értékét. A dokumentum ugyanakkor semmilyen utalást nem tartalmaz arra vonatkozóan, honnan származnak, milyen modelleken alapulnak a fenti értékek (OECD, 2018).

A klímakárokkal kapcsolatos előrejelzések máig legátfogóbb áttekintését adja Tol (2009). Cikkében kilenc olyan tanulmányt összegez, melyek a klímaváltozásból eredő károkon keresztül határozzák meg az egységnyi CO₂ társadalmi költségét - nagyrészt a fent bemutatott három IAM modell valamelyikének segítségével. A tanulmányok mindegyike több különböző számítást végez különböző előfeltevések mellett, így összesen 232 különböző becslést tartalmaznak a CO₂ árára vonatkozóan, melyeket Tol az alábbi táblázatban (8. táblázat) foglal össze (1995-ös USD értékeken számolva). Jól látható, hogy a becslések tartománya rendkívül tág, az értékek olyan erősen szórnak, hogy nem lehetséges a középértékekre alapozva megbízható módon megállapítani a „helyes” összeget. (Tol megállapítja, hogy a számtalan (fent bemutatott) bizonytalansági tényező közül leginkább a diszkontráta megválasztása, illetve a regionális súlyok alkalmazása vagy ennek hiánya okozza a legnagyobb eltéréseket.) Ahogy fentebb is említettük, különösen nagy a bizonytalanság a becslések felső határával kapcsolatban (maximális károk és az ezekhez tartozó maximális CO₂-értékek, lásd a táblában a 90-99. percentilishez tartozó rendkívül magas értékeket). Mindehhez még hozzá kell tenni, hogy a hőmérséklet-emelkedést illetően a bemutatott becslések viszonylag szűk scenáriókon (1-3°C-os melegedés) alapulnak, a valós bizonytalanság ezért a lent bemutatottnál is jóval nagyobb. (Tol továbbá azt is megjegyzi, hogy a klímakárok globális modellezésével foglalkozó tudományos közösség meglehetősen szűk körű, kevés szereplőből áll, emiatt fennáll a csoportgondolkodásból fakadó torzítások veszélye is.)

8. táblázat A CO₂-kibocsátás társadalmi költségére vonatkozó különféle becslések összevetése Tol (2009) szerint

The Social Cost of Carbon
(measured in \$/tC)

	Sample (unweighted)				Fitted distribution (weighted)			
	All	Pure rate of time preference			All	Pure rate of time preference		
		0%	1%	3%		0%	1%	3%
Mean	105	232	85	18	151	147	120	50
Standard Deviation	243	434	142	20	271	155	148	61
Mode	13	—	—	—	41	81	49	25
33 rd percentile	16	58	24	8	38	67	45	20
Median	29	85	46	14	87	116	91	36
67 th percentile	67	170	69	21	148	173	142	55
90th percentile	243	500	145	40	345	339	272	112
95 th percentile	360	590	268	45	536	487	410	205
99th percentile	1500	—	—	—	1687	667	675	270
N	232	38	50	66	—	—	—	—

Forrás: Tol, 2009, p. 41.

A klímakárokon alapuló megközelítés jelentős bizonytalanságait látva egyes kutatók fontosnak tartják a modellek további fejlesztését, melytől a becslések pontosabbá válását várják (és megjegyzik, hogy a modellekben megjeleníthető károk körének bővülésével várhatóan a CO₂ társadalmi költségére vonatkozó értékek is nőni fognak) (Revesz et al., 2014). Más vélemények szerint viszont a bizonytalanság oly mértékű, hogy a becslések nem képesek (és a jövőben sem lesznek képesek) használható iránymutatást nyújtani a klímapolitika számára, ezért azt javasolják, hogy elsődlegesen a katasztrofális következmények bekövetkezésének valószínűségéből kell kiindulni, és olyan politikát választani, ami az ezzel kapcsolatos kockázatokat elfogadható szinten tartja (Heal és Millner, 2014). Az ehhez szükséges kibocsátáscsökkentést kell aztán a lehető legköltséghatékonyabb módon megvalósítani – ez a megközelítés pedig elvezet a CO₂-ár meghatározásának másik gyakran használt módszeréhez, az elkerülési/megelőzési költségeken alapuló számításához, amit a következő alfejezetben ismertetünk.

A klímaszabályozási szolgáltatás értéke a megelőzési költségek alapján

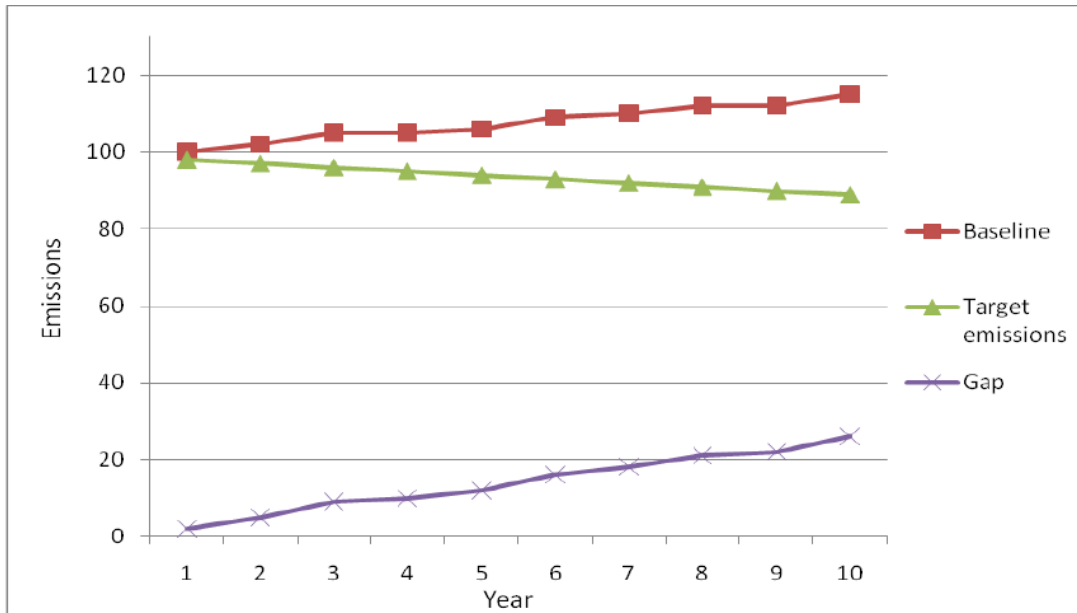
A klíma-mitigáció mint ökoszisztéma-szolgáltatás közgazdasági értékelésére kínálózó másik költség alapú módszer a megelőzési költségekből indul ki. Ebben az esetben nem a CO₂-kibocsátás társadalmi költségének megállapítására és az externália internalizálása törekszünk, hanem előzetesen meghatározunk egy klímacélt (általában a párizsi egyezmény által kitűzött 1,5-2°C-os célból szokás kiindulni), és az ennek eléréséhez szükséges költségek alapján meghatározzuk azt a CO₂-árat, melynek alkalmazása esetén a gazdasági szereplők elvégeznék a szükséges mértékű kibocsátáscsökkentő beruházásokat (vagyis az utolsó egység CO₂-kibocsátás elhárításának határköltségét). Az alábbi ábrákon (2. ábra, 3. ábra) látható a CO₂ egységárának levezetése az elkerülési költségek alapján. (Az ezzel a módszerrel meghatározott értékre az eltérő elméleti megközelítésből fakadóan a szakirodalom nem a CO₂ társadalmi költsége – social cost of carbon –, hanem többnyire a CO₂-kibocsátás árnyékára – shadow price of carbon – kifejezést használja.) Ennek kiszámításához első lépésként meg kell határozni az elhárítás szükséges mértékét, ami a kibocsátások beavatkozás nélkül várható alakulása (a „business as usual” forgatókönyv) és a klímacélok által megkövetelt kibocsátáscsökkentési pálya közötti eltérésből adódik (2. ábra). (A „business as usual” forgatókönyv meghatározása tehát fontos része a megelőzési költségeken alapuló becslésnek, az ezzel kapcsolatos várakozások jelentik ennél az eljárásnál a bizonytalanság egyik fő forrását (Sathaye és Shukla 2013)). A CO₂-kibocsátás ára (a lenti ábrán SPC-vel jelölve) az elhárítás szükséges mértékéből és az elhárítási határköltségek alakulásából adódik, melyet az elhárítási határköltségek függvénye (Marginal Abatement Cost, MAC)⁵ jellemez (3. ábra). (Minél nagyobb mértékű elhárításra van szükség, annál nagyobb lesz az utolsó egység elhárításának költsége.)

A károk alapján számított CO₂-értékekhez hasonlóan az elkerülési költségeken alapuló értékekre is jellemző az időbeli emelkedés. Az ok ebben az esetben tehát az, hogy a teljes

⁵ Az MAC függvénye azt mutatja meg, hogy egy adott technológiával a szennyezés további egy egységének elhárítása milyen többletköltséget eredményez.

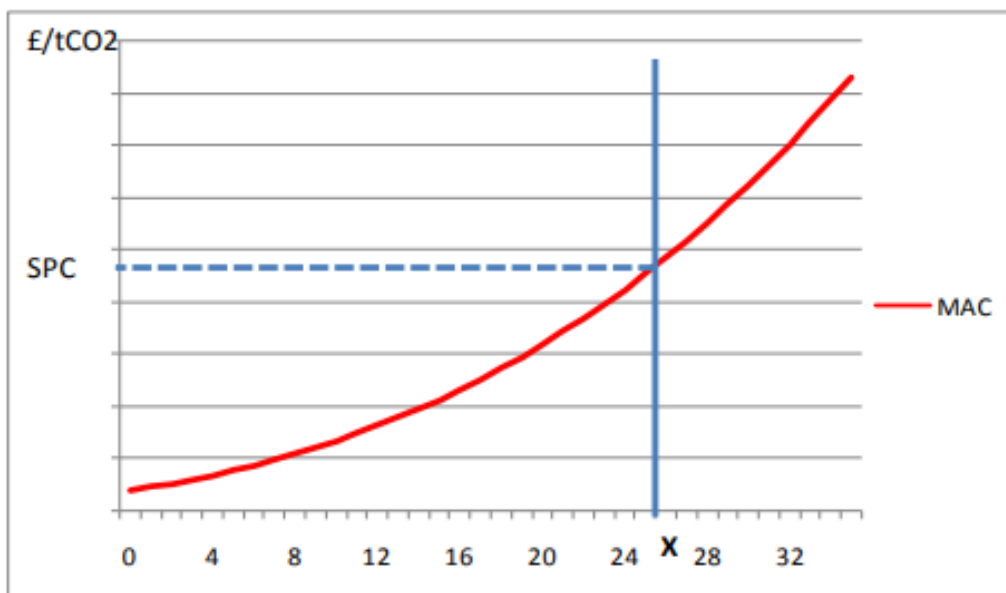
elhárítás felé közeledve a határköltések nőnek, vagyis a mitigációs technológiák közül először az alacsonyabb költségűek kerülnek alkalmazásra, az idő előrehaladtával azonban a magasabb költségű megoldások megvalósítása is szükségessé válik a kitűzött dekarbonizációs pálya tartásához.

2. ábra Az elhárítás szükséges mértékének megállapítása a CO₂ árnyékárának meghatározásához



Forrás: DEEC, 2009, p. 38.

3. ábra A CO₂ árnyékárának meghatározása az elhárítás szükséges mértékének és költségeinek függvényében



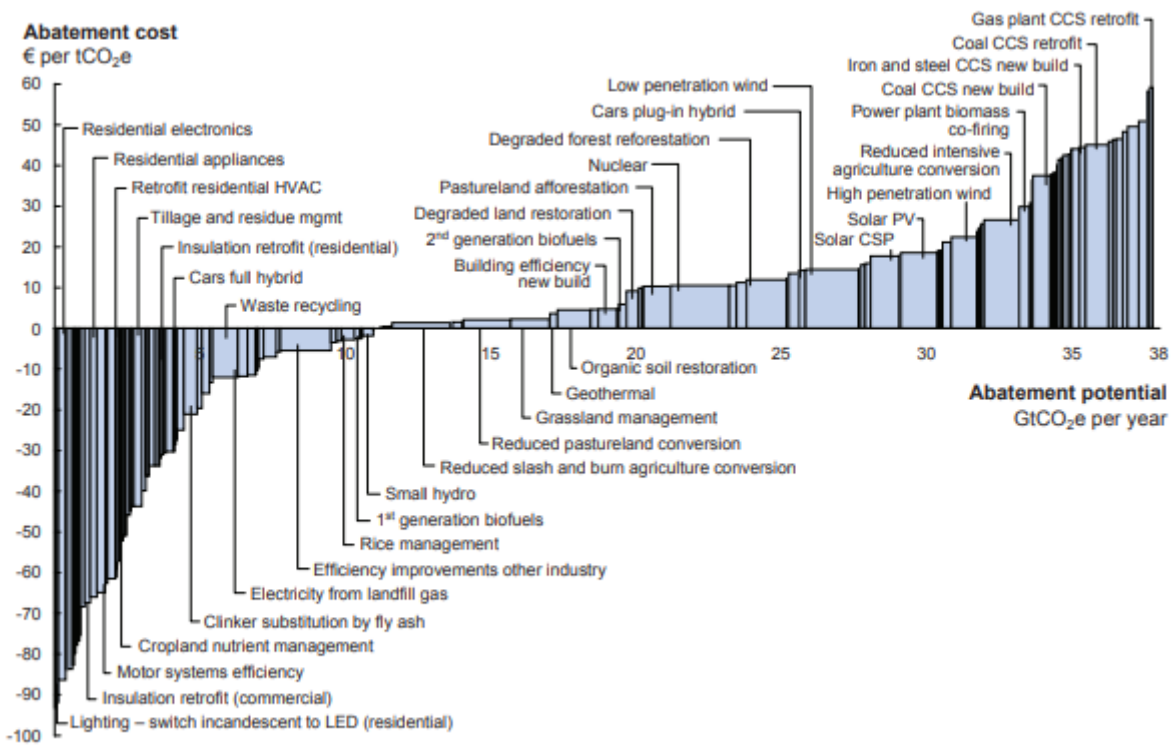
Forrás: DEEC, 2009, p. 38.

A megelőzési költségek, illetve a szükséges mértékű kibocsátás-csökkentésnek megfelelő CO₂-árnyékár megállapítására két alapvető módszer létezik, az ún. „bottom-up” (a részadatokból építi fel egyre magasabb szinten az adatokat), illetve a „top-down” megközelítés (egy nagyobb mértékű aggregáltságú adatból számítja ki a kisebb egységek értékeit). A „bottom-up” megközelítésben a kibocsátás csökkentésére az egyes ágazatokban rendelkezésre álló technológiai lehetőséget gyűjtik össze. A különböző megoldásokban rejlő kibocsátás-csökkentési potenciál becslését követően ezeket egységköltség szerint sorba rendezve megkapjuk az elkerülési költségek függvényét, ami megmutatja, hogy a szükséges mértékű elhárítás bekövetkezéséhez milyen CO₂-ár tartozik.

E megközelítés legismertebb képviselője McKinsey 2009-es tanulmánya (McKinsey & Company, 2009), melynek fő eredményét az alábbi ábra mutatja (4. ábra). (Ezek globális értékek, az egyes megoldások megvalósításának költsége természetesen jelentős eltéréseket mutathat a világ különböző tájain.) (Érdekes, hogy számos olyan kibocsátás-csökkentési lehetőséget azonosítanak, melyek költsége negatív (ami annyit jelent, hogy a szennyezés elhárítása haszonnal jár költség helyett) - a közgazdasági racionalitás alapján ilyeneknek nem szabadna létezni (illetve kiaknázatlanul maradni), hiszen a gazdasági szereplőknek a klímapolitikától függetlenül is érdeke lenne ezek megvalósítása. Hogy ez a gyakorlatban miért nem történik meg, annak számos indoka lehet, melyek közül talán a legfontosabb a kezdőtőke rendelkezésre állásának hiánya - jelen tanulmánynak azonban nem célja e kérdés részletes vizsgálata.)

4. ábra Az ÜHG-kibocsátás csökkentésének globális költségfüggvénye McKinsey szerint

Global GHG abatement cost curve beyond business-as-usual – 2030



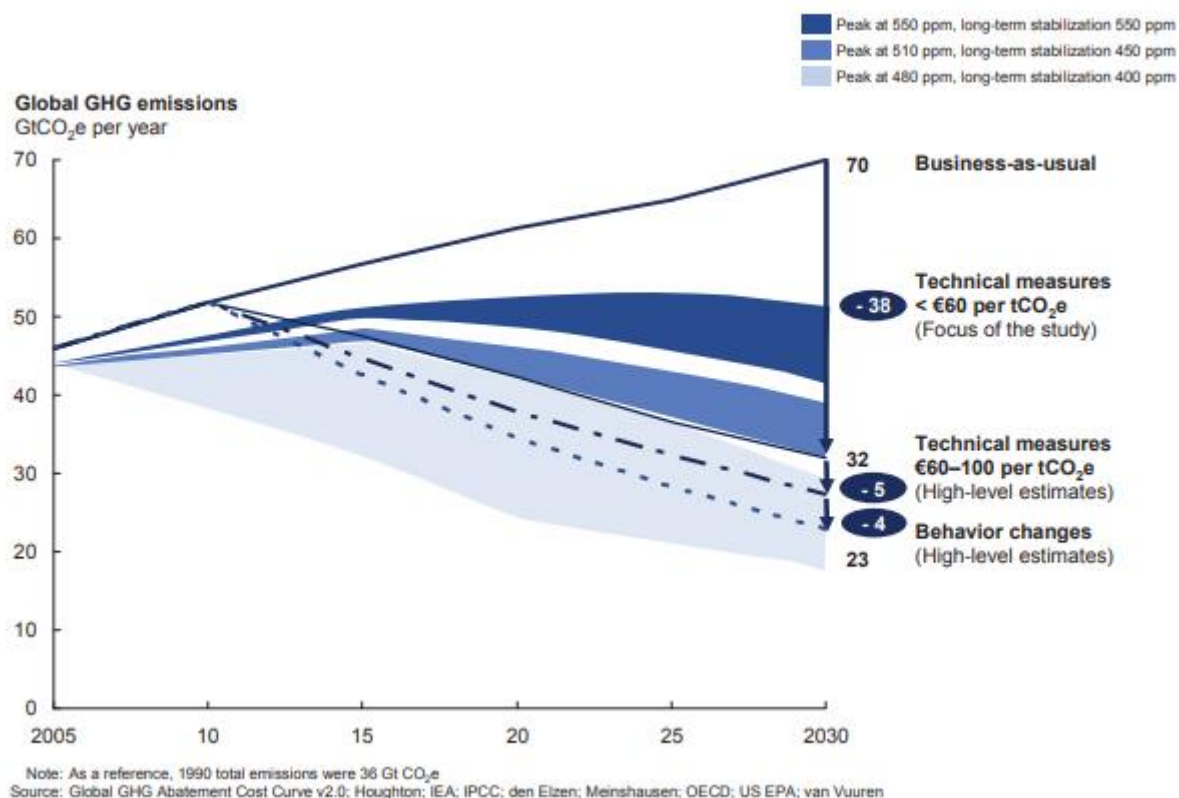
Note: The curve presents an estimate of the maximum potential of all technical GHG abatement measures below €80 per tCO₂e if each lever was pursued aggressively. It is not a forecast of what role different abatement measures and technologies will play.
Source: Global GHG Abatement Cost Curve v2.0

Forrás: McKinsey & Company, 2009, p. 7.

A tanulmány 60 EUR/t költségig vizsgálja a rendelkezésre álló kibocsátáscsökkentési lehetőségeket, és megállapítja, hogy mindezek kiaknázása közel elegendő lenne egy olyan dekarbonizációs pályán való elinduláshoz (a tanulmány időhorizontja csupán 2030-ig terjed), amely az IPCC szerint valószínűleg biztosítja, hogy a globális hőmérséklet emelkedés ne haladja meg a 2°C-ot. (A teljes megfeleléshez az alábbi ábra tanulsága szerint szükség lenne a 60-100 EUR/t tartományba tartozó megoldások megvalósítására is (5. ábra)).

5. ábra Az ÜHG kibocsátások alakulása különböző klímaforgatókönyvekben, és az ezekhez tartozó árnyékarak McKinsey szerint

Emissions relative to different GHG concentration pathways



Forrás: McKinsey & Company, 2009, p. 10.

Hasonló megközelítést alkalmaz a nemzetközi energiaügynökség (IEA) is a 2012-es jelentésében. Itt az IEA egy olyan forgatókönyvből indul ki, melyben a hőmérséklet-emelkedés 80%-os valószínűséggel 2°C alatt tartható, és a különböző elhárítási technológiák határkölségei alapján kiszámolják, milyen CO₂-ár lenne szükséges a megfelelő mértékű kibocsátáscsökkentés megvalósulásához. Az alábbi táblázatból (9. táblázat) kiolvasható, hogy 2020-ra 30-50 USD, 2030-ra viszont már 80-100 USD/t körüli CO₂-ár kellene ahhoz, hogy az megfelelően ösztönözze a gazdasági szereplőket a különféle mitigációs technológiák alkalmazására (kezdetben megvalósítva a legolcsóbbakat, majd fokozatosan haladva a drágább megoldások felé – ezekre olvashatunk példákat szektoronként a táblázat alsó részében). Természetesen a Nemzetközi Energiaügynökség csak az energia-eredetű ÜHG-kibocsátásokat vizsgálja, a tanulmányban meg is jegyzik, hogy a felvázolt scenárió

megvalósulásának feltétele a többi (pl. a mezőgazdaságból származó) kibocsátás egyidejű, arányos csökkentése (IEA, 2012).

9. táblázat A CO₂ árnyékárának alakulása egy 2°C-os forgatókönyvben a Nemzetközi Energiaügynökség becslései alapján

	2020	2030	2040	2050
Marginal cost (USD/tCO₂)	30-50	80-100	110-130	130-160
Energy conversion	Onshore wind Rooftop PV Coal w CCS	Utility scale PV Offshore wind Solar CSP Natural gas w CCS Enhanced geothermal systems	Same as for 2030, but scaled up deployment in broader markets	Biomass with CCS Ocean energy
Industry	Application of BAT in all sectors Top-gas recycling blast furnace Improve catalytic process performance CCS in ammonia and HVC	Bio-based chemicals and plastics Black liquor gasification	Novel membrane separation technologies Inert anodes and carbothermic reduction CCS in cement	Hydrogen smelting and molten oxide electrolysis in iron and steel New cement types CCS in aluminium
Transport	Diesel ICE HEV PHEV	HEV PHEV BEV Advanced biofuels	Same as for 2030, but wider deployment and to all modes	FCEV New aircraft concepts
Buildings	Solar thermal space and water heating Improved building shells	Stability of organic LED System integration and optimisation with geothermal heat-pumps	Solar thermal space cooling	Novel buildings materials; development of "smart buildings" Fuel cells co-generation

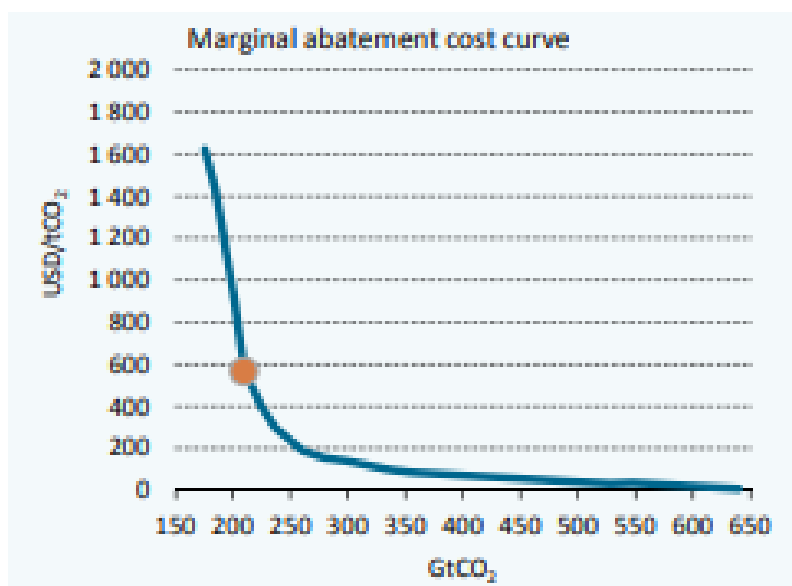
Notes: HVC = high-value chemicals, FCEV = fuel-cell electric vehicle, LED = light emitting diode.

Forrás: IEA, 2012, p. 47.

Az IEA későbbi jelentéseiben nem közöl hasonló számításokat, a 2017-es jelentésben egyedül az erőművi szektorra találunk a CO₂-árra vonatkozó becslést, ami az alábbi ábrán látható (6. ábra). Ebben a tanulmányban az IEA megvizsgálja egy ambiciózusabb, 1,75°C-os melegedést célul kitűző forgatókönyv megvalósulásának költségeit is, ezt jelöli az ábrán a sárga pont - látható, hogy az elhárítás mértékének növekedésével annak határkölsége exponenciálisan nő, az 1,75°C-os forgatókönyv tehát az erőművi szektorban rendkívül magas, 600 USD/t körüli CO₂-árat feltételez.

Az alulról felfelé építkező („bottom-up”) megközelítés előnye, hogy részletesen vizsgálja a különféle mitigációs technológiák sajátosságait. Hátránya viszont, hogy ezek a modellek nem tartalmaznak semmilyen visszacsatolást a makrogazdasági rendszer felé. A „top-down” megközelítés ezzel szemben a teljes gazdaság fejlődésének kereteibe ágyazva vizsgálja a különböző dekarbonizációs pályák költségeit, figyelembe véve az egyes ágazatok közötti kapcsolatokat, a nemzetközi energiapiac alakulását stb. (Sathaye és Shukla, 2013).

6. ábra Az elhárítási határkölségek alakulása az erőművi szektorban a Nemzetközi Energiaügynökség becslései szerint



Forrás: IEA, 2017, p. 287.

Az ÜHG-kibocsátások elkerülése költségeit vizsgáló 26 tanulmány eredményeit összegzi Kuik et al. (2008). (Ezek között egyaránt találhatóak top-down és bottom-up szemléletű modellek.) Az egységnyi CO₂ elkerülési költségére vonatkozó összesítést az alábbi táblázat tartalmazza (10. táblázat). Látható, hogy a becslések tartománya itt is meglehetősen tág, de még mindig szűkebb, mint a kár alapú modellek esetében. Hozzá kell tenni, hogy az összesített tanulmányok túlnyomó többsége 3-3,5°C-os klímacélon alapult, mindössze egy volt közöttük, mely a 2°C-os scenárióval konzisztens kibocsátás-csökkentési célból indult ki. (Az elemzés nem meglepő módon kimutatta, hogy az ambiciózusabb cél magasabb egységköltségeket eredményez.) Az eredmények további érdekessége, hogy nem találtak szignifikáns különbséget az elkerülési költségek tekintetében a modellek típusai (top-down vagy bottom-up) alapján.

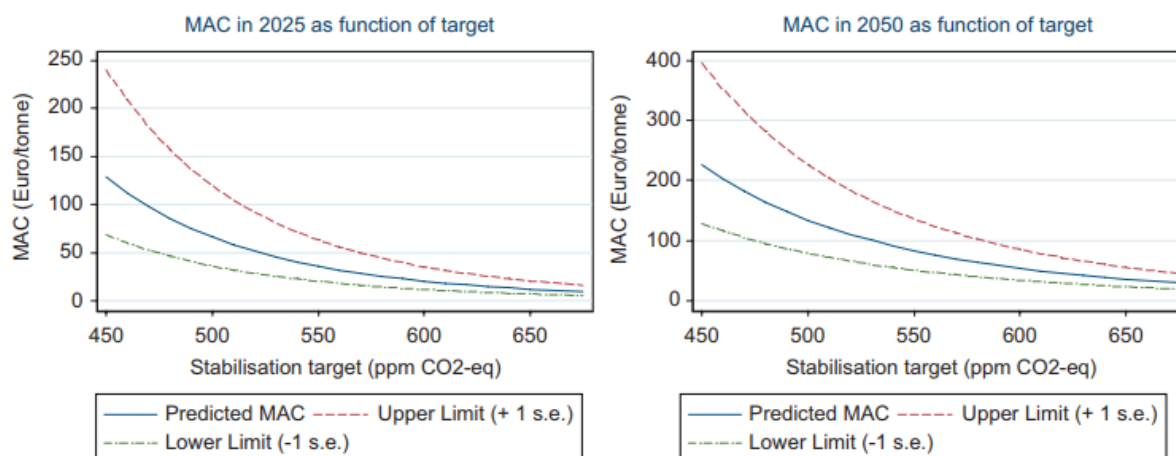
10. táblázat A CO₂-kibocsátás árnyékárára vonatkozó különféle becslések összevetése Kuik et al. (2008) szerint

	2025		2050	
	Full database	Restricted database	Full database	Restricted database
Mean	23.8	23.8	63.0	55.8
Median	16.2	16.2	34.6	32.2
Maximum	119.9	119.9	449.3	209.4
Minimum	0.0	0.4	1.4	1.4
St.dev.	26.7	27.9	72.5	52.9
N	62	47	62	49

Forrás: Kuik et al. 2008, p. 5.

Az elemzést továbbfejlesztve Kuik és szerzőtársai (2009), a rendelkezésre álló értékek alapján felállítottak egy meta-regressziós függvényt, mely a vizsgált tanulmányok segítségével becsülni képes az egyes modellparaméterek (pl. a klímacél) hatását a kapott értékekre. Ennek eredményeképpen a 450 ppm-es (nagyjából a 2°C-os melegedésnek megfelelő) célhoz 2025-re 129 EUR, 2050-re pedig 225 EUR/t CO₂-ár tartozik (2005-ös értéken).

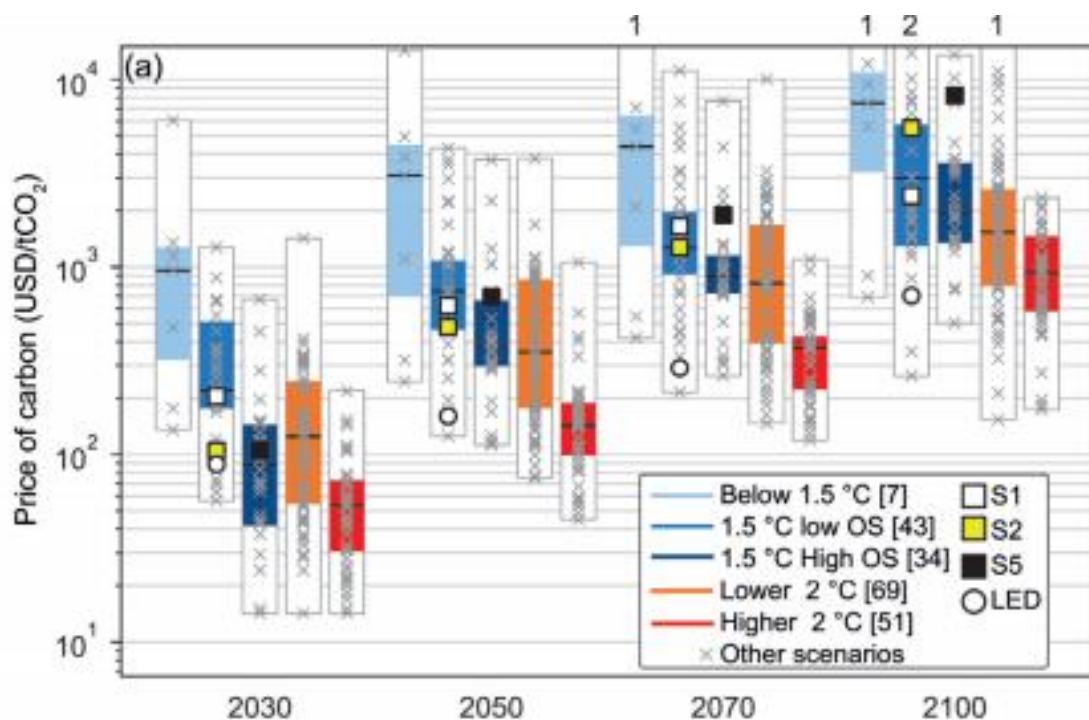
7. ábra A CO₂-árnyékár és a klímacélok kapcsolata Kuik et al. (2009) szerint



Forrás: Kuik et al., 2009, p. 1401.

A megelőzési költségekből kiinduló CO₂-árnyékárakat közöl az IPCC is legfrissebb elemzésében (melyben a 1,5 °C-os hőmérséklet emelkedést veszi górcső alá). A jelentés a szakirodalomból ismert, nagyszámú, különböző modellek becsléseit szintetizálja különböző forgatókönyvekre vonatkozóan, az eredmények az alábbi ábrán láthatók (8. ábra). Kék színnel jelölték a 1,5 °C-os (rendkívül nehezen megvalósítható) forgatókönyveket (ezeken belül az “OS” – overshoot – rövidítés azokat a scenáriókat jelöli, amelyek megengedik, hogy a XXI. század folyamán a hőmérséklet-emelkedés átmenetileg túllépje a 1,5 fokot, mielőtt ismét ez alá csökken). A narancssárga jelölés azokat a forgatókönyveket mutatja, amelyekben a felmelegedés minimum 66%-os valószínűséggel 2 °C alatt marad, a pirossal jelölt esetekben ennek valószínűsége csupán 50-66%. A medián értékeket nézve látható, hogy a 2 °C-ot nagyobb valószínűséggel biztosító forgatókönyvhöz 2030-ra kb. 140 USD/t CO₂-ár tartozik, a becslések tartománya azonban mindenütt igen tág (a bizonytalanságnak számos forrása van, azonban az IPCC szerint ezek közül a technológiai fejlődéssel kapcsolatos várakozások szerepe a legjelentősebb) (IPCC, 2018).

8. ábra A különböző klímacélokhoz tartozó CO₂-árnyékárak az IPCC szerint



Forrás: IPCC, 2018, p. 153.

Szintén a 2 °C-os párizsi klímacélból vezet le a javasolt CO₂-árat a Világbank által felkért bizottság (High Level Commission on Carbon Prices, elnökei Joseph Stiglitz és Nicholas Stern). A jelentés konklúziója, hogy 2020-ra minimum 40-80 USD/t, 2030-ra pedig minimum 50-100 USD/t CO₂-ár lenne szükséges a kibocsátások megfelelő mértékű csökkentéséhez. (Bár a jelentés nem számol be explicit módon arról, hogyan vezet le ezeket az értékeket, láthatóan a bottom-up és a top-down típusba tartozó modellekből egyaránt merít, hivatkozik pl. az IEA fent bemutatott tanulmányára és az IPCC korábbi, 2014-es jelentésére (Stern és Stiglitz, 2017)).

Végül meg kell jegyezni, hogy a CO₂ árának megállapítására a modellszámításokon túl kínálkozik egy olyan lehetőség is, amely tényleges piaci árakon alapul, nevezetesen a létező karbonpiacok kvótaárainak használata. Ezt a lehetőséget az elkerülési költség-alapú megközelítések között tárgyaljuk, hiszen a kvótakereskedelmi rendszerek logikája éppen az, hogy a kibocsátási kvóták egységára a piacon a kvóták (valamilyen klímacél alapján külsőleg meghatározott) mennyisége és a rendszerben részt vevő gazdasági szereplők kibocsátás-csökkentési határköltségének függvényében alakul ki.

Ma világszerte több, földrajzi és szektorális lefedettségét tekintve különböző kvóta kereskedelmi rendszer létezik, melyekben explicit - noha erősen ingadozó - ára van a CO₂-kibocsátásoknak. Ezek közül a legjelentősebb (és számunkra mindenképpen legrelevánsabb) az Európai Unió emisszió kereskedelmi rendszere (ETS), melyben jelenleg az EU ÜHG-kibocsátásnak közel feléért felelős mintegy 12 000 nagy kibocsátó vesz részt (erőművek, jelentős energiafogyasztással rendelkező ipari létesítmények, légitársaságok). A kvóta árak alakulását az elmúlt tíz év folyamán az alábbi ábra mutatja (9. ábra). Látható, hogy az ár

erőteljesen ingadozik, sokáig alacsony szinten volt, az utóbbi másfél év jelentős emelkedését követően ma 20-25 EUR körül mozog.

9. ábra Kvótaárak alakulása az EU ETS-ben



Forrás: Markets Insider, 2019. 6. 24.

Ez az instabilitás megkérdőjelezi a kvótaáraknak az ökoszisztéma-szolgáltatás értékelésében való használhatóságát, továbbá az is probléma, hogy semmilyen információt nem ad az ETS-rendszeren kívüli ágazatok elkerülési költségeiről. Ami a korábbi alacsony kvótaárakat illeti, ez arra vezethető vissza, hogy az EU ETS rendszer kezdettől a kvóták túlkínálatával küzd (ami részben a tagállamok általi túlallokáció, részben a 2008/9-es gazdasági válság miatti keresletcsökkenés következménye, részben pedig abból fakad, hogy a rendszer megengedi a kyotói „tisztá fejlesztési mechanizmus” keretében szerzett kvóták elszámolását, és így a kvóták száma az EU által kibocsátott mennyiség fölé bővíthető). Az utóbbi időben az ár azért emelkedett jelentősen, mert az EU bejelentette egy úgynevezett stabilitási tartalék létrehozását, amely a közeljövőben jelentősen csökkenteni fogja a piacon levő kvóták számát. Mindez rávilágít arra a problémára, hogy a kvóták mennyisége és így a kvótakereskedelemben megfigyelhető árak nem tisztán következnek az átfogó klímacélokból, azokat számos gyakorlati részlet „eltérítheti”, vagyis nem tekinthetők az adott klímacélhoz tartozó valódi árnyékárnak.

A klímaszabályozási szolgáltatás értéke fizetési hajlandóság vizsgálatok alapján

Noha a „hivatalos” értékelések (pl. Világbank, OECD, állami projektek) esetében a költségalapú módszerek dominálnak, a szakirodalomban bőven található példát a klímaváltozás megelőzésének értékét keresleti görbe alapján becslő módszerrel vizsgáló kutatásokra is.

Ezek jelentős része azonban a kérdésfeltevés módja miatt nem alkalmas arra, hogy megállapítsuk az 1 tonna CO₂ elkerülésével/megkötésével kapcsolatos értéket. Számos kutatás indirekt módon (pl. a tiszta energián keresztül) vizsgálja a klíma-mitigációval kapcsolatos fizetési hajlandóságot (Solomon és Johnson, 2009, Kraeusel és Möst, 2012, Aldy és Kotchen, 2012), vagy valamilyen összetett jószág egyik, el nem különíthető szolgáltatásaként (pl. Horton et al., 2003, Anup et al., 2014). Azok között, amelyek kimondottan az ÜHG kibocsátás csökkentésének vagy megkötésének értékét vizsgálják, szintén vannak olyanok, amelyek nem egy egységre vonatkoztatva, hanem pl. százalékos csökkentést előírányzó programokra vizsgálják a támogatási hajlandóságot (Carlsson et al., 2010, Kotchen et al., 2013, Yang et al., 2014). Az alábbiakban azokat a kutatásokat mutatjuk be, amelyek tartalmazznak 1 t CO₂-egyenértékre vonatkozó konkrét becslést.

Brouwer és szerzőtársai (2008) a légitözlekedésből eredő CO₂-kibocsátások ellentételezésével kapcsolatos fizetési hajlandóságot vizsgálták az amszterdami repülőtér utasai közül véletlenszerűen kiválasztott 400 fős mintán. A hipotetikus scenárióban a felajánlott kompenzáció összegét az utazás során kibocsátott mennyiségnek megfelelő CO₂-t megkötni képes fák ültetésére fordítanák, melyet a repülőjegy árába beépített, távolsággal arányos karbon adó formájában kellene megfizetni. A megkérdezettek által átlagosan felajánlott összeg 25 EUR/tCO₂-nek felelt meg. Hasonló, a repülésből származó CO₂-kibocsátás ellentételezését vizsgáló kutatást végzett az Egyesült Királyságban MacKerron et al. (2009), egy kizárólag fiatal (18-34 év közötti) értelmiségiekből álló mintán (online kérdőív segítségével, a válaszadók száma 326 fő volt), itt 24 GBP/t CO₂ lett az átlagos fizetési hajlandóság.

Achtnicht (2012) egy autóvásárlással kapcsolatos feltételes választási kísérlet keretében vizsgálta az alacsonyabb CO₂-kibocsátással kapcsolatos fizetési hajlandóságot (egy egész Németországra kiterjedő 600 fős, nem reprezentatív mintán). A mintát két csoportra osztotta aszerint, hogy magasabb vagy alacsonyabb nagyságrendű összeget terveznek autóvásárlásra fordítani. Az alacsonyabb kategóriában 12,79 EUR medián fizetési hajlandóság adódott 1 gCO₂/km kibocsátás csökkentésre, ami a német autótulajdonosok által egy év alatt átlagosan megtett távolsággal számolva 89,44 EUR t/CO₂-nek felel meg. A magasabb kategóriában ugyanez 36,65 és 256,29 EUR volt. Ezek az értékek rendkívül magasak, amit a szerzők részben a kísérlet feltételes jellegével, részben pedig az autós közlekedés környezeti hatásaira napjainkban irányuló fokozott figyelemmel magyaráznak. (A valóságban természetesen az alacsonyabb CO₂-kibocsátás alacsonyabb üzemanyag fogyasztással és így költséggel is jár együtt, vagyis a klíma védelmén túl egyéb előnyöket is jelent a fogyasztónak, a kísérletben alkalmazott választási scenáriókban azonban ezt a két jellemzőt egymástól függetlenül változtatták.)

Kifejezetten a talajok CO₂-megkötő képességének növelésével kapcsolatos fizetési hajlandóságot vizsgálta Glenk és Colombo (2010) Skóciában, 648 fős reprezentatív mintán. A résztvevőket feltételes választási kísérlet formájában kérdezték arról, milyen mértékű adóemelést fogadnának el egy olyan program megvalósítása érdekében, mely a talajok CO₂-elnyelését fokozva bizonyos százalékkal csökkentené az ország nettó kibocsátását. A %-os csökkentésre vonatkozó átlagos fizetési hajlandóságot abszolút értékekre átszámolva 38 GBP adódott 1 tonna CO₂-re vonatkozóan.

Ugyancsak a (mezőgazdasági) talajok által megkötött CO₂-re vonatkozó fizetési hajlandóságot vizsgálták Kragt és társai (2016) Ausztráliában. A korra és nemre reprezentatív, 929 fős mintán feltételes választásos kutatást végeztek, ahol a klímabarát mezőgazdasági gyakorlatokat szintén adóemelés formájában kellett volna finanszírozni. 1 tonna CO₂ megkötéséért a megkérdezettek átlagosan 1,13 AUD-t ajánlottak fel.

Rodríguez-Entrena és társai (2014) Andalúziában, 638 fős reprezentatív mintán vizsgálták a lakosság CO₂-megkötéssel kapcsolatos fizetési hajlandóságát. A feltételes választás során olyan scenáriókat vázoltak fel, melyekben az olajfaligetekben alkalmazott mezőgazdasági gyakorlatok fejlesztésével növelnék a megkötött CO₂ mennyiségét, és ezért cserébe magasabb adót kellene fizetni. A fizetést visszautasítók aránya igen magas, 46%-os volt, ám a zéró összegű felajánlásoknak kevesebb mint a fele volt érvényesnek tekinthető (erről a problémáról lásd alább), így az átlagos fizetési hajlandóság számításánál csak ezeket vették figyelembe. A CO₂ tárolásának értékére így átlagosan 20 EUR/tonna összeget kaptak.

Löschel et al. (2013) kutatása annyiban kivételesnek tekinthető, hogy itt ténylegesen sor került a felajánlott összegek beszedésére, tehát nem hipotetikus, hanem valós körülmények között került sor a vizsgálatra. A felmérésre Mannheim városában került sor, 202 fős, korra és nemre reprezentatív mintán. A válaszadóknak azt a lehetőséget ajánlották fel, hogy kvótákat vásároljanak az EU szén-dioxid kereskedelmi rendszerek (ETS) keretében, melyeket aztán kivonnak a forgalomból (erre az ETS keretében lehetőség van), így csökkentve a vállalatok számára rendelkezésre álló kvóta mennyiségét, és ezáltal a szennyezést. A fizetési hajlandóság megállapítására különböző árakon ajánlották fel a kvótavásárlási lehetőséget, a résztvevőknek tehát azt kellett eldönteni, hogy öt különböző ár mellett hány kvótát vásárolnak. A vizsgálat végén a résztvevők ténylegesen befizették a felajánlott összeget, melyet a kutatók valóban kvótavásárlásra és bevonásra fordítottak. Ilyen feltételek mellett a résztvevők 63%-a zéró összeget ajánlott fel, a medián WTP tehát 0, míg az átlag WTP 11,89 EUR/tCO₂ volt.

Hasonló módszerrel hasonló eredményre jutott Diedrich és Göschl (2011) is. Az ugyancsak német résztvevőknek különböző összegű pénzjutalom kézhezvétele, illetve kvótabevonás között kellett választaniuk (a kvóta vásárlásának ára itt a kutatókat terhelte, az alany számára a költség a pénzjutalomról való lemondás volt), melyet minden 50. (véletlenszerűen kiválasztott) résztvevő esetében valósítottak meg ténylegesen. (A felmérésben egy internetes közvéleménykutatásokat végző cég reprezentatív adatbázisából kiválasztott 2440 fő vett részt.) Itt a résztvevők 70%-a nem volt hajlandó semmilyen összegű pénzjutalomról lemondani a kvótabevonás érdekében (a medián fizetési hajlandóság tehát itt is 0), mivel azonban egy kisebbség itt is jelentős áldozatra mutatkozott hajlandónak, az átlagos fizetési hajlandóság 6,3 EUR/tCO₂ volt. Ezek az eredmények tehát azt mutatják, hogy a feltételes scenáriók jelentősen túlbecsülik a klímaváltozás megelőzésével kapcsolatos egyéni fizetési hajlandóságot, mely valós körülmények között sokkal alacsonyabb.

Az alábbi táblázat összefoglalja a klímaszabályozással kapcsolatos fizetési hajlandóság vizsgálatok eredményeit. A táblázatban (zöld színnel) kiemeltük azokat a kutatásokat, amelyek konkrétan az ökoszisztémák CO₂-megkötő képességével kapcsolatban vizsgálódnak. Látható, hogy ez a néhány kutatás mind a mezőgazdasági területek összefüggésében vizsgálja

a kérdést, más ökoszisztémák (pl. erdők) vonatkozásában nem találtunk olyan kutatást, amelyek konkrétan megállapítják az 1 tonna CO₂-megkötésével kapcsolatos fizetési hajlandóságot. Természetesen számtalan kutatás foglalkozik az erdők és egyéb ökoszisztémák értékelésével, azonban nem különítik el a klímaszabályozás értékét a terület által nyújtott egyéb szolgáltatásoktól. Jól látható, hogy a fenti tanulmányokban eredményül kapott értékek igen tág tartományban mozognak (noha mindegyik kutatás magas jövedelmű országokban készült), így nehéz lenne ezek alapján egy elfogadható értéket megállapítani.

11. táblázat A CO₂-kibocsátás egységárára vonatkozó fizetési hajlandóság vizsgálatok összessége

Tanulmány	Minta	A vizsgálat tárgya	A fizetés módja	Érték (1 t CO ₂ -egyenértékre vetítve)
Brouwer et al. 2008	az Amszterdami repülőtér utasai (400 fő)	A légi közlekedésből származó CO ₂ megkötése (fák ültetése segítségével)	a repülőjegy árába beépített, távolsággal arányos karbon-adó	25 EUR
MacKerron et al. 2009	Egyesült Királyság, 18-34 év közötti, felsőfokú végzettségű (321 fő)	légi közlekedésből származó kibocsátások ellentételezése	az ellentételezés közvetlen kifizetése a légitársaságon keresztül	24 GBP
Glenk és Colombo 2010	Skócia lakossága (648 fő)	a talajok CO ₂ -megkötő képességét javító program	adóemelés	38 GBP
Diedrich és Göschl 2011	Németország lakossága (2440 fő)	EU ETS kvótabevonás (véletlenszerűen kiválasztott résztvevőknél ténylegesen megvalósult)	pénzbeli nyereményről való lemondás (véletlenszerűen kiválasztott résztvevőknél valós nyeremény)	6,3 EUR
Achtnicht 2012	autóvásárlást tervező német állampolgárok (600 fő)	a vásárolt autó CO ₂ kibocsátásának csökkentése	az autó magasabb ára	89,44 EUR- 256,29 EUR
Löschel et al. 2013	Mannheim lakossága (202 fő)	EU ETS kvótavásárlás (ténylegesen megvalósult!)	EU ETS kvótavásárlás (ténylegesen kifizetendő!)	11,89 EUR
Rodríguez-Entrena et al. 2014	Andalúzia lakossága (638 fő)	az olajfaligetek CO ₂ -megkötő képességét javító program	adóemelés	20 EUR
Kragt et al. 2016	Ausztrália lakossága (929 fő)	a mezőgazdasági talajok CO ₂ -megkötő képességét javító program	adóemelés	1,13 AUD

A fizetési hajlandóság vizsgálatokkal kapcsolatban általános probléma a 0 összegű felajánlások kezelése. A válaszadók egy része ugyanis nem azért tesz felajánlást, mert

nem tartja fontosnak az adott kérdést (vagy legalábbis nem annyira, hogy szűkös jövedelméből áldozzon rá), hanem egyéb okokból (pl. mert nem bíznak abban, hogy a felajánlott összeg valóban az adott célra kerül felhasználásra vagy mert úgy érzik, hogy nem az ő feladatuk lenne a probléma megoldása). Ezek a válaszok torzíthatják az eredményt, mivel a valóságosnál kisebbnek mutatják az adott ökoszisztéma szolgáltatás iránti keresletet. (Számos kutatásban ezért törekszenek az ilyen, úgynevezett „protest-zéró” (tiltakozó) válaszok azonosítására és kizárására.) A klímaváltozás megelőzésével kapcsolatos fizetési hajlandóság kutatásoknál különösen gyakori jelenség a fizetés bizalomhiányból fakadó megtagadása.

Van itt azonban egy másik probléma is, melynek kezelésére érdekes módon a szakirodalomban talált kutatások egyike sem tett kísérletet, mégpedig a probléma globális jellege. A klímaváltozás kapcsán ugyanis a válaszadók úgy érezhetik, hogy személyes áldozatuk nem jelent érdemi hozzájárulást annak megoldásához. (Nem csak abban kételkedhetnek tehát, hogy a felajánlott pénzt valóban a szóban forgó program - pl. kvótavásárlás, erdősítés - megvalósítására fordítják, hanem abban is, hogy egy-egy ilyen program mennyire képes ténylegesen csökkenteni a klímaváltozást.) Ha az egyén azt feltételezi, hogy a többi ember nem hajlandó hasonló lépésekre, akkor a felajánlás csak a saját lelkiismeret megnyugtatótatását szolgálhatja, a probléma megoldását kevésbé.

A környezetbarát fogyasztói magatartás szakirodalma már régebben felismerte az úgynevezett „észlelt fogyasztói hatékonyság” (perceived consumer effectiveness) jelentőségét, vagyis azt, hogy az emberek leginkább akkor hajlandóak magatartásukon változtatni, ha hisznek abban, hogy ezzel valódi eredményt érnek el (Majláth, 2009). A közgazdaságtan pedig leírja, hogy a közjavak - mint amilyen a klíma, illetve a klímavédelem is - iránti fizetési hajlandóság a „potyautas” magatartás miatt elmarad a valódi kereslettől (Kerekes, 2007). Azok a kutatások, amelyekben adóemelés formájában kéri a hozzájárulást, némileg csökkenthetik ezt a torzítást, hiszen az adót annak bevezetése esetén az állam valamennyi polgára köteles megfizetni, azonban itt globális problémáról van szó, így nemzetközi szinten továbbra is fennáll a potyautas magatartás veszélye.

A klímás fizetési hajlandóság vizsgálatokban tehát feltételezhető, hogy a 0 összeget felajánló válaszadók jelentős része nem azért nem hajlandó fizetni, mert nem tartja fontosnak a klímaváltozás elleni küzdelmet, hanem azért, mert úgy gondolja, hogy nem az ő felajánlásán múlik a probléma megoldása. (Természetesen ez a probléma más ökoszisztéma-szolgáltatások értékelésénél is fennállhat, a gyakorlatban azonban a feltételes értékelés, illetve a feltételes választás módszerét leginkább jól körülhatárolható területek állapotának megőrzése, javítása kapcsán alkalmazzák, ahol sokkal inkább feltételezhető, hogy az értékelés keretében vizsgált program eredményes lesz.) Érdekes lenne megvizsgálni azt is, hogy vajon az egyének mekkora összeget lennének hajlandóak áldozni a klímaváltozás csökkentésére akkor, ha biztosak lehetnének benne, hogy ezt világszerte mindenki más is megteszi, és így valóban megállítható lenne a folyamat. (Elképzelhető, hogy egy ilyen kutatás esetében viszont a felvázolt scenárió túlzottan irreális volta miatt kapnánk torz eredményeket.) Mindenesetre meg kell állapítanunk, hogy a fenti torzítás kezelésének hiányában a klímaváltozással kapcsolatos fizetési hajlandóság vizsgálatok eredményének megbízhatósága igencsak kétséges, valószínűleg jelentősen alábecsülik a klíma-mitigáció iránti keresletet.

Gyakorlati példák a CO₂ árának meghatározására

Néhány országban már születtek hivatalos ajánlások az üvegházhatású gázok kibocsátásának értékelésére. Ezek mindegyike költségalapú módszereket alkalmaz. Az alábbiakban az Amerikai Egyesült Államok, Nagy Britannia és Németország gyakorlatát mutatjuk be. Az alfejezet végén egy magyarországi értékelési esetet is bemutatunk, amely azonban nem hivatalos ajánlás, csak példaként szolgál.

Amerikai Egyesült Államok

Az Egyesült Államokban külön kormányzati munkacsoport (Interagency Working Group on Social Cost of Greenhouse Gases) foglalkozik a CO₂-árak megállapításával, melyet a különböző kormányzati szervek (pl. az EPA) kötelező jelleggel alkalmaznak az új szabályozásokkal kapcsolatos hatásvizsgálatok során. A munkacsoport tisztán a klímakárokon alapuló becslésekből indul ki, konkrétan a korábban bemutatott DICE, PAGE és FUND modellek aktuális változataival számolt értékeket használják. A Munkacsoport a modellek segítségével saját számításokat végez (több foratókönyvet alkalmazva), amelyekhez a bemeneti paramétereket maguk állapítják meg, így az értékek nem azonosak a modellek készítőinek korábban bemutatott eredményeivel. Az egyes modellekből kapott értékek egymáshoz viszonyított nagyságrendje azonban így is az ott leírtakhoz hasonlóan alakul, ami a modellek alapvető sajátosságainak különbségeire vezethető vissza (12. táblázat).

12. táblázat A CO₂ társadalmi költségének középértéke az IWG számításai szerint, különböző modellek felhasználásával (2007-es értéken)

Modell	DICE	PAGE	FUND
Érték 2020-ra (USD/tonna, 2007-es értéken), a diszkontráta: 3%	38	68	19

Forrás: IWG-SCGG, 2016, p. 28. alapján

A három modellből adódó becslések egyszerű átlagolásával állapítják meg a döntéshozók számára javasolt értékeket, melyek jelenlegi alakulását az alábbi táblázat tartalmazza. Látható, hogy a Munkacsoport nem ad meg egyetlen, minden esetben alkalmazandó diszkontrátát, hanem többféle lehetőséggel számol. Megadnak továbbá egy felső értéket is, mely a modellekből kapott legmagasabb (95. percentilisnek megfelelő) becsléseken alapul. Ez azért indokolt, mivel tudjuk, hogy a klímaváltozás potenciálisan óriási, katasztrofális mértékű károkhoz is vezethet, melyek valószínűsége nem túl magas (ám pontosan nem ismert), bekövetkezésük viszont olyan súlyos társadalmi-gazdasági következményekkel járna, hogy a döntéshozóknak erre is érdemes tekintettel lenni (IWG-SCGG, 2016).

A kritikusok szerint a fenti táblázatban található értékek túl alacsonyak, mivel a modellek számos kár-komponenst nem képesek figyelembe venni, emellett az amerikai számításokból hiányzik a regionális súlyozás, és a javasolt diszkontráta is viszonylag magas (Johnson és Hope, 2012).

13. táblázat A CO₂ társadalmi költségére javasolt értékek alakulása az IWG ajánlása alapján

Table ES-1: Social Cost of CO₂, 2010 – 2050 (in 2007 dollars per metric ton of CO₂)

Year	5% Average	3% Average	2.5% Average	High Impact (95 th Pct at 3%)
2010	10	31	50	86
2015	11	36	56	105
2020	12	42	62	123
2025	14	46	68	138
2030	16	50	73	152
2035	18	55	78	168
2040	21	60	84	183
2045	23	64	89	197
2050	26	69	95	212

Forrás: IWG-SCGG, 2016, p. 4.

Egyesült Királyság

Az Egyesült Királyságban jelentős hagyománya van a szakpolitikai és állami beruházásokra vonatkozó döntéseket megelőző közgazdasági értékeléseknek. A klímaváltozással kapcsolatos hatások beépítése ezen értékelésekbe a 2000-es évek elején kezdődött (ezen erőfeszítések terméke a 2006-os Stern jelentés is). Az alkalmazott módszertan kezdetben a klímakárok becslésén alapult, azonban 2009-ben a DEEC (Department of Energy and Climate Change) jelentős változásokat vezetett be, melyek eredményeképpen áttértek az elkerülési költségeken alapuló értékelésre, ami a hivatalos (EU-s és nemzeti) klímacélokból indul ki.

Az EU-s klímapolitika külön kezeli az emissziókereskedelem (ETS) hatálya alá tartozó ágazatokat (erőművek, nagy energiaszükségletű ipari létesítmények) és az egyéb szektorokat (kisebb ipari létesítmények, közlekedés, háztartások, mezőgazdaság stb.). Előbbiekre, mivel az emissziós kvóták kereskedelme nem nemzeti keretek között, hanem egyetlen uniós piacon zajlik, egyetlen kibocsátáscsökkentési cél vonatkozik, míg a többi ágazatra külön nemzeti szintű célkitűzéseket határoznak meg. Ennek megfelelően a brit útmutatás is kétféle CO₂-árat állapít meg, az egyiket az ETS ágazatokra vonatkozóan, mely a kvóták tényleges piaci árával kapcsolatos várakozásokon alapul (ahogy fentebb megállapítottuk, tulajdonképpen ez is költségalapú értéknek tekinthető, hiszen a kvóták piaci ára a piaci szereplők elhárítási határköltségeinek megfelelően alakul), a másikat pedig a nem ETS ágazatokra, ahol a kiindulópont az EU által az Egyesült Királyság számára előírt, 2005-ös értékhez képest 16%-os kibocsátás-csökkentési cél. A két értéket 2020-tól kezdődően fokozatosan közelítik egymáshoz, 2030-at követően pedig egységes értékekkel számolnak,

ahol a követendő klímacél (a párizsi célkitűzésekkel összhangban) a kibocsátások 80%-os csökkentése 2050-ig.

A DEEC rendszeresen aktualizálja a döntéshozatalban alkalmazandó CO₂-értékeket. Az ETS ágazatokra kezdetben tisztán egy (a kvóták keresletével és kínálatával kapcsolatos előrejelzéseken alapuló) elméleti modellezési eljárás segítségével határozta meg az árakat, az EU-s karbonipac fejlődésével azonban lehetővé vált a tényleges piaci („futures”) árak alkalmazása. (A DEEC megállapítja, hogy a futures árak jobban mutatják az ETS szabályozásának alakulásával kapcsolatos várakozásokat, mint a tisztán elméleti modellek, melyek csak a jelenleg érvényes szabályokból képesek kiindulni.) 2012 óta tehát erre alapozzák a központi értéket, miközben továbbra is közlik a modellezési eljárás segítségével számított értékek alsó és felső becslését (DEEC, 2012). A nem ETS ágazatokra vonatkozó érték a rendelkezésre álló elhárítási technológiák és ezek költségeinek becslésén alapul, melyet egy hivatalos bizottság kifejezetten az Egyesült Királyságra vonatkozóan végzett el. A jelenleg érvényes értékeket (a központi becslés mellett alsó és felső érték), külön az ETS és nem ETS ágazatokra az alábbi táblázat tartalmazza (14. táblázat). (A DEEC egyelőre nem módosította modelljeit a Brexit kapcsán, azonban megjegyzik, hogy a kilépést követően az értékek vagy akár a teljes módszertan felülvizsgálatára is sor kerülhet (DEEC, 2019b)).

14. táblázat A DEEC ajánlásai a CO₂ árnyékárára vonatkozóan (2018-as értéken)

	ETS ágazatok			nem ETS ágazatok		
	Alsó	Középső	Felső	Alsó	Középső	Felső
2010	14	14	14	30	60	90
2011	13	13	13	30	61	91
2012	7	7	7	31	61	92
2013	4	4	4	31	62	94
2014	5	5	5	32	63	95
2015	6	6	6	32	64	96
2016	5	5	5	33	65	98
2017	5	5	5	33	66	99
2018	2	13	26	34	67	101
2019	0	13	26	34	68	102
2020	0	14	28	35	69	104
2021	4	21	37	35	70	106
2022	8	27	46	36	72	107
2023	12	34	56	36	73	109
2024	16	41	65	37	74	111
2025	20	47	74	38	75	113
2026	24	54	84	38	76	114
2027	28	61	93	39	77	116
2028	32	67	103	39	79	118
2029	36	74	112	40	80	120
2030	40	81	121	40	81	121
2031	44	88	132	44	88	132
2032	48	96	144	48	96	144
2033	52	103	155	52	103	155
2034	55	111	166	55	111	166
2035	59	118	178	59	118	178
2036	63	126	189	63	126	189
2037	67	133	200	67	133	200

2038	70	141	211	70	141	211
2039	74	148	223	74	148	223
2040	78	156	234	78	156	234
2041	82	163	245	82	163	245
2042	85	171	256	85	171	256
2043	89	178	268	89	178	268
2044	93	186	279	93	186	279
2045	97	193	290	97	193	290
2046	100	201	301	100	201	301
2047	104	208	313	104	208	313
2048	108	216	324	108	216	324
2049	112	223	335	112	223	335
2050	115	231	346	115	231	346
2051	118	239	360	118	239	360
2052	121	247	373	121	247	373
2053	124	255	386	124	255	386
2054	126	263	400	126	263	400
2055	129	271	413	129	271	413
2056	131	278	426	131	278	426
2057	133	286	439	133	286	439
2058	135	293	451	135	293	451
2059	137	300	464	137	300	464
2060	138	307	476	138	307	476
2061	139	313	486	139	313	486
2062	140	318	497	140	318	497
2063	141	323	506	141	323	506
2064	141	328	515	141	328	515
2065	141	332	523	141	332	523
2066	141	336	531	141	336	531
2067	141	340	538	141	340	538
2068	140	343	545	140	343	545
2069	140	345	551	140	345	551
2070	139	348	556	139	348	556
2071	138	350	561	138	350	561
2072	137	352	566	137	352	566
2073	136	353	570	136	353	570
2074	135	354	574	135	354	574
2075	133	355	577	133	355	577
2076	131	355	579	131	355	579
2077	130	355	581	130	355	581
2078	128	355	582	128	355	582
2079	126	354	583	126	354	583
2080	124	353	582	124	353	582
2081	122	353	584	122	353	584
2082	120	352	584	120	352	584
2083	118	351	584	118	351	584
2084	115	350	584	115	350	584
2085	113	349	584	113	349	584
2086	111	347	582	111	347	582
2087	109	345	581	109	345	581
2088	106	343	579	106	343	579
2089	104	340	576	104	340	576
2090	101	338	574	101	338	574
2091	99	335	572	99	335	572

2092	97	333	570	97	333	570
2093	94	331	567	94	331	567
2094	92	328	564	92	328	564
2095	89	325	561	89	325	561
2096	87	322	557	87	322	557
2097	85	319	554	85	319	554
2098	82	316	549	82	316	549
2099	80	313	546	80	313	546
2100	77	309	541	77	309	541

Forrás: DEEC, 2019a

A DEEC (akkori) számainak felhasználásával határozta meg a klíma-mitigáció, mint ökoszisztéma-szolgáltatás értékét a 2011-es brit ökoszisztéma felmérés (National Ecosystem Assessment). Az ország erdeinek esetében a megkötött CO₂ mennyiségét évi nettó 12,9 Mt-ra becsülték, ami a 2009-re vonatkozó 53 GBP/t értékkel számolva 680 millió GBP-t jelent. Megállapítják, hogy a CO₂ megkötésével az Egyesült Királyság erdei hektáronként átlagosan 239 GBP értéket teremtenek, ami többszöröse a fakitermelésben realizált értéknek (ami 66 GBP/ha a puha és 7-25 GBP/ha a kemény fa esetében). A tőzeges talajok ugyancsak óriási mennyiségű (mintegy 2,14 milliárd CO₂-egyenértéknek megfelelő) szénet tárolnak, ebben az esetben azonban a változás negatív irányú, a földhasználat változásával ezekről a területekről évente mintegy 2,48 Mt CO₂ egyenértékű ÜHG szabadul fel, ami a DEEC 2010-es értékével számolva évi 130 millió GBP veszteséget jelent (Bateman et al., 2011).

Németország

Németországban a szövetségi környezetvédelmi ügynökség (Umweltbundesamt, UBA) 2012-ben adott ki hivatalos ajánlást a CO₂-értékekre vonatkozóan. Az UBA kombinálja az elkerülési költségeken és a kár-modelleken alapuló számításokat. Az elkerülési költségekre vonatkozó tekintetében Kuik et al. (2008) fentebb bemutatott áttekintő tanulmányából indulnak ki, de az értékeket átszámítják a 2 °C-os klímacélnak megfelelően. Az eredmények az alábbi táblázatban olvashatók (15. táblázat).

15. táblázat Az UBA által elfogadott költség alapú becslés a CO₂ árnyékárára vonatkozóan (2010-es értéken, EUR-ban)

	2010	2020	2025	2030	2040	2050
Alsó érték	44	59	68	79	106	143
Középső érték	77	104	119	139	186	251
Felső érték	135	182	211	244	329	442

Forrás: UBA, 2012, p. 6.

A kár alapú becslést az UBA a FUND modell segítségével végezte el egy olyan forgatókönyvet feltételezve, mely nagyjából megfelel az IPCC A1-es („business as usual”) scenáriójának. Az eredményeket az alábbi táblázat tartalmazza (16. táblázat). Látható, hogy

az UBA a jövedelmi súlyozás alkalmazása és az alacsony diszkontráta mellett tette le a voksát, ezen belül is a lenti értékek közül a második sor, vagyis az 1%-os időpreferencia-ráta és a nyugat-európai jövedelmekkel való súlyozás alkalmazását javasolja. (Utóbbi indoklásaként az UBA megfogalmazza a „felelősség” elvét, vagyis azt, hogy az általuk okozott kibocsátások kapcsán a károkat is kezeljék úgy, mintha azok mind náluk jelentkeznének.)

16. táblázat Az UBA által elfogadott káralapú becslés a CO₂ társadalmi költségére vonatkozóan (2010-es EUR-értéken)

	2005	2015	2025	2035	2045	2055
Súlyozás: NyEU, időpreferencia: 0%	416,72	511,97	569,0	509,5	508,33	671,33
Súlyozás: NyEU, időpreferencia: 1%	111,81	141,23	170,55	158,51	164,96	225,95
Súlyozás: világátlag, időpreferencia: 0%	87,5	103,7	112,7	100,4	101,0	136,7
Súlyozás: világátlag, időpreferencia: 1%	23,5	28,6	33,8	31,2	32,8	46,0

Forrás: UBA, 2012, p. 7.

A két megközelítést együttesen figyelembe véve kapja az UBA a lenti táblázatban látható értékeket, melyek közül a középső értékek alkalmazását javasolja. Ez a 80 EUR/t CO₂ érték ténylegesen felhasználásra is került az ökoszisztéma értékelésben, a német természeti tőke értékelési programjának (TEEB-DE) keretében. Ennek eredményeképpen 2015-ben jelent meg egy tanulmány (Hartje et al., 2015), mely az erdők és a szénben gazdag talajok (tőzeglápok) vonatkozásában vizsgálja a klíma-mitigációs szolgáltatás értékét. Az erdők vonatkozásában megállapítják, hogy Németországban összesen évi 22,42 Mt CO₂-t kötnek meg, ami így összesen 2 Mrd EUR társadalmi haszonnal jár (a klíma-mitigáció jellegéből fakadóan nyilván nemcsak Németország, hanem a világ egésze számára).

17. táblázat Az UBA által irányadónak tekintett értékek a CO₂ társadalmi költségére vonatkozóan (2010-es értéken)

	Klímaköltség (2010-es EUR-érték/ tCO ₂)		
	Rövid távon	Közép távon	Hosszú távon
Alsó érték	40	70	130
Középső érték	80	145	260
Felső érték	120	215	390

Forrás: UBA, 2012, p. 5.

Magyarország

Hazánkra vonatkozóan is jelent meg cikk a klímaszabályozás ökoszisztéma-szolgáltatás közgazdasági értékelésére, mégpedig Pinke és szerzőtársai (2017) tollából. Három természetes, ártéri erdő esetén számoltak, a széntárolási képesség alapján, melyek a nyárra (*Populus alba*, *Populus nigra*), a kevert fűz- (*Salix alba*) és nyárfákra, valamint a kocsányos

tölgyre (*Quercus robur*) vonatkoztak. A pénzbeli értéket a Tol (2008) által javasolt társadalmi költségekre építették, amelyek a klímaváltozás kárkölségeit veszik figyelembe. Az eredeti értékeket a termelői árindex alapján számították át a vizsgálat idejére. A háromféle erdőtípus különböző szénmegkötési képességgel rendelkezik, a nyáras 0,25 tC/ha/évvel, a kevert erdő 1,02 tC/ha/évvel, míg a kocsányos tölgy 1,15 tC/ha/évvel (Pinke et al., 2017, 4. táblázata alapján). A globális értékek erre a szolgáltatásra a szerzők szerint 5 és 24 EUR/ha/év között változnak, ebben a tartományban helyezték el a három erdőtípus egységértékét is, melyek átlagai a következők: 5,16 €/ha/év a nyárra, 21,1 EUR/ha/év a kevertre, továbbá 23,8 EUR/ha/év a kocsányos tölgyre. Ezeknek a fajoknak a rotációs ideje 40 és 120 év között mozog, és a hosszabb idő több szén megkötését teszi lehetővé: ennek mennyisége 75-268 tonna szén hektáronként.

Összefoglaló megállapítások a klímaszabályozás közgazdasági értékelésének módszertanára vonatkozóan

A szakirodalom áttekintése alapján a fizetési hajlandóság vizsgálaton alapuló módszerek/értékek alkalmazását nem javasoljuk. A rendkívül erősen szóródó értékek és a „potyautas” probléma miatt ezek ugyanis kevéssé tekinthetők megbízhatónak. A tanulmányok szerzői többnyire maguk is megjegyzik, hogy céljuk elsősorban a fizetési hajlandóságot befolyásoló tényezők vizsgálata, nem pedig az, hogy a klímavédelem értékére érvényes abszolút számokat állapítsanak meg. Ez összhangban van azzal a tapasztalattal, hogy a hivatalos szervek (nemzetközi szervezetek, nemzeti kormányok) által a döntéshozók számára javasolt értékek kivétel nélkül mind költségalapú eljárások (károk vagy a megelőzési költségek) alkalmazásán alapulnak.

A fennmaradó két lehetőség tehát a klímakárokból, illetve az elkerülési költségekből származtatott értékek alkalmazása (vagy ezek valamilyen kombinációja). A nemzetközi gyakorlatban mindkét megközelítést alkalmazzák, de az utóbbi időben némi elmozdulás figyelhető meg a megelőzési költségeken alapuló számítások javára (lásd a brit kormány 2009-es módszertan-váltását, illetve az IPCC-t, amely már 2001-es, 3. jelentése során lemondott a klímaváltozással kapcsolatos károk pénzbeli értékének becsléséről, helyette a különböző scenáriókhoz tartozó kibocsátási pályák megvalósítási költségeit elemzi.)

A megelőzési költségeken alapuló megközelítés mellett szóló fő érv (ahogyan az IPCC is megállapítja) (IPCC, 2018) az, hogy - bár mind a káralapú, mind az elkerülési költségeken alapuló számítás jelentős bizonytalanságokkal terhelt, a két eljárás között e tekintetben mégis nagyságrendi különbség van az utóbbi javára. Mind a káralapú, mind az elkerülési költség alapú számításoknál jellemezni kell a hőmérséklet alakulását a kibocsátások hatására, továbbá feltételezésekkel kell élni a társadalmi, gazdasági, technikai fejlődés, illetve a környezeti szabályozás várható alakulására nézve. A káralapú modellekben azonban mindezekon túlmenően becsülni kell a hőmérsékletemelkedés hatására jelentkező károkat, és alapvető értékválasztásokra is szükség van a generációk közötti (diszkontráta), illetve az egyes generációkon belüli (regionális súlyozás) méltányosság vonatkozásában. (Az elkerülési

költségeken alapuló megközelítésben ezeket a morális döntéseket tulajdonképpen a klímacél kijelölésével meghoztuk.)

Ugyancsak az elkerülési költségeken alapuló érték elfogadása mellett szól az a tény, hogy Magyarország a Párizsi Egyezmény aláírásával, illetve az EU tagjaként tulajdonképpen elkötelezte magát a 2 °C-os klímacél mellett. Ebben a kontextusban azt mondhatjuk tehát, hogy egységnyi CO₂ megkötése, illetve tárolása hazánk természetes ökoszisztémái által legalább annyit ér, mint az e klímacélból levezetett csökkentés egységköltsége, hiszen, amennyiben az ökoszisztémák ezirányú képessége csökken, úgy ezt a szolgáltatást nemzetközi kötelezettségeink alapján más módon kell pótolnunk (ami nyilván költségekkel jár).

Másrészt viszont meg kell jegyezni, hogy az elkerülési költségeken alapuló becslések nem képesek teljes egészében megragadni a klíma-mitigációnak a társadalom számára nyújtott hasznát - az elkerült károk e tekintetben teljesebb képet adnak. (Ezzel indokolja pl. a német UBA is, hogy ajánlásában a kétféle módon számított értékekhez képest egy köztes számot fogad el) (UBA, 2012). A költségalapú számítások a szakirodalom szerint inkább alsó becslését jelentik a klíma-mitigáció értékének (Hartje et al., 2015). (Miközben, ahogy fent megállapítottuk, a jelenleg rendelkezésre álló modellek hiányosságai következtében a káralapú módszereknél is az értékek alulbecslése valószínű.)

Az alábbiakban összefoglaljuk, hogy a káralapú, illetve az elkerülési költség alapú módszertan választása esetén milyen szempontokat kell figyelembe venni, illetve milyen kérdésekre kell választ adni, ha ezeket az értékeket a NÖSZTÉP keretében alkalmazni kívánjuk.

A kár alapú módszertan esetén:

- **Milyen modellt és forgatókönyvet válasszunk?** A NÖSZTÉP projekt keretében nem lesz mód primer számítások végzésére a fent bemutatott IAM-modellek segítségével, a szakirodalomban talált értékek közötti választásnál azonban figyelembe tudjuk venni, milyen paramétereket alkalmaz az adott becslés, és ezek közül melyiket szeretnénk választani. A legfontosabb paraméterek:
 - klíma-forgatókönyv (milyen mértékű gazdasági növekedésből és kibocsátásokból, illetve hőmérséklet emelkedésből indul ki az adott becslés)
 - diszkontráta megválasztása
 - a károk földrajzi súlyozása (alkalmazzuk-e, és ha igen, milyen súlyokat válasszunk).
- **Az értékek milyen mértékű időbeli növekedését feltételezzük?** Amennyiben olyan forrásból indulunk ki, ahol nem áll rendelkezésre a 2015-ös évre vonatkozó érték, úgy az értékek átszámítására van szükség, ami jelen esetben nemcsak az inflációval való korrekciót jelenti, hanem a fent leírtaknak megfelelően a reálértékek átszámítását. Azt is érdemes lesz megadni, hogy a NÖSZTÉP-projekt lezárásának időpontján túl hogyan változik az ökoszisztémák által nyújtott klíma-szabályozási szolgáltatás értéke, hiszen

itt olyan szolgáltatásról van szó, melynek értéke időben akkor is emelkedik, ha a megkötött üvegházhatású gázok mennyisége nem mutat növekedést.

- **Figyelembe vesszük-e a Magyarországon kívül jelentkező károkat (illetve ezek elkerülését)?** A klímaváltozás globális jellegéből adódóan a hazai ökoszisztémák által nyújtott klíma-szabályozási szolgáltatás nyilvánvalóan nem csak Magyarország, hanem az egész világ számára hasznot jelent. A fent bemutatott CO₂-értékek mindegyike a globális károkból származik, a döntéshozatalban is ezeket alkalmazzák pl. az USA-ban és Németországban. Mégis felvethető a kérdés, hogy a figyelembe vehető hasznot ne korlátozzuk-e a Magyarországon jelentkező hatásokra? (Az értékek ebben az esetben nyilván töredékei lesznek a globális károkból levezetett értékeknek, és ezek kiszámítása is meglehetősen pontatlanul lenne csak lehetséges, mivel a klímaváltozás helyi hatásaival kapcsolatban rendkívül bizonytalan becslések állnak rendelkezésre, vagyis nem tudjuk pontosan, hogy a károk közül mennyi jelentkezik Magyarországon.)

Az elkerülési költségeken alapuló módszertan esetén:

- **Milyen klímacélt válasszunk?** Kézenfekvő megoldásnak tűnik a becslések többségénél alkalmazott, a párizsi klímaegyezménynek megfelelő 2 °C-os cél kiválasztása. Alternatívaként szóba jöhet még, hogy a jelenleg érvényes EU-s célkitűzéseinkből induljunk ki (ahogyan a britek teszik), de ez sokkal nehezebben kivitelezhető, hiszen erre vonatkozóan nem állnak rendelkezésre egységértékek a szakirodalomból. (A nem-ETS ágazatokra vonatkozóan ugyanis, ahogyan említettük, minden uniós országra eltérő célkitűzés érvényes.) Megfontolandó ugyanakkor, hogy a globális vagy más országokból származó vonatkozó értékeket bizonyos fokig korrigáljuk, hiszen a klíma-mitigáció tekintetében Magyarország, mint fejlett ország nagyobb erőfeszítéseket kell, hogy vállaljon a világ átlagnál, az uniós átlagnál ugyanakkor kisebbet.
- **Hogyan alkalmazzuk Magyarországra vonatkozóan a szakirodalomban talált értékeket?** Ez a módszertan a rendelkezésre álló különféle kibocsátás-csökkentési lehetőségek költségein alapul, ami nyilván országonként eltérő. Ideális esetben ismernünk kellene ezek hazai alakulását, ennek hiányában azonban a külföldi értékek valamilyen korrekcióját alkalmazhatjuk. Itt nem feltétlenül jó megoldás a környezet értékelésben leggyakrabban alkalmazott eljárás, ami a jövedelmek arányában számítja át az értékeket, hiszen a mitigációs technológiák (pl megújuló energiák, energiahatékony berendezések stb.) költségei nem feltétlenül különböznek ilyen mértékben az egyes országok között.
- **Az értékek milyen mértékű időbeli növekedését feltételezzük?** A káralapú módszerhez hasonlóan ez a kérdés itt is felmerül, azonban az időbeli növekedés eltérő oka miatt annak mértéke is más lehet, mint a fenti esetben (ugyanakkor a szakirodalomban található példák alapján jól becsülhető).
- A NÖSZTÉP-projekt kapcsán felvetődik az a kérdés is, hogy indokolt-e a CO₂ árnyékárának megállapításakor valamennyi mitigációs lehetőséget figyelembe venni,

vagy az értékelést **korlátozni kellene-e az ÜHG-k természetes ökoszisztémákban való tárolásának költségeire?** Erre a kérdésre valószínűleg érdemes nemmel válaszolni, hiszen a különböző kibocsátást csökkentő megoldások egymást helyettesíthetik - ahogy fentebb megjegyeztük, az ökoszisztémák ÜHG-megkötő képességének változásával nő, illetve csökken a többi mitigációs technológia iránti szükséglet, ezért ezek összesített költségét érdemes figyelembe venni. (Ilyen korrekciót a kizárólag a költségalapú módszertant használó britek sem végeztek a nemzeti ökoszisztéma-értékelés során.)

Bármelyik módszertant válasszuk is, mindenképpen választ kell adni arra a kérdésre, hogy a modellekből, ajánlásokból származtatott általános CO₂/t értékek változtatás nélkül alkalmazhatóak-e az ökoszisztéma szolgáltatások értékelésére. Általános irányelvként elmondható, hogy a klíma-mitigáció gazdasági értéke független annak módjától - mindegy, hogy a légkörbe kerülő üvegházhatású gázok mennyiségét megújuló energia alkalmazásával, energiahatékonysági intézkedésekkel, CO₂-leválasztási és tárolási technológiák segítségével vagy éppen az ökoszisztémák CO₂-megkötő képességének kihasználásával csökkentjük, egységnyi ÜHG-csökkentés értéke mindenképp azonos lesz. Ez elvben lehetővé teszi, hogy egységes értékekkel számoljunk, és a fent bemutatott, rendkívül heterogén kutatások eredményeit felhasználjuk. Mégis meg kell jegyezni, hogy az ökoszisztémák által nyújtott CO₂- megkötésnek vannak bizonyos sajátosságai, amelyek kapcsán felvetődhet az általános értékek bizonyos mértékű módosításának szükségessége.

Az egyik ilyen tényező, amely a szakirodalomban gyakran megjelenik, a járulékos hasznok jelensége. Az ökoszisztémák (erdők, talaj) CO₂-megkötő kapacitásának megőrzését, javítását szolgáló programok számos egyéb haszonnal járhatnak (pl. a biodiverzitás vagy a megélhetési lehetőségek szempontjából), amely miatt 1 tCO₂ ily módon való semlegesítése nagyobb értéket teremt a társadalom számára, mintha ezt más módon tennék. Amennyiben azonban az ökoszisztémák értékelésénél ezeket az egyéb tényezőket közvetlenül is értékeljük (mint a NÖSZTÉP projekt esetében), úgy a klíma-mitigációs szolgáltatás értékét továbbra is önmagában érdemes figyelembe venni.

A másik tényező az állandóság kérdése. Arról van szó, hogy az ökoszisztémák által nyújtott CO₂-tárolási szolgáltatás időben korlátozott lehet - a megkötött CO₂ ismét visszakerülhet a légkörbe a földhasználat megváltozása vagy éppen valamilyen nem szándékolt esemény (pl. erdőtűz) következtében. Emiatt indokolt lehet az ilyen ideiglenes tárolási szolgáltatásnak más, alacsonyabb értéket tulajdonítani, mint az olyan megoldásoknak, amelyek valóban örökre szólnak (ilyen lehet pl. a hulladéklerakókból származó metán összegyűjtése és elégetése, melynek révén az adott mennyiségű metán már soha nem jut a levegőbe, de ilyen a megújuló energiák által nyújtott CO₂-mitigáció is, hiszen azt az energiamennyiséget, amelyet így megtermeltünk, már biztosan nem kell fosszilis tüzelőanyagokból előállítani). Ez a szempont valóban fontos lehet, amennyiben a pl. a más forrásból származó ÜHG-kibocsátásokat kívánjuk valamilyen természetes CO₂-nyelő létrehozásával semlegesíteni. Egy ilyen ellentételezés („offset”) nyilván csak akkor tekinthető teljes értékűnek, ha örökre szól - ha nem, akkor azt az elszámolás során (piaci ár, kvóta érvényesítés) alacsonyabb értékkel kellene figyelembe venni (Kim et al., 2008). Az ökoszisztéma-szolgáltatások értékelése esetében azonban ezzel a problémával nem szükséges foglalkozni, hiszen a felmérés célja a hazai

ökoszisztémák által jelenleg nyújtott szolgáltatások értékelése - amennyiben a jövőben az ökoszisztémák degradálódásával változik a tárolt szén mennyisége, úgy ezt akkor kell majd veszteségként számításba venni.

Úgy gondoljuk tehát, hogy ezeket a szempontokat a NÖSZTÉP-projekt során nem szükséges az értékelésnél figyelembe venni, vagyis az általános CO₂-értékek változtatás nélkül alkalmazhatóak. Ez megfelel a fent bemutatott brit és német gyakorlatnak is, ahol szintén változtatás nélkül alkalmazták az általános ajánlásokban lefektetett értékeket a természetes ökoszisztémák (pl. erdők, tőzeglápok) klíma-szabályozási szolgáltatásainak értékelésére. Mindenképpen külön lesz érdemes értékelni az egyes ökoszisztémák által újonnan (évente) megkötött, illetve a tartósan tárolt üvegházhatású gáz mennyiséget, az egységértékek azonban itt is ugyanazok lesznek.

Az árvízi kockázat csökkentésének közgazdasági értékelése

Az árvízvédelem értékelése a károk, elkerült károk becslése alapján

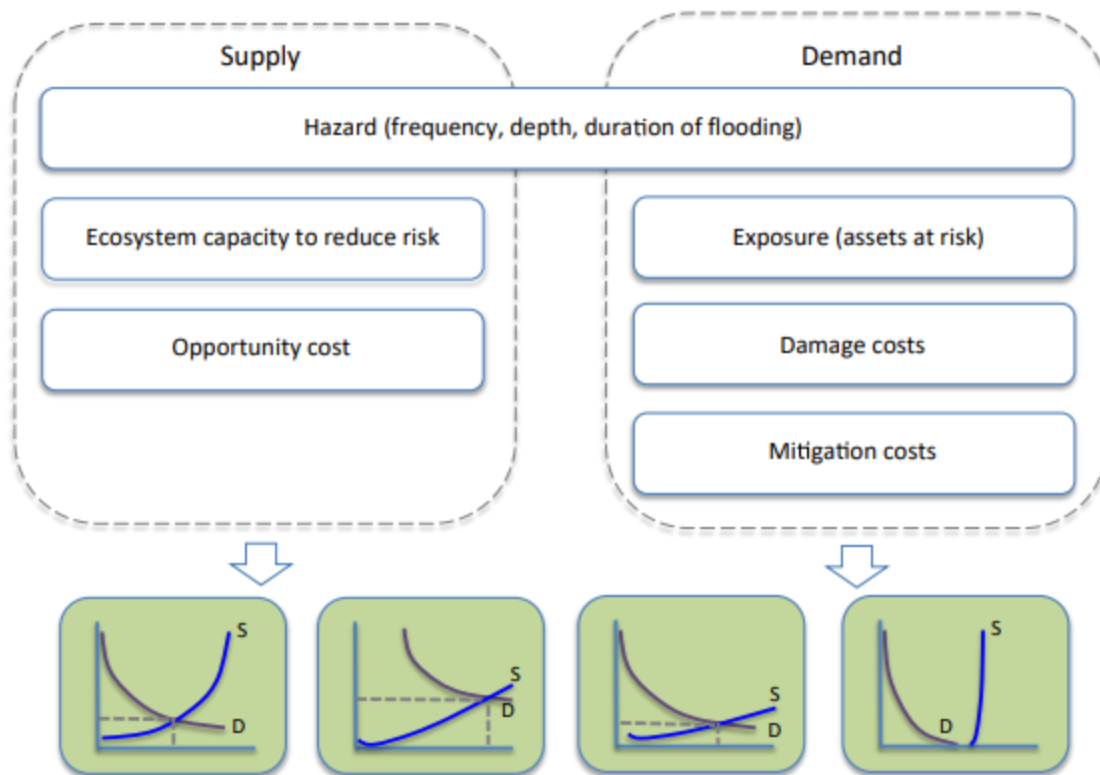
Az árvízi károk fajtái, csoportosítási lehetőségei

Az árvízi kockázat csökkentése ökoszisztéma-szolgáltatás közgazdasági értékelésének áttekintése többféle struktúrában is logikus lenne. Mégis a klímaszabályozásnál alkalmazott szerkezetet választottuk, mivel áttekinthetőbbé teszi az egyes módszerek legfőbb előnyeinek és hátrányainak, vagy az egységértékeknek a bemutatását, egyúttal viszont meg is nehezíti azt, abból adóan, hogy gyakran találkozunk összetett megközelítésekkel, amelyeket több alfejezetben is elhelyezhetünk (elhelyezhetnénk).

A természeti katasztrófák által okozott károk egyharmadáért az árvizek tehetők felelőssé Európában, és a szélviharokkal együtt az árvizek a leggyakrabban bekövetkező természeti katasztrófák (de Moel and Aerts, 2011, in Garrote et al., 2016). A klímaváltozás és az árvizek társadalmi-gazdasági következményei a jövőben még nagyobbak lesznek (Rojas et al., 2013), a jelenlegi károk értéke a legtöbb európai országban a GDP 0,5%-a alatt marad, de Kelet-Közép-Európában, főként pedig Szlovákiában és hazánkban ennél magasabbak, 0,6%, illetve 0,8%. Rojas és szerzőtársai (2013) becslései alapján az évszázad végére az árvizek még súlyosabb következményekkel járnak majd, a károk a GDP 1,36%-át teszik ki hazánkban, Szlovákiában 0,87%-át, Csehországban 0,81%-át, míg Romániában 0,79%-át. Mindez igen jól jelzi, hogy a természet árvízi kockázatát csökkentő képessége hatalmas értéket hordoz.

Mielőtt a konkrét példákra rátérnénk, lényeges kiemelünk Crossman és szerzőtársainak (2019) munkáját, akik a kereslet és a kínálat felől magyarázzák az árvíz szabályozása ökoszisztéma-szolgáltatás pénzbeli értékelését. A keresletet a kisebb árvízi kockázat hasznáival azonosítják, míg a kínálatát a szolgáltatás nyújtásának képességével és annak költségeivel. A keresleti oldalon a hasznokat nagymértékben meghatározzák az árvíz költségei, amelyek kétfélek lehetnek: az árvíz okozta károk (vagyon- és emberi), illetve az árvíz csökkentését szolgáló költségek (árvízvédelmi infrastruktúra/intézkedések). A cél az, hogy ezek összegét minimalizáljuk. A kínálati oldalon, ha egy területet kifejezetten arra a célra használnak, hogy az árvíz kockázatát csökkentse, annak költségei általában jól ismertek, sok esetben azonban ez a szolgáltatás a közjavakhoz tartozik, és ilyenkor a kínálatot más szempontok határozzák meg (állami szabályozás, védett területek kijelölése, a magántermelők döntései stb.), és ennek költségei gyakran ismeretlenek. A kínálat megállapításához mégis szükség van a költségek ismeretére, amelyet a terület lehetőség költségével fejezhetünk ki (a terület következő legnagyobb értékű alternatív használata). Ami miatt ezt itt bemutatjuk, annak oka az, hogy a szolgáltatás „árát” közgazdasági szempontból a kereslet és a kínálat határozzák meg, ezek azonban területről területre változhatnak, sőt, jelentős eltéréseket mutathatnak, ahogy ezt a következő, 10. ábra is szemlélteti. Éppen emiatt ennél a szolgáltatásnál nagyon jelentős eltérések lehetnek az egységértékekben két különböző terület esetén, így nem adhatunk meg egy olyan, általánosan használható egységárat (pénzösszeg/hektár/év), mint például a klímaszabályozás szolgáltatása esetén.

10. ábra Az árvízi kockázat szabályozása ÖSz árát meghatározó keresleti és kínálati viszonyok



Forrás: Crossman et al., 2019, p. 9.

A szerzők szerint az elkerült károk az ár felső becslése kell legyen, hiszen közgazdaságilag irracionális az, hogy magasabb árat fizessünk, mint amekkora a várható haszon, másrészt, a kínálat alsó határnak tekinthető, mivel az árnak legalább a szolgáltatás nyújtásának költségeit le kell fednie (Crossman et al., 2019)⁶.

Gallay és Olah (2017) is rámutatnak arra, hogy az ökoszisztéma-szolgáltatások, azokon belül is főként a szabályozó szolgáltatások, mint amilyen az árvízi kockázat csökkentésének képessége, közgazdasági értéke a keresleti viszonyok alapján határozható meg, ezért előfordulhat, hogy két terület ugyanazokat a képességeket mutatja, például az árvízi kockázat csökkentése terén, az értékük mégis különböző lesz, attól függően, hogy az adott területrészen mennyiben játszik fontos szerepet az emberek, a vagyontárgyak védelmében (ha például nem lakik a környéken senki, vagy nincsenek ingóságok, infrastruktúra, akkor is visszatartja a vizet a terület, de csak közvetett, áttételes módon, esetleg a folyó egy távoli szakaszán érzékeljük ezt a képességét közgazdasági haszonként).

⁶ Egy elvi probléma általában fennáll a költségalapú módszerekkel kapcsolatban, hogy tudniillik minimum annyit ér valami, amennyibe belekerül annak megvalósítása. Ha a már megvalósult beruházásokat nézzük, akkor ez nyilván igaz: ha nem érne annyit, nem csinálták volna meg, de ha egy jövőbeli beruházással kapcsolatban akarok dönteni, akkor egyáltalán nem biztos, hogy ér annyit, mint amekkora költséggel jár, hiszen, ha ez igaz lenne, akkor a világ összes beruházását meg kellene valósítani, például minden árvizet meg kellene akadályozni.

Az Egyesült Királyságban kiadtak egy kézikönyvet az árvízi kockázatok pénzügyi és közgazdasági értékelésére vonatkozóan (Penning-Roswell et al., 2010), amely általános javaslatokat fogalmaz meg az értékeléssel kapcsolatban. Három szempontot érdemes a munkájukból kiemelni:

- az alkalmazható módszerekre,
- az értékelésbe vonható, kárt elszenvedő javak kérdéskörére, valamint
- a hasznok/károk számszerűsítésénél figyelembe veendő területek térbeli kiterjedésére vonatkozókat.

Az árvízvédelem következtében kialakuló költségek/károk/hasznok értékelésére az ajánlott módszerek között szerepelnek a piaci árak, a helyettesítési költség módszer, a fizetési hajlandóság vizsgálat, valamint a haszonátvitel módszere. A haszonátvitel módszerénél felhívják a figyelmet arra, hogy az eredeti értékelés és az átültetésre szánt javak közötti különbségek megbízhatatlanná tehetik az átültetést.

Hogyan keletkezhetnek károk/költségek az árvíz bekövetkezésekor? Az alábbiakban áttekintjük a legfontosabbakat (Penning-Roswell et al., 2010 alapján, saját példákkal, kiegészítésekkel):

- A háztartásokban keletkező károk, amelyek közül valószínűleg a legnagyobb hányadot az ingatlanokban bekövetkező károk adják. Itt magának az épületnek a kárait is gondolhatunk, de az abban megrongálódott ingóságokra vagy akár a tisztítás költségeire is. A károk nagyságrendjét számos egyéb tényező is befolyásolja: az ingatlanok típusa (pl. családi ház vagy többlakásos társasház), építőanyaga, kora, összességében az állapota. Ugyancsak a háztartásokban keletkező veszteség, ha az árvíz következtében elpusztulnak a háziállatok; a haszonállatok értékelése könnyebb, míg a házi kedvenc elpusztulása következtében fellépő veszteség meghatározása már komoly nehézséget okoz.
- A nem háztartási ingatlanokban bekövetkező változások (kiskereskedelmi egységek, áruházak, ipari üzemek, hivatalok, közösségi terek stb.). A lakóingatlannál elmondott tényezők természetesen itt is szerepet játszanak, a kézzelfoghatók azonban túlsúlyban lehetnek. A nem kézzelfoghatókra példa, ha egy üzem károsodik, akkor az ott dolgozók egy időre pihenőre kényszerülnek (kényszerszabadság), amely alatt aggódnak a munkahelyükért, ebből stressz vagy alvászavar is következhet, így részei lehetnek közvetett módon a károknak, bár ennek megragadása ismét bonyolult és komoly feladat lenne.
- A közlekedőknek okozott károk, akik lassabban vagy kerülőúton jutnak el úticéljaikhoz az árvizek előfordulása idején.
- A károk helyreállításakor felmerülő költségek, például a hivatalos szervek (rendőrség, tűzoltók stb.) munkája következtében.
- Azokban az esetekben, amikor az árvízzel érintett területen turisztikai látványosság található, vagy csak közkeletű turisztikai célpontnak tekinthető, a látogatások számának csökkenése is kárként jelentkezik.

- A mezőgazdasági művelés alatt álló területeken keletkező veszteségek, amelyeket szintén számos tényező befolyásol: a termesztett növények/tenyésztett állatok típusa, érzékenysége, az árvíz időpontja.
- Termelés, és így jövedelemkiesés jellemezheti az árvízzel sújtott ipari és kereskedelmi egységeket is.

A 18. táblázat két dimenzió mentén mutatja be, hogy az árvízzel összefüggésben milyen károk léphetnek fel: a károk lehetnek közvetlenek vagy közvetettek, és tangibilis (kézzel fogható) vagy intangibilis (nem kézzel fogható) formában is jelentkezhetnek (Penning-Roswell et al., 2010). Nyilvánvaló, hogy a legnehezebb a közvetett, intangibilis hatásokat számszerűsíteni, de hasonlóan komoly megfontolásokat igényel minden (közvetlen és közvetett) kézzel nem fogható változás értékelése. A kézzel foghatókat könnyebb értékelni, még akkor is, ha csak közvetett formában jelentkeznek.

18. táblázat Az árvízzel összefüggő károk csoportosítása a károk formája és mérhetősége szempontjából

		Mérési lehetőség	
		Kézzel fogható	Intangibilis
A veszteség formája	Közvetlen	Az épületekben és azok tartalmában bekövetkező károk	Egy archeológiai területen bekövetkező veszteség
	Közvetett	Az ipari termelésben előálló veszteség	Az árvíz utáni helyreállítás miatti zavarok, kényelmetlenségek

Forrás: Penning-Roswell et al., 2010, p. 12.

A közgazdasági értékelés során a károkat/hasznokat az árvíz által közvetlenül vagy közvetett módon befolyásolt területeken egyaránt figyelembe kell venni, így azok hatása akár az egész vízgyűjtő-területre kiterjedhet (Penning-Roswell et al., 2010).

Merz és szerzőtársai (2010) a legfrissebb európai kutatási irányokat és eredményeket tekintik át az árvízi károk közgazdasági becslésére vonatkozóan, és hasonló csoportosítást adnak, kiemelve néhány fontos szempontot az árvízi károkkal érintett területekre vonatkozóan, éppen ezért érdemes az egyik összefoglaló táblázatukat itt is bemutatni (19. táblázat). Ugyan az értékelési lehetőségekről a tanulmány későbbi részében írunk részletesebben, már itt fontos kiemelni a táblázat alapján azt, hogy az európai tapasztalatok szerint szinte csak a lakossági vagyonban és a mezőgazdaságra vonatkozóan rendelkeznek elérhető és megfelelő adatokkal. Az összes többi szektornál azt hangsúlyozzák, hogy nagyon korlátozottan ismerik az adott szektor konkrét vagyonértékeit vagy kárfüggvényeit, továbbá azt, hogy sokkal nagyobb hangsúlyt fektetnek a veszélybecslési részre, mint a kárbecslésre.

19. táblázat Az árvízi kockázattal érintett szektorok egy lehetséges osztályozása

A kár helye	Példák	Megjegyzések
Háztartások	Lakóházak, a bennük lévő ingóságok, garázs, nyaralók, magáncélra használt járművek	Az adatok jelentős része rendelkezésre áll. A vagyonbeli változatosság és sérülékenység alacsonyabb a többi szektorhoz képest.
Ipar, gyártási folyamatok	Bányászat, fémfeldolgozás, autó- és gépipar, vegyipar, építőipar stb.	Nagy változatosság és kevés elérhető adat. A vagyonértékek és a kárfüggvények átvitele a szektoron belül is problematikus. Egy cikkre (Booyesen et al., 1999) hivatkozva leírják, hogy az iparra nem lehet egy általános kárfüggvényt kialakítani, gyakorlatilag az összes szereplő felmérésével lehet azokat megszerezni.
Szolgáltatás	Kis- és nagykereskedelem, hitel- és biztosítási cégek, hotelek, éttermek, számítástechnikai cégek stb.	Még nagyobb a változatosság, és még kevésbé vannak elérhető adatok. A vagyonbecslések és a kárfüggvények átvitele egyik típusról a másikra nagy óvatosságot igényel.
Közszektor	Oktatási és kulturális intézmények, rekreációs és sportlétesítmények, adminisztratív, egészségügyi intézmények, templomok	Nagy változatosság és kevés elérhető adat. A vagyonértékek és a kárfüggvények átvitele a szektoron belül is problematikus.
A mindennapi élethez szükséges infrastruktúrák	Vízszolgáltatás, csatornahálózat, gázvezetékek, áramszolgáltatás, telekommunikáció, közlekedés	Kevés az elérhető adat. Bizonyos típusok között az vagyonérték és a kárfüggvény átvitele lehetséges a kategórián belül, például a bizonyos jellemzőkkel bíró utak között.
Mezőgazdaság	Terményveszteség, épületkárok, ingóság, gépek; talajerózió, állatállomány-veszteség	Viszonylag jól elérhetők az adatok és a módszerek. A kockázatnak kitett elemek átlagos értékeinek alkalmazása megfelelő lehet olyan országokban, ahol ennek a szektornak alacsony a kára a többi szektorhoz képest.
Egyéb	Az árvízvédelmi műtárgyakban bekövetkező károk, tisztítási költségek, a kitelepítés költségei, a vészhelyzet irányításának költségei	Kevés az elérhető adat. Gyakran használnak átlagértékeket. A kitelepítés átlagos költségei használhatók, átvehetők, de ha egyidejűleg több okból következik be egy vészhelyzet, akkor nem javasolható.

Forrás: Merz et al. (2010), p. 1703.

Brémond és szerzőtársai (2013) kifejezetten az árvizek mezőgazdasági kárainak eseteit gyűjtötték össze, illetve elemezték azokat. Magukat az értékeket nem közölték, viszont jó összefoglalást adnak magukra a mezőgazdasági károkra, melyeket az alábbi táblázat tartalmaz (20. táblázat). Összesen 42 tanulmányról írnak, amelyek közül 26-ot részletesen is megvizsgáltak. A táblázatból látható, hogy a mezőgazdasági károkat is közvetlen és közvetett hatásokra bontják, valamint itt is megjelennek az épületek vagy az infrastruktúra kárai, igaz, itt kifejezetten a mezőgazdasági épületeket értik a kategóriákban. Többet ad annyiban ez a kategorizálás, hogy nem csak a közvetlenül az árvízzel sújtott területen jelentkező károkat, veszteségeket nevesítik, hanem a területen kívülieket is, valamint a közvetlen károkat is nagyobb mélységben részletezik. A cikkben további kárforrásokat és szempontokat említene: az árvíz során szennyezett víz öntheti el a területet, ez is okozhat, akár hosszú távon is károkat (ezzel nem igazán foglalkozik a szakirodalom); vagy a téli elöntéseknél magában a terményben esetleg nem keletkezik kár, de a talajt és az épületeket ekkor is jelentős veszteségek érhetik. Brémond et al. (2013) szerint az adathiány nagy gondot jelent, amelyet elsősorban a szakértői tudás konzekvens, rendszeres árvíz utáni kutatásával, és minél

több árvízi esemény adatainak gyűjtésével lehetne orvosolni, a kárfüggvényeket pontosítani, mert a helyi adatok ismerete kiemelt kell, hogy legyen. Az áttekintett tanulmányok alapján azt a következtetést vonták le, hogy az árvíz által okozott károk értékeléseiben elsősorban a természet/tenyésztett fajtákban bekövetkező közvetlen károkat számszerűsítik, pedig a további elemekben, például a talajban vagy az évelő növényekben is komoly károk keletkezhetnek.

20. táblázat A mezőgazdaságnak okozott árvízkárok csoportosítása

	Azonnali (közvetlenül az árvíz után)	Továbbiak (az árvíz után, később)
Közvetlen (az árvíz miatt)	<ul style="list-style-type: none"> • a termésben és a hozamban bekövetkező veszteség • az állatállomány elpusztulása • az állati termékek vesztesége (pl. a tejhozam csökkenése) • az évelő növényeket érő károk • talajkárok • az épületekben bekövetkező károk • a gépeket érő károk • a raktározott javak kárai • infrastruktúra-károk (pl. utak) 	<ul style="list-style-type: none"> • A hozzáadott értékben bekövetkező veszteségek az évelő növények (pl. szőlő) újratelepítése, vagy magról történő szaporítása miatt az árvíz utáni első évben • A termelési tényezők „elérhetetlensége” miatti károk (alapanyagok, gépek stb.) • Az állatok korai eladása vagy áttelepítése miatti veszteségek • Az állatállomány etetésével összefüggő többletköltségek • Az állatállomány méretének csökkenése
Közvetett (nem közvetlenül az árvíz miatt)	<ul style="list-style-type: none"> • Az utazási idő növekedése az infrastruktúrát ért károk miatt • A szállítmányok (inputok, gépek) késése vagy törlése az árvízzel érintett területről 	<ul style="list-style-type: none"> • az elöntött területeken kívüli hozzáadott érték vesztesége az árvízzel érintett területen a gazdaságokat ért károk miatt • az infrastruktúrában, az áradással érintett területen jelentkező károk miatt veszteségek a távolabbi területeken

Forrás: Brémond et al., 2013, p. 2496.

Az értékelési esetek előtt még egy szempontot kívánunk kiemelni, amelyet nagyon ritkán említene a tanulmányokban, mégpedig azt, hogy az árvíz hatásai között makroökonómiai hatásokat is azonosíthatunk (Merz et al., 2010). Az árvíz befolyásolhatja egy ország GDP-jének alakulását (a kiesett termelés csökkenti, az árvízi védekezés költségei növelik azt), változhat a fizetési mérleg egyenlege (az árvíz évében csökkenhet az export, mivel termelési tényezők károsulhatnak vagy bizonyos cégek kieshetnek a termelésből, az import pedig nőhet, mivel a kiesett termékeket behozattalal kell pótolni, a következő évben viszont már mérséklődhet az import). A nettó beruházások indikátora is kisebb lehet az árvíz előfordulása évében, mert például a kárt elszenvedő ingatlanban nem tervezett értékcsökkenés következik be, a következő évben pedig, amikor a helyreállítás, újjáépítés megtörténik, a befektetések nőnek. Merz és szerzőtársai (2010) szerint az infláció mértéke is változhat, a kínálatban bekövetkező törés miatt (például egy tavaszi árvíz miatt az érintett területen termelt haszonnövények hozama jóval az átlagos alatt marad, a kínálata csökken, amit áremelkedés, végeredményben infláció követ). Összességében tehát megállapítható, hogy az árvízi kockázat

csökkentése nem csak helyi vagy regionális, de a nemzetgazdaság szintjén is hasznokat (a növekedése pedig költségeket, károkat) produkálhat, még akkor is, ha ezeket szinte sosem vesszük figyelembe.

Az árvízi károk és elkerült károk értékelési esetei

Bateman és szerzőtársai (2011) a UK NEA jelentés egyik fejezetében bemutatták az árvízvédelem közgazdasági értékének becslését az Egyesült Királyságra vonatkozóan. Megközelítésükben többféle tényt is figyelembe vettek, például azt, hány ingatlant veszélyeztet az alacsony vagy közepes valószínűségű árvíz (kb. 5 milliót, az árvíz éves szinten 0,5 és 1,3%-os esélyével), illetve annak éves teljes átlagos költségét, amelyet 1,4 milliárd fontra becsültek. 2007-ben egy jelentősebb árvíz fordult elő, amelynek költségeit 3,2 milliárd fontban nevesítették, ennek kétharmada a háztartásokat és a gazdasági egységeket érintette. Éppen ezért fontosnak tartják, hogy az árvízvédelemben jelentős beruházások történjenek (mesterséges és természetes), annál is inkább, mert a DEFRA' Spending Review szerint (DEFRA, 2010, in Bateman et al., 2011) a beruházások haszon-költség aránya 8:1 (sajnos, nem részletezik, hogy ez mennyiben köszönhető a természetes, és mennyiben a mesterséges beavatkozásoknak). Ez a mérték azt jelenti, hogy messze megtérülnek a beruházások (minden egyes befektetett pénzegység nyolcszoros hasznot hoz). A szerzők felhívják a figyelmet arra, hogy a klímaváltozás és az árvíz között szoros kapcsolat áll fenn, amelynek hatására az árvízzel érintettek száma is megnövekszik a jövőben (2060-ra duplázódást jeleznek).

Egy korábbi kutatásra alapozva különböző scenáriók alapján mutatják be az éves árvízi károk költségeinek alakulását 2080-ra vonatkozóan: a kutatáskor érvényes (2000. év) értékeket két forgatókönyv szerinti értékkel hasonlították össze, amelyek egyikében egy olyan esetet szimulálnak, amikor minden az akkori helyzetnek megfelelően, fogyasztás-orientáltan halad (a fogyasztás a jelenlegi trendeknek megfelelően folytatódik), és nem tartalmaz további árvízi kockázatot csökkentő intézkedéseket, míg a másik forgatókönyv egy fenntarthatóság-orientált megoldást takar. Az eredményeket a 21. táblázat tartalmazza. Abban az esetben, amikor azt a forgatókönyvet vizsgálják, amely szerint nem történnek intézkedések, azzal a feltételezéssel éltek, hogy a károk lineárisan nőnek az időben. Az adatok csak korlátozottan alkalmazhatók a NÖSZTÉP-projektben, több okból is: (1) csak összesített értékeket adnak meg, így az nehezen becsülhető, ez milyen összegeket jelent például egy háztartásra vagy egy hektárra vonatkoztatva, (2) olyan forgatókönyveket vizsgálnak, amelyeknek részleteit nem ismerjük, ráadásul valószínűleg nem esnek egybe a hazai lehetőségekkel.

21. táblázat A lakossági és kereskedelmi tulajdonokban bekövetkező éves becsült árvízi károk az Egyesült Királyságban, többféle scenárió alapján, 2004-es árakon (millió font/év)

Az árvíz okozója	Az árvíz költségei 2000-ben	A fogyasztás-orientált forgatókönyv melletti költségek 2080-ban	A fenntarthatóságot szem előtt tartó forgatókönyv melletti költségek 2080-ban
Folyók és tengerparti területek	1 088	15 175 – 20 600	1 508 – 4 820

Forrás: Bateman et al., 2011, p. 1093., további adatok kihagyásával; az eredeti közlő: FFCD, 2004.

A cikkben kitérnek még a mezőgazdasági területekre vonatkozó károkra is, amelyek értéke a művelési módtól is függ: az intenzív gazdálkodás esetén egy, az év során bármikor előforduló árvíz 1 220 font/ha kárt eredményez, míg az extenzív gazdálkodás esetén ennek töredéke, csak 160 font/ha.

Foudi és munkatársai (2015) egy integrált térbeli árvízi kockázat becslési módszertant dolgoztak ki, majd azt alkalmazták a spanyolországi Zaragoza városára és környékére, az Ebro-folyó területére. Véleményük szerint ugyanis az árvíz hatásai igen jelentős számú tényezőtől függenek, és az általában alkalmazott eljárások (pl. a költség-haszon elemzés) nem igazán számolnak a térbeli jellegzetességekkel, vagy azzal, hogy az árvízi károk milyen egyenlőtlenségeket mutatnak, például egy folyó felső és alsó szakasza között. Ebből adódóan egy rendkívül részletes becslési eljárást írnak le, amelynek egyes tételeit a modell bemutatása után, táblázatba foglalva tekintjük át (22. táblázat).

A modelljük négy lépést tartalmaz, ahogy ez a következő ábrán is látszik (11. ábra).

- veszélybecslés (hazard assessment), amelyben az árvíz jellemzőit határozzák meg, az előfordulási gyakoriság (visszatérési idő) függvényében. A szerzők a kockázatbesorolást (HR – hazard rating) az emberekkel kapcsolatban is definiálták, a következő egyenlet szerint:

$$HR = h(v + 0,5) + df,$$

ahol h az áradás mélysége (m), v a sebessége (m/s), df pedig a „debris” tényező. Ha HR értéke kisebb 0,75-nél, alacsony a veszély, 0,75-1,5 között közepes, jelentős 1,5 és 2,5 között, míg extrém 2,5 fölött.

- a kitettség értékelése (exposure assessment): ekkor a kockázattal érintett elemek (földhasználat és az emberi erőforrások) azonosítása történik; a szerzők négy kategória alapján dolgoztak a földhasználatban, melyek a városi lakott területek, a városi nem lakott területek, a mezőgazdasági területek és a vizes élőhelyek; 200 x 200 méteres rácsokon becsültek, GIS segítségével
- a sérülékenység (vulnerability) becslése, amely azt mutatja meg, mekkora valószínűséggel éri kár a kockázattal érintett elemeket; a sérülékenységet is több tényező befolyásolja, úgymint a veszélynek való kitettség mértéke, az árvizek hidraulikai jellemzőire való érzékenység (mennyire vannak felkészülve az áradásra, milyen mértékben képes elviselni az elöntést, valamint milyen képessége van az árvíz utáni felépülésre). Ennek alapján becsülik a „stage-damage” (szakasz-kár) függvényt, amely az árvíz jellemzői és a károk közötti kapcsolatot tárja fel, gyakorlatilag a fizikai hatásokat

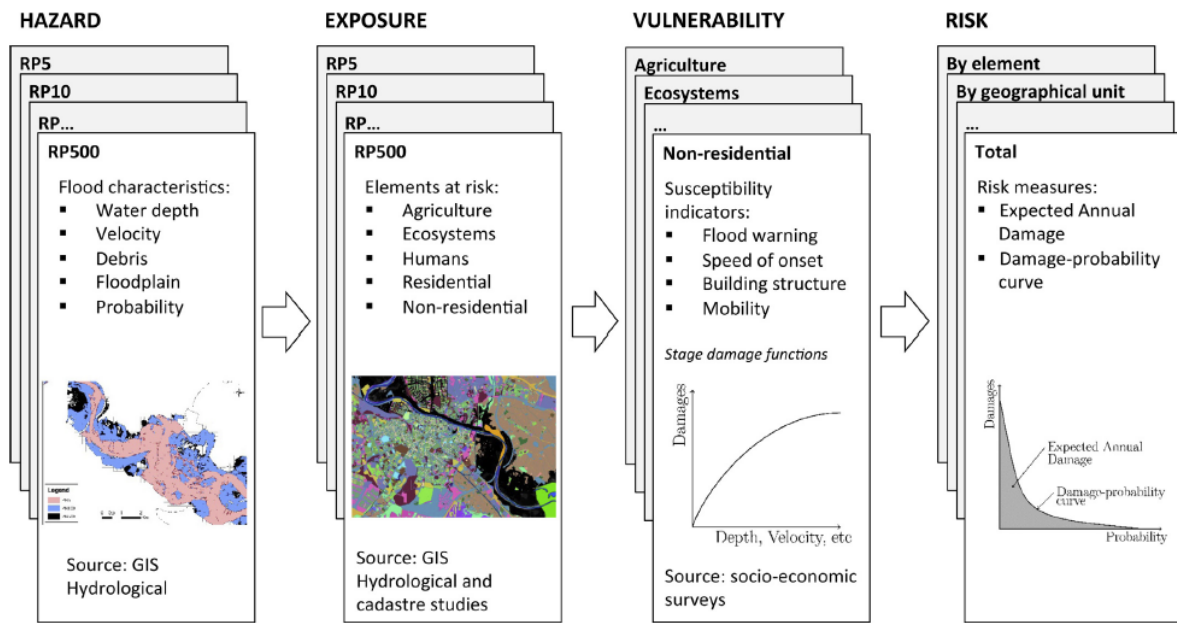
pénzben fejezik ki (általában egy négyzetméterre vetítve). Az emberek sérülékenysége függ attól, hogy az ott élők közül milyen arányban szenvednek tartós betegségben, és mennyien vannak a 75 évnél idősebbek. A pénzbeli értékeléshez a szerzők Woodward és Wui (2001) eredményeit használták (haszonátvitel), helyi felmérés hiányában, és a becslésekbe kizárólag az árvízszabályozási, a vízminőségi, a madárles és az élőhely-szolgáltatásokat vették be, azt feltételezve, hogy ezeket a szolgáltatásokat a terület (átmenetileg) nem tudja nyújtani, vagyis az azt használók ezekhez nem férnek hozzá az árvizek során.

- kockázatbecslés: az árvízi kockázat egy adott esemény éves valószínűsége és az összes árvízi esemény potenciális negatív következményei közötti kapcsolatot tárja fel, végeredményként egy kár-valószínűségi görbét kapunk (12. ábra). A görbe alatti terület fejezi ki a várható éves kár nagyságát.

A fentiek és a 22. táblázat alapján a következő tapasztalatok szűrhetők le Foudi et al. (2015) munkájából:

- a várható adatokat legalább öt elöntési esemény tapasztalatai alapján kell kalkulálni.
- a legnagyobb károk (elkerült hasznok) a lakott területek és a nem lakott területek ingatlanjaiban és ingóságaiban jelentkeznek, két nagyságrenddel meghaladják az összes többi, figyelembe vett tétel teljes kárértékét. Ennek a kettőnek az aránya a teljes károkon belül 94,5%. Ez hasonló lehet minden olyan esetben, amikor az áradás lakott területeket érint, ezt a NÖSZTÉP-projektben úgy tudjuk hasznosítani, hogy erre a két költségelemre koncentrálnunk, amennyiben lakott vagy ipari/kereskedelmi területek jellemzik az árral veszélyeztetett térséget.
- az egészségügyi hatások és az ökoszisztéma-szolgáltatásokban bekövetkező károk az esetükben hasonlóak lettek, de mindössze a teljes kár 2,5-2,5%-át teszik ki. A NÖSZTÉP-ben tehát az egészségügyi hatások akár ki is hagyhatók, az ökoszisztéma-szolgáltatások értékét pedig inkább akkor érdemes így becsülni, ha nem lakott területről van szó, a lakott területen elhanyagolhatók. Az ökoszisztéma-szolgáltatások értékelésénél ügyelni kell arra, hogy az egy hektárra vetített értékek a terület nagyságának növekedésével párhuzamosan csökkennek (csökkenő határhasznosság).
- A mezőgazdasági károk meglepően alacsonyak lettek, mindössze 1,6 millió eurót tettek ki, ami a teljes károk fél százaléknyi értékét adják. A teljes vizsgált terület 90 km²-nyi, ebből 30.000 hektár tartozott a mezőgazdasági hasznosítású területek közé, vagyis viszonylag kis része, ez magyarázhatja ezt a kis kárértéket.
- a károk területi elhelyezkedésének becsléséből kiderül, hogy a nagyobb települések, mint amilyen Zaragoza, sokkal nagyobb hányadot szakítanak ki a teljes értékből, mint a kisebbek.
- ha a költségelemek területi elhelyezkedésének eredményeit áttekintjük, kiderül, hogy míg a lakott és nem lakott, de ingatlanokkal rendelkező területek teljes kárértékében nagyok a különbségek a területek jellege miatt, a mezőgazdasági károk hasonló nagyságrendűek, függetlenül azok elhelyezkedésétől. Természetesen az egészségügyi hatások is a lakott területeken jelentkezhetnek csak.

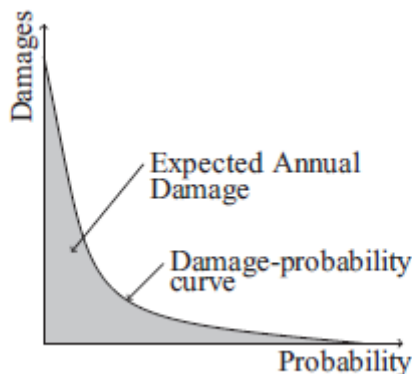
11. ábra Az árvízi kockázat-értékelés lépései



Source: adapted from Erdlenbruch et al. 2008, Messner and Meyer 2005

Forrás: Erdlenbruch et al., 2008, in Foudi et al., 2015, p. 280.

12. ábra A kár-valószínűségi görbe, valamint a várható éves kár közötti összefüggés



Forrás: Foudi et al., 2015, p. 281.

Bouwer és munkatársai (2014) az európai természeti csapások csökkentésére vonatkozó intézkedések költségeiről írnak, köztük az árvizekkel kapcsolatosokról is, bár sokkal inkább az intézkedéstípusok, semmint magának a veszélynek a típusa alapján. Általánosságban megállapítják, hogy a csökkentési költségek beárazásánál szinte kizárólag a közvetlen költségekre fókuszálnak. A szerzők néhány kevésbé kutatott költségvetelt is számba vesznek, konkrét összegeket azonban ők sem adnak minden tételhez. Amiért mégis megemlítjük a cikket, az az, hogy a vészhelyzet kezelésének és a kitelepítésnek a költségbecslésére bemutatnak néhány érdekes tény, illetve egy konkrét képletet, amelyet Fuchs et al. (2007) dolgoztak ki, a lavina esetére. Például Nagy-Britanniában a 2000-ben bekövetkezett árvíz adataira építve azt javasolták, hogy a közvetlen gazdasági károk 10,7%-át könyveljék el fixen

erre a tételre, viszont a 2005-ös ausztriai árvíz után kiderült, hogy ez akár a 40%-ot is elérheti. A kitelepítés költségeinek becslésére vonatkozó képlet a következő (Fuchs et al., 2007):

$$C = \frac{(W \cdot T \cdot N_w \cdot N_b) + (N_p \cdot C_{acc} \cdot N_d)}{n}$$

ahol W = a kitelepítésben részt vevő emberek órabére, T = az egy főre jutó átlagos idő, amely egy épület kiürítéséhez szükséges, N_w = azon emberek száma, akik egy épületet kiürítenek, N_b = a kiürítendő épületek száma (így a baloldali zárójel lényegében a kiürítés munkaerőköltsége), N_p = a kimentendő emberek száma, C_{acc} = a kitelepítettek étkeztetésének és elszállásolásának költsége egy napra vetítve, N_d = az egy főre vetített napok száma, amíg a kitelepítés tart, n pedig az evakuálás visszatérési ideje, évben. Maga a kitelepítés nem csak anyagi javakban mérhető költségeket/károkat okozhat, mert az érintetteket számtalan kényelmetlenség is érhet, amiket nem számszerűsítünk gyakran. A szerzők egy hollandiai árvízmentési gyakorlatra utalva megemlítik, hogy 10 ezer ember kitelepítése közel 3 millió eurót tett ki.

Hirschfeldt és Dehnhardt (2018) németországi ártéri területek értékelését mutatták be, amelyek között az árvízvédelmi szolgáltatás is helyet kapott. A kutatásban az ország egész területére készítettek becsléseket (79 folyó, 15.000 km²), a korábbi és a jelenleg is aktív ártereket figyelembe véve, többféle eljárással, többféle szolgáltatásra. Véleményük szerint nem egy-egy ökoszisztéma-szolgáltatást kellene értékelni külön-külön, hanem komplexen kellene egy-egy terület szolgáltatásait kezelni, ahogy tették is. Olyan beavatkozásokkal kapcsolatban hajtottak végre költség-haszon elemzést, amelyben szerepet kaptak kis- és nagyléptékű gát-áthelyezések, vagy a gátak megerősítése és a belvíz ellenőrzése is. Ha az árvízvédelmi ŐSz-t tekintjük, ennek értékelésére az elkerült károk becslésének módszerét használták. Egy-egy alternatívánál megbecsülték az árvíz kockázatát (az (extrém) árvíz bekövetkezési valószínűsége a kapcsolódó várható károkkal), majd azt számították ki, hogy az intézkedések megvalósulásakor és azok elmaradása esetén keletkező hasznok között mekkora különbségek adódnak. A károkat az előntés mélysége és a földhasználati osztály függvényében értékelték. Kutatásukban egy hektárra vonatkozó értékeket is megadtak (a különböző alternatívák esetén 68 és 4.120 EUR/hektár értékeket kalkuláltak). A költség-haszon elemzésekben csak ott kaptak pozitív nettó jelenértéket (vagyis nettó hasznot), amikor az ellenőrzött ártér részét képezte az adott megoldásnak.

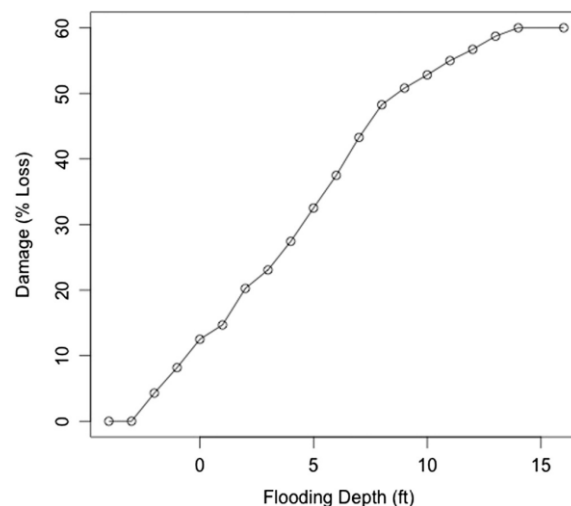
22. táblázat Összefoglaló a Foudi et al. (2015) által figyelembe vett kártételekről

	Mit vettek be az elemzésbe?	Költségtételek	Az alkalmazott függvény	Jelmagyarázat, megjegyzés	Becsült eredmények
Az árvízi kockázat becslése a városi területeken					
a) lakóterületek	Bungaló, családi ház, lakás	Az árvíz utáni tisztítás költségei, az ingatlanban és ingóságban bekövetkező károk (közvetlen költségek)	$D^R = \sum_s \sum_u \sum_d \hat{f}_d(h_s) \times S_{us}$	D^R =a teljes kár egy adott gyakoriságra, s = alterületek, S_{us} = az u földhasználat területe (m^2), h_s = az s területen az átlagos vízmélység, f_d = a d típusú kárra vonatkozó szakasz-kár függvény	182 millió € (5 éves), 645 millió € (500 éves gyakoriság)
b) nem lakóterület	Kereskedelmi, ipari, szabadidős létesítmények (pl. hotel), raktárak, sportlétesítmények		Ugyanaz, mint az előző		190-2.822 millió € (5-500 évenkénti előfordulás)
c) mezőgazdasági terület	Öntözött és nem öntözött gazdaságok, öntözött gyümölcsös, öntözött szőlő, legelő	Az egyes területek aránya a teljes területből (87% öntözött, 10% legelő). Figyelembe vették a termelt növények arányát.	$D^A = \sum_{c=1}^C A_c \bar{p}_c \bar{Y}_c$	Azt feltételezték, hogy a teljes termény károsult az árvíznél. D^A = éves átlagos veszteség, $b_{yc}=1, \dots, C$, az egyes földhasználati módok, \bar{Y}_c =átlagos hozam (100kg/ha), p_c =az átlagos eladási ár az adott terményből, 2000-2006 átlagában. A_c = a terményspecifikus terület nagysága.	2,4 – 4,3 millió € (5-500 évenkénti előfordulás)
d) emberi egészség					
d1) halál, sérülés	Az árvíz miatti halál és sérülés	A statisztikai élet értékét (SÉE) fizetési hajlandóság vizsgálatokkal állapítják meg, arra vonatkozóan, mekkora a WTP a végzetes kockázat csökkentése iránt. A SÉE ezek aggregált összege.		Az elhalálozottak számát megszorozták a korai halálozás egységértékével, amely a statisztikai élet értéke. Spanyolországban a közlekedésben ennek értéke 1,3 millió €. A sérüléseknél ugyanezt tették, csak az egységértéket a statisztikai élet értékének 13%-ában rögzítették (kisebb sérüléseknél mások ennek 1%-át vették).	
d2) stressz, aggodalom	Az árvíz miatti aggodalom, stressz,	Intangibilis költségek: félelem vagy a személyes		Feltételes értékeléssel vizsgálják. Javaslat: az árvízvédelmi fejlesztésekkel	A két kategória 8-12 millió €

	félelem	tárgyak elvesztése		<p>kapcsolatos, emberi vonatkozású intangibilis hasznok (elkerült károk) szigmoid függvény szerinti változása a megfelelő. Azok, akik a gyakran visszatérő árvízzel érintettek, magasabb WTP-vel rendelkeznek, mint azok, akiket csak a ritkábban jelentkező érint. A fizetési hajlandóságra vonatkozó adatokat a 32. táblázat tartalmazza.</p> <p>Mivel a szigmoid modellben az éves, egy háztartásra jutó károkat határozzák meg, ezért a statisztikai élet hosszabb időszaka miatt azokat jelentéértékre kell átszámolni, vagyis diszkontálni kell. A szerzők 5,5%-os diszkontrátát alkalmaztak.</p>	közötti, a visszatérési idő függvényében
Az ökoszisztéma-szolgáltatásban bekövetkező károk					
A wetlandek gazdasági értéke	A vizes élőhelyek élőhely és madárvédelmi irányelv szerinti besorolása	Spirituális, esztétikai, kényelmi, jóllét-termelő képesség. A károk becsléséhez, a piaci árak hiányában, WTP-becslésekre van szükség.	$D^{ES} = \sum_{i=1}^I \sum_{s=1}^S \omega_i \times \hat{f}(A_i, X_{is}) \times A_i$	<p>Az adott funkció területi arányát vették figyelembe, az árvíz veszélyével súlyozva (veszély-besorolás, HR). D^{ES}= az éves elvesztett ökoszisztéma-szolgáltatás értéke, ω_i= a veszély-besorolás súlya az egyes wetlandeken, A_i=az i-edik wetland területe, $f(A_i, X_{is}) = a + bA_i + b_s X_{is}$, az adott szolgáltatás egy hetárra jelzett értéke, X_{is}= dummy változó, jelen van-e az adott szolgáltatás, vagy nincs.</p>	

Watson és munkatársai (2016) az USA-beli Middlebury városkához közel eső Otter Creek folyó ártereinek és vizes élőhelyeinek árvízcsökkentési szolgáltatásának értékét becsülték, az elkerült károk módszerével. Érdekes megközelítést alkalmaztak, ugyanis a jelenlegi, ökológiai szempontból természetesnek mondható helyzetet, amelyben a folyó és a vizes élőhelyek, illetve árterek közötti kapcsolat akadálytalan, két, elképzelt (hipotetikus) helyzettel hasonlítottak össze: megbecsülték a három alternatíva esetén keletkező költségeket, majd ezek különbségét tekintették a szolgáltatás értékének. Azért fontos ez a tanulmány a NÖSZTÉP szempontjából, mert itt egy természetes árvízi kockázatsökkentésről bizonyítják be, mennyivel kisebb károk keletkeznek így, mint akkor, ha a víz csak a mederben folyhat, és nincs összeköttetés a környező területek, valamint a folyó között. A két hipotetikus helyzetet azért választották, hogy legyen egy konzervatívabb („low”) és az árvíz szempontjából egy extrémnek tekinthető megoldás („high”) is. Egy ötlépéses folyamatot dolgoztak ki, amelyből csak a közgazdasági értékelés lépését emeljük ki, megjegyezve, hogy az ezt megelőző lépésekben elsősorban az elöntések és a bekövetkező károk mértékét kalkulálták. A károk meghatározásához figyelembe vették az ingatlanok értékeit (ehhez részben felhasználták a biztosítási követelések adatait, illetve az ingatlanadókról szóló nyilvántartást, amelyekből következtetni lehet mind az ingatlanok értékére, mind pedig az azokban bekövetkező károokra), de becsültek egy mélység-kár függvényt is, melyet az alábbi ábra (13. ábra) szemléltet. Az ábrából látható, hogy az elöntés mélysége és a károk (veszteségek) százalékos aránya egy jelentős szakaszon lineáris vagy ahhoz közeli, egy bizonyos mélység után azonban már csökkenő mértékben nőnek a károk, míg el nem ér egy állandó szintet (ez összhangban van a csökkenő határhasznosság elvével).

13. ábra Az árvíz mélysége és a károk mértéke közötti összefüggés az Otter Creek folyó (USA) esetében



Forrás: Watson et al., 2016, p. 20.

2011-ben a térségben ((Middlebury, Vermont állam, USA) lesújtott az Irene trópusi vihar, amelyre az első becslést megcsinálták, majd az átlagértékek képzésének elősegítése érdekében további kilenc, valós árvízi helyzetet is megvizsgáltak. Az alábbi táblázatban (23. táblázat) a három forgatókönyv alapján számított károkat, a károk különbségeit, valamint a károk mértékének százalékos különbségeit mutatjuk be. Jól látható, hogy a folyó és a környezete

közötti szabad vízjárás igen jelentős mértékben képes a károkat enyhíteni: a táblázatban csak egy olyan eset van, amikor nem a természetes megoldás adott kisebb károkat (1936-os áradás). A vizes élőhely nélküli, kis árvízi kockázat forgatókönyvéhez képest a jelenlegi állapotban (kapcsolat a folyó és környezete között) a károk 25-80%-kal alacsonyabbak, a magas árvízi kockázatú, wetland nélküli scenárióhoz képest 35-92%-kal. A jelenlegi helyzetre vonatkoztatva egy hektárra jutó szolgáltatás-értéket is kalkuláltak, amely meglehetősen alacsony lett a szerzők szerint, a nemzetközi eredményekhez viszonyítva, mindössze 100 USD /hektár. Egy kínai példában (Jiang et al., 2007, in: Watson et al., 2016) 5.700 USD/ha értéket kaptak a helyettesítési költség módszerrel számolva, az elkerült költségek/károk eljárása esetén Thibodeau és Ostro (1981, in: Watson et al., 2016), illetve a Brit Környezetvédelmi Ügynökség (1999, in: Watson et al., 2016) 5.000, illetve 9.000 USD/ha értéket számolt. Itt ismét utalunk a Gallay és Olah (2017) cikkében hangsúlyozott szempontokra, miszerint a károk nagyságát igen jelentős mértékben befolyásolja az, mekkora a kereslet az árvízi kockázat csökkentése iránt, vagyis mennyien élnek a veszélyes területen, és milyen értékű ingatlanok, ingóságok, mezőgazdasági termények jellemzőek a területre. Mivel jelen esetben kicsi a népességszám, érthető az alacsony hektárérték. Ez a NÖSZTÉP esetén is súlyponti kérdés lehet.

A megoldásokra költség-haszon elemzést is készítettek (nettó jelenértéket számoltak), amelyek legfontosabb tapasztalatai a következők:

- az elkerült kárt tekintették az éves hasznoknak, amelyekről azt feltételezték, hogy azok a jövőben is fennállnak,
- a hasznokat a terület megőrzésének költségével vetették össze; megőrzési költségnek azt az értéket tekintették, amelyért az érintett területeket meg kellene vásárolni a térségre jellemző földárakon,
- a jövőbeli pénzáramokat diszkontálták: nagyon jelentős különbségeket tapasztaltak a nettó jelenérték eredményeiben az 1,4% és 3,375% közötti diszkontráták alkalmazásakor (a szerzők az 1,4% mellett teszik le voksukat),
- ha a hasznokat alábecsülik (ebben az esetben ez történt, mert a be nem következő károkat csak az ingatlanok alapján számszerűsítették, kimaradtak az infrastruktúrában, a mezőgazdaságban, a lakosság egészségében bekövetkező károk, vagy az eróziós károk is), még akkor is, a túlbecsült költségek egy részét fedezni tudja a zöld infrastruktúra (a folyóval összeköttetésben lévő, környékbeli terület) 3,375%-os diszkontrátánál legalább az egynegyedét, 1,4%-osnál 60%-át (a megőrzés költségeit azért becsülték túl, mert úgy számoltak, mintha az ott jellemző földáron a teljes területet meg kellett volna venni, holott annak egy része például védettség alatt áll).

23. táblázat A három forgatókönyv alapján számított károk, a károk különbségei, valamint a károk százalékos különbségei

év	Károk az egyes forgatókönyvek esetén			A vizes élőhelyek és az árterek értéke		Becsült kárscökkenés (%)	
	Jelenlegi forgatókönyv	Nincs wetland-low	Nincs wetland-high	Low	High	Low	High
1976	45 760	204 962	453 198	159 202	407 438	78	90
1947	49 974	130 429	325 698	80 455	275 724	62	85
1956	49 975	161 232	449 418	111 258	399 444	69	89
1984	68 169	157 101	527 783	88 932	459 614	57	87
1948	100 633	243 401	675 893	142 769	575 260	59	85
2011	100 632	498 760	1 338 654	398 128	1 238 022	80	92
1938	127 032	325 713	1 043 294	198 681	916 262	61	88
1977	152 857	204 956	439 190	52 098	286 333	25	65
1987	157 088	243 404	457 925	86 316	300 837	35	66
1936	338 114	325 708	523 519	12 405 (-)	185 405	-4	35

Forrás: Watson et al., 2016, p. 22.

De Krok és Grossmann (2010) munkája a későbbiekben is visszatér a tanulmányunkban, mivel az ő számításai alapján készült egy később bemutatásra kerülő eset (lásd a költségalapú eljárásoknál, Manginál (2016)). A cikkből azokat az elemeket mutatjuk be, amelyek a kárbecslést érintik. Egy viszonylag gyorsan eredményeket adó modellt dolgoztak ki egy átfogó 2D-modellhez képest, amelyet 1D-modellnek neveztek el. A károkat az Elba teljes német szakaszára számították. Eredményeik alapján azt állítják, hogy a folyó felső szakaszán megvalósuló gátemelés az alsó szakaszokon növelheti az árvízi kockázatot, így a károkat is. Továbbá, hogy a folyó melletti területeken a vízvisszatartás hatékony lehet, ennek ellenőrzött módon történő kivitelezése tudja a legnagyobb mértékben csökkenteni az éves károkat. Hat különböző alternatívát elemeztek az Elba hat különböző szakaszán (a természetet is használnák a többletvíz megőrzésére). A szerzők a Rhone folyóra kifejlesztett kárbecslést adaptálták, amelyben relatív kárfüggvényeket alkalmaztak, valamint makroszintű megközelítést a kockázattal érintett elemek értékének leírására. A relatív kárfüggvény az elöntés függvényében mutatja meg az árvízi károkat a kockázattal érintett elemek értékének százalékos arányában. A makroszintű módszer lényege pedig az, hogy az érintett adminisztratív terület kockázattal terhelt elemeinek teljes értékét felosztották az adott terület különböző földhasználati osztályú területeire, vagyis azt feltételezték, hogy a földhasználati osztály homogén területeket jelent. Az értéksűrűség értékeket korábbi statisztikai adatok alapján becsülték meg, mivel Németország nyugati és keleti területei között jelentős eltérések adódnak a múltbeli eltérő politikai berendezkedés, és az ebből következő eltérő gazdasági helyzet miatt, a vizsgált területek pedig a keleti részen fekszenek. A kockázattal érintett elemek osztályozása a nemzeti elszámolás kiadási megközelítésében (egy adott gazdaság egy évre jutó kiadásai a végső javakra és szolgáltatásokra vonatkozóan), a stock és flow elemekre alkalmazott felosztás szerint történt. A stock (vagyon) és flow (áram, értékváltozás) értékek közötti különbséget az alábbival lehet szemléltetni: a tőkeállomány (capital stock) a gazdaság részét képező épületek, berendezések, gépek és minden más vagyontárgy teljes értéke. A flow

elemek az új beruházásoknál (értéknövelés), illetve a meglévők értékcsökkenéséből (például egy ház amortizálódik) keletkeznek (szintén egy adott időszak, például egy év alatt). Meglehetősen nagy mélységben vizsgálták a különböző vagyontételeket, melyek kizárólag a tartós fogyasztási cikkeket és a kézzel fogható állandó vagyont (pl. épületek) jelentik. Ez utóbbit épített vagyonként, valamint a gépek, berendezések kategóriájaként nevesítették, de mindkét kategóriát tovább osztották: az épített vagyonba tartoznak az épületek és a közlekedési infrastruktúra, a gépek, berendezéseknél pedig három különálló osztályt kezeltek, a gépeket, a berendezéseket, valamint a járműveket. A mezőgazdasági vagyon számbavételénél megkülönböztették az állatállományt, a gyepet, a művelt területet, az erdőt. Külön vizsgálták a kereskedelmi és termelő szektor leltár szerinti értékét. Mindig nettó szemlélettel számoltak, amely azt jelenti, hogy a vagyonban az építés/létrehozás óta bekövetkezett értékcsökkenést levonták. Ha egy régi épületet árvíz kár éri, akkor ott nem a teljes helyettesítési költséget kell figyelembe venni, hanem a kár bekövetkezésekor jellemző értéket.

A szövetségi szintű adatokból indultak ki. A következő értékekre jutottak:

- a közlekedési infrastruktúra nettó értéke 50 EUR/m²
- az épületállományé 23 EUR /m²
- a gépek, berendezések és járművek értékéből 22%-ot a gépjárműállományhoz, a maradék 85%-át a kereskedelmi, 15%-át a termelő szektorhoz rendelték
- az állatállomány értéke 1.000 EUR /egység, a termőterületé 600 EUR /ha, a gyep értéke 300 EUR /ha, az erdőé 1.000 EUR /ha.
- a lakóépületek értéke átlagosan 200 EUR /m² alapterület, a teleké pedig 21 EUR /m².

Meghatározták a szakasz-kár függvényt (stage-damage function) az előntési mélység függvényében (a károkat egyéb tényezők is nyilván befolyásolják, mint pl. az áradás sebessége, ideje, ezeket azonban figyelmen kívül hagyták). A kárfüggvényeket az ICPR (2001) anyagából vették, és a HOWAS-nak elnevezett adatbázis árvíz károokra vonatkozó empirikus adatainak statisztikai elemzésére építették (kifejezetten Németországra vonatkozóan)⁷. A kárfüggvényeket külön becsülték az épületekre és a tartalmukra (gépek, berendezések, tartós fogyasztási cikkek). Az épületekre exponenciális, a gépekre lineáris függvényformát választottak. A teljes károk értékét (D_{total}) 100x100 m-es cellákra, minden szcenárióra egy árvízre vonatkozóan EUR-ban adták meg, a következő egyenletből számolva:

$$D_{total} = \sum_{clc=1}^n \sum_{e=10}^n \sum_{h=0}^n (r(h)/100)_e * A_{h,clc} * V_e * f_{clc} * s_e,$$

ahol $A_{h,clc}$ = az előntött terület földhasználati osztály szerinti nagysága m²-ben, h = az előntés mélysége méterben, V_e = a kockázatnak kitett elem értéksűrűsége e kockázat mellett, mértékegysége €/m², $r(h)$ = a h előntési mélység melletti relatív kár százalékban, f_{clc} = korrekciós tényező, amely a kataszteri adatbázis értéksűrűségét a CORINE-hoz igazítja

⁷ A HOWAS rövid bemutatását lásd a következő linken: <http://dataservices.gfz-potsdam.de/mesi/overview.php?id=77>.

(m^2/m^2), s_e = az aggregált földhasználati osztály teljes területében az értékkomponens aránya (m^2/m^2).

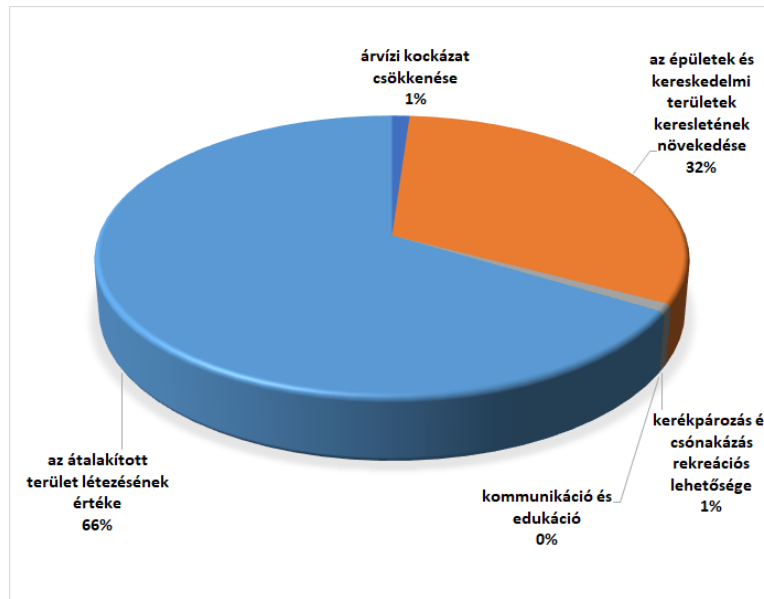
A szerzők szerint (1) egy vízgyűjtő-léptékű vizsgálatnál ez a modell sokkal gyorsabb és rugalmasabb, ugyanakkor egyedi megoldások mélyebb vizsgálatánál nem javasolják azt, (2) a szakasz-kár függvény bizonytalanságokat hordoz, ezeket pedig nehéz becsülni. Általánosságban elmondható, hogy a kárfüggvények becslése sokkal kisebb tudományos figyelmet kapott, mint az árvizek hidraulikus szempontjainak becslésére kifejlesztett modellek. Az itt alkalmazott módszer gyengesége, hogy a kockázatnak kitett tételeket jelentősen aggregált formában írja le.

Németországi vízgyűjtő-helyreállítási projekt közgazdasági értékelését végezték el Gerner és munkatársai (2018). Egy 1990-ben elinduló projekt eredményeit tekintették át, amelyben a nyugat-németországi Emscher folyó vízgyűjtőjén egy természetesebb területet hoztak létre, másodlagos ártereket is kialakítottak⁸. A térség a legnagyobb népsűrűségű területek közé tartozik európai szinten (Ruhr nagyvárosi térség). Az árvízi kockázat értékelésére az elkerült költségek eljárását alkalmazták, amely azt mutatta meg, hogy a beruházásnak köszönhetően az ártéren érintettek mekkora károkat kerülhettek el a beruházás elmaradásának helyzetéhez viszonyítva. Ennek az ÖSz-nek az értéke $1,78 \times 10^6$ EUR/év lett. A szerzők ezt ugyan nem tették, de ha ezt az értéket levetítjük egységnyi területre (a teljes terület nagysága 865 km^2), $2,058 \text{ EUR/km}^2/\text{évet}$ kapunk (vagy másként: $20,58 \text{ EUR/ha/évet}$). Ez $320 \text{ Ft} = 1 \text{ EUR}$ árfolyammal átszámoljuk, 6.600 Ft éves hasznót kapunk hektáronként. A terület teljes piaci értéke $21.441.572 \text{ EUR/évet}$, míg a nem-piaci értékek $109.121.217 \text{ EUR /év}$ hasznót mutattak. A hasznok arányainak érzékeléséhez a szerzők eredményeit egy kördiagramba szerkesztettük, melyet a 14. ábra mutat. Látható, hogy az árvízcsökkentés szolgáltatása mindössze csak a teljes érték 1%-át adta.

Madagaszkárra készítették becsléseket Kramer és szerzőtársai (1997), mégpedig azzal kapcsolatban, hogy az erdővel borított terület nagysága (ennek csökkenése) és az árvízveszély között milyen kapcsolat áll fenn, illetve ezek a szituációk milyen mezőgazdasági károkat okoznak a folyó lejjebb futó szakaszainál. Eredményeiket a következő, 24. táblázat foglalja össze. Jól látható, hogy az erdők megőrzése (azok kivágása helyett) mindig kisebb károkat eredményez az 1. évben a kivágásos alternatívához képest, egészen az 50 évente előforduló árvizekkel bezárólag (a ritkább előfordulásúknál nincs különbség): a kettő közötti különbség adhatja az erdő árvízcsökkentési szolgáltatásának értékét. Látható, hogy ebben a példában is különböző alternatívák elkerült kárait vetették össze egymással.

⁸ Hartmann és szerzőtársai (2019b) megemlítik, hogy az Európai Unió szerint is a természet-alapú megoldások (nature-based solutions, NBS) (amelyek nagy szerepet játszhatnak az árvíz elleni védelemben is), fenntartható és kiegészítő intézkedései lehetnek a sokszínű, többoldalú (ti. környezeti, társadalmi és gazdasági) problémák kezelésének kulcsai (European Commission 2015a, p. 5, in: Hartmann et al., 2019b, p. 5).

14. ábra Az Emscher folyó vízgyűjtőjén végrehajtott intézkedések hasznainak megoszlása



Forrás: Gerner et al., 2018, Table 4 adatai alapján saját szerkesztés

24. táblázat Az erdőirtással okozott árvízzel kapcsolatos mezőgazdasági károk jellemzői Kramer et al. (1997, p. 285) alapján

Adott típusú áradás visszatérési periódusa (év)	Az okozott kár feltételes valószínűsége	A termés hány %-a károsodik az árvízes területen	A kár éves növekedése	Az 1. évben várható gazdasági kár az erdőirtás esetén (S)	Az 1. évben várható gazdasági kár az erdő megőrzése esetén (S)
2	0,344	13,1	0,030	13.360	12.971
5	0,167	30,4	0,021	15.366	15.050
10	0,093	43,5	0,016	12.185	11.993
25	0,039	60,8	0,010	7.100	7.030
50	0,020	73,8	0,006	4.402	4.376
100	0,010	100	0,000	2.965	2.965
200	0,005	100	0,000	1.482	1.482

Forrás: Kramer et al., 1997, 9. 285., in: Kovács et al., 2015, p. 74.

Viszonylag kevés szakirodalmi forrás foglalkozik a villámárvizek (flash flood) közgazdasági értékelésével, az egyik kivételt jelenti Garrote és szerzőtársainak (2016) munkája, amely Spanyolország segoviai részén készült, Pajares de Pedraza településen. A kis falu a Cega folyó árterén található, és a történelmi eseményeken kívül a közelmúltban kétszer is jelentős áradás sújtotta, 2013-ban és 2014-ben. A település a folyó felső szakaszán, hegyvidéki részen fekszik. A hegyvidéki területeken az általában alkalmazott módszerek (a lassan emelkedő áradásokra kifejlesztettek) kevésbé alkalmazhatók, mert ilyen esetekben több speciális tényező is jellemezheti a kialakuló helyzetet, például az, hogy a villámárvíz nagyon gyorsan vonul le, de az is, hogy az ilyen településeken sok a nyaraló, kevés az állandó lakos, így az eredmények akkor lesznek megbízhatóbbak, amennyiben a konkrét helyszínre vonatkozó adatokat gyűjtnek. A szerzők a károk számszerűsítéséhez három, már meglévő adatbázist is

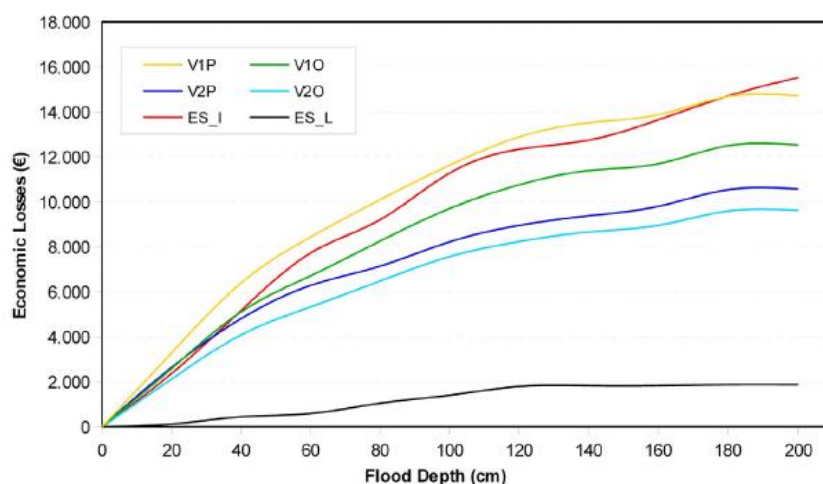
felhasználtak, emellett azonban egy saját, nagyon részletes terjedelem-kárfüggvényt (magnitude-damage) is kialakítottak (lásd az alábbi ábrát (A görbék létrehozását a hipotetikus, „mi történik, ha” elemzésre alapozták, amelyben a vízmélységgel leírt esemény mértéke és az okozott károk közötti korrelációt vizsgálták. A lakott területekre koncentrálnak közölték az eredményeket. A kapott értékek a következők:

- a lakóházakra az értékek tartománya a 100 euró/háztartástól (5 éves gyakoriságú árvíz) a 12.000 euró/háztartásig (500 évente előforduló árvíz) terjed, az átlagos értékek 100-6.000 euró, a maximum tartomány 3.000-12.000 euró,
- a tanyákra vonatkozó becsült károk 100 és 1.000 euró közöttiek (leggyakrabban és legkritikább visszatérésű árvizek), a maximális veszteségek 1 és 2 ezer euró közöttiek,
- a közösségi épületekben keletkező károk 7.000 euróra rúgnak az 500 évente egyszer előforduló áradás esetén.

15. ábra)), a különböző ingatlantípusokra – csak a lakóingatlanokban bekövetkezett közvetlen károkkal számoltak). A károk mértékét befolyásolják a területen lévő vagyontárgyak jellegzetességei, amelyek változatossága részben függ társadalmi-gazdasági és kulturális körülményektől is, de magának az áradásnak a jellegétől is (folyó áradás, villámáradás, a magas talajvízszint miatti áradás, gátszakadás miatti áradás). Az itt előforduló árvizeket a védekezésre jutó korlátozott reakcióidő (rövid koncentrációs idő) és a meder lejtése által meghatározott magas áramlási sebesség jellemzi. A szerzők tisztában voltak azzal, hogy a nettó helyettesítési költségeket kellett volna figyelembe venni (lásd de Krok és Grossmann (2010) munkáját), adathiány miatt mégis a teljes értékekkel számoltak, ami túlbecsléshez vezethet. Ugyanakkor céljuk volt annak vizsgálata is, vajon a standard értékek és kárfüggvények alkalmazása és a helyi adatokon nyugvó becslések között milyen a kapcsolat. A görbék létrehozását a hipotetikus, „mi történik, ha” elemzésre alapozták, amelyben a vízmélységgel leírt esemény mértéke és az okozott károk közötti korrelációt vizsgálták. A lakott területekre koncentrálnak közölték az eredményeket. A kapott értékek a következők:

- a lakóházakra az értékek tartománya a 100 euró/háztartástól (5 éves gyakoriságú árvíz) a 12.000 euró/háztartásig (500 évente előforduló árvíz) terjed, az átlagos értékek 100-6.000 euró, a maximum tartomány 3.000-12.000 euró,
- a tanyákra vonatkozó becsült károk 100 és 1.000 euró közöttiek (leggyakrabban és legkritikább visszatérésű árvizek), a maximális veszteségek 1 és 2 ezer euró közöttiek,
- a közösségi épületekben keletkező károk 7.000 euróra rúgnak az 500 évente egyszer előforduló áradás esetén.

15. ábra Ultra-részletes terjedelem (mérték)-kárfüggvény Pajares de Pedraza településre



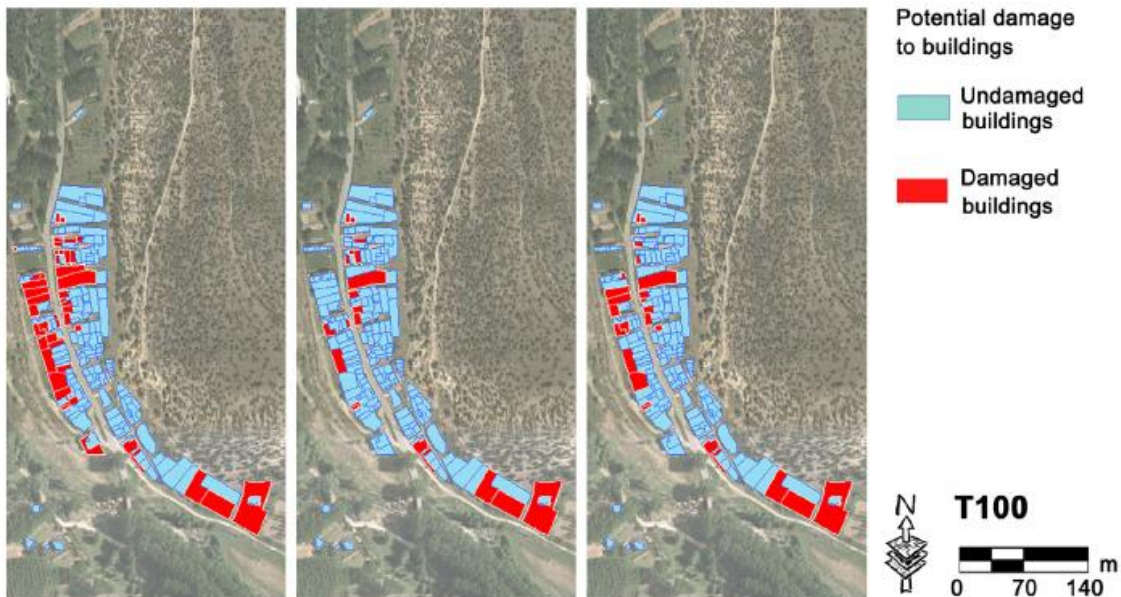
Jelmagyarázat: VIP: földszintes lakóház, V1O: egyszintes nyaraló, V2P: egy szintnél magasabb lakóház, V2O: egy szintnél magasabb nyaraló, ES_1: egyedülálló épület – templom, ES_2: egyedülálló épület – tanya.

Forrás: Garrote et al., 2016, p. 615.

A többi értékadatbázis alapján, és a saját modellel számolt eredmények között jelentős eltérések mutatkoztak. A saját eredmények egy-két nagyságrenddel alacsonyabbak lettek, mint a többivel számoltak, ráadásul ezek a számok jó összhangban vannak a kockázatnak kitett tételek piaci áraival is, így megállapították, hogy az általános modellek túlbecslést eredményeznek. Továbbá hangsúlyozták, hogy az árvízi károk számszerűsítésében a legfontosabb tényező a vagyontárgyak megfelelő definiálása és gazdasági értékelése.

Tanulmányukban három különböző topográfiai forgatókönyvvel is dolgoztak, az egyik az 1997 előtti állapot, amikor nem volt mesterséges árvízvédelem, a második az 1997-2013 között jellemző, amikor a folyó egy részén már gátat építettek, a másik részén természetes terület volt jelen, míg a harmadikat a 2013-tól kialakult helyzet fémjelzi: a teljes folyószakaszt gátak védik. A következő ábra (16. ábra) azt mutatja meg, hogy a három különböző scenárió esetén milyen károk keletkeztek volna a szimuláció alapján, és ezek hol jelentkeztek volna (pirossal jelölve).

16. ábra A 100 évente előforduló árvíz esetén a potenciális épületkárok a 2D hidraulikus szimulációk alapján (balról jobbra: 1., 2. és 3. topográfiai forgatókönyv)



Forrás: Garrote et al., 2016, p. 618, a teljes ábrából részlet.

A magyar gyakorlat megismerése érdekében áttekintettük, milyen adatok állnak rendelkezésre a hazai árvízi kockázatok becslésével kapcsolatban. Példaként az Alsó-Tisza tervezési területre készült anyag (ÁKK, 2016a) idevonatkozó passzusait tekintjük át röviden (a 3. melléklet a további tervezési egységekre is bemutatja a kockázati értékeket).

Az ÁKK (2016a) munkájából idézzük a következőket:

„A kockázati térképezés általános elveit az EU 2007/60/EK Irányelve az alábbiak szerint rögzíti:

Az árvíz kockázati térképeken fel kell tüntetni a (3) bekezdésben említett forgatókönyvek szerinti árvizekkel kapcsolatos lehetséges káros hatásokat, amelyeket a következő szempontok szerint kell kifejezni:

- a) a potenciálisan érintett lakosok becsült száma;*
- b) a potenciálisan érintett terület gazdasági tevékenységének típusa;*
- c) a környezetszennyezés integrált megelőzéséről és csökkentéséről szóló, 1996. szeptember 24-i 96/61/EK tanácsi irányelv mellékletében említett létesítmények, amelyek árvíz esetén esetleges környezetszennyezést okozhatnak, valamint a lehetségesen érintett, a 2000/60/EK irányelv IV. melléklete 1. pontjának i., iii. és v. alpontjában meghatározott védett területek;*
- d) egyéb olyan információk, amelyeket a tagállam hasznosnak ítél, mint például azon területek feltüntetése, ahol magas hordaléktartalmú, illetve törmelék-áradások fordulhatnak elő, valamint más jelentős szennyezési forrásokra vonatkozó információk” (i. m. p. 55.).*

A fenti jogszabályi kötelezettségből fakadóan valószínűleg megismerhető az egy adott területen élők száma, az ott folyó gazdasági tevékenység.

Néhány fontos alapfogalom definiálását adja a munka, az alábbiak szerint:

„Kockázat alatt az ár- és belvízi elöntésből fakadó hatások várható értékét értjük, azaz az elöntés előfordulási valószínűségének, a kitettségnek és a kitett értékek elöntéssel szemben való érzékenységének szorzata.”

„Az előfordulási valószínűséget, a veszély paramétereivel egyetemben (vízmélység, vízsebesség) a veszélytérképek tartalmazzák.”

„A kitettség a vizsgált területen található vagyoni és nem-vagyoni értékek összessége (a területhasználati kategóriák szerint). Ezek érzékenységére utalnak a kárfüggvények és a nem-vagyoni értékek tekintetében az osztályba sorolás, azaz, hogy adott tulajdonságú elöntés milyen mértékben károsítja a különböző értékeket.”

„A kockázati térképek, mint adatállomány, e hatások területi eloszlását (50 x 50 méteres cellánként) mutatják be” (ÁKK, 2016a, p. 55.).

Az anyag vagyoni és nem vagyoni kockázatokról is ír, forintosított értéket viszont csak a vagyoni károkhoz rendel, a mintaterületen öblözetenként, fajlagos és összesített értelemben (25. táblázat).

A táblázat alapján látható, hogy az árvízi kockázat fajlagos értéke nagyságrendi különbségeket mutat az egyes térségek (öblözetek) között, azok a 6.400 Ft/ha/év és 636.200 Ft/ha/év közötti tartományba esnek. Ez is azt támasztja alá, hogy az árvízi kockázat csökkentése ökoszisztéma-szolgáltatás értéke csak a helyi adottságok, körülmények figyelembevételével szolgálhatnak megfelelően megbízható eredményekkel, amely azonban jelentős adatigényt is feltételez.

A dokumentum kitér azokra a fejlesztési költségekre is, amelyek az árvízi kockázatok csökkentését célozzák. Hosszabb távon a teljes költséget 1.175 milliárd Ft-ra becsülik, amelyből a 2014-2020 közötti időszakban – több projekt keretében – 183 milliárd Ft-ot fordítanak erre a célra (így kb. még 1.000 milliárdos összeg marad a későbbi időszakokra). Továbbá leírja, hogy a jogszabállyal (1318/2015. (V. 21.) Korm. Határozat) érintett öblözetek évesített vagyoni kockázata nagyjából 20%-kal, 101 Mrd-ról 81 Mrd-ra csökken (ÁKK, 2016a, p. 85. alapján).

25. táblázat Példa az ártéri öblözetek fajlagos, illetve összesített kockázati értékeire, az Alsó-Tisza tervezési területre

Öblözet	Kockázat fajlagos átlag értéke (eFt/év/ha)	Vagyoni kockázatok összege (MFt/év)
Nagy-Sárréti	110,2	10173,0
Érmelléki	6,4	5,0
Remetei	146,8	1285,0
Berettyóújfalui	15,4	329,0
Gyulai	200,8	2031,0
Kis-Sárréti	8,6	356,0
Csongrádi	160,3	4278,0
Sarkadi	32,3	2077,0
Torontáli	80,9	1996,0
Békési	215,0	6393,0
Szegedi	636,2	29060,0
Körös-Tisza-Maros közti	43,4	7485,0

Forrás: ÁKK, 2016a, p. 56.

További adatokkal szolgál a Somlyódy (2011) által szerkesztett munka: „Az elmúlt 10–12 év árvízi védekezési költsége valamivel 50 milliárd Ft felett volt, a töltések árvizek utáni helyreállítása pedig 30 milliárd Ft-ba került. A károk ugyan részletesen nem ismertek, de a 2001-es és a 2006-os rekordévek 60, illetve 40 milliárd Ft becsült értékei jó iránymutatók. Figyelembe véve a kisebb árvizeket is, a vizsgált időszak kára valószínűleg elérte a 150 milliárd Ft-ot. Az árvízvédekezés országos kiépítése a biztonsági és a kockázati tényezőktől függően mintegy 250–350 milliárd Ft beruházást igényelne (ennek legalább a 60%-a a Tisza-völgyre fordítandó). Ezzel a védekezési költségek és a kár is jelentősen mérsékelhető lenne. A beruházás gyorsan, mintegy egy évtized alatt megtérülne” (i.m. p. 26).

Kaprosné (2002) a '90-es évek végén és a 2000-es évek elején bekövetkezett tiszai árvizek jellemzőit mutatja be, továbbá azok védekezési költségeit is, kitérve a védekezésben felhasznált erőforrásokra (ember, gép, anyag), az ingatlanokban és például a közlekedési infrastruktúrában bekövetkező károkra, valamint a kitelepítés költségeire is. Az 1998-as, felső-tiszai árvíz 1,5 milliárd, az 1999 tavaszán bekövetkezett árvíz a teljes Tiszán 9,9 milliárd, míg a 2000 tavaszi eset 13,2 milliárd Ft-ot emésztett fel. A három eset számszerűsített védekezési és helyreállítási, valamint kárköltségei 38 milliárd Ft-ot tettek ki: a fentiekén túl a magántulajdonban lévő ingatlanok helyreállítására 6,2 milliárd, a közintézményekben keletkezőkére 3,1 milliárd, míg a mezőgazdasági károk elhárítására 2,8 milliárd Ft-ot költöttek, mely összegek konkrétan az árvizek direkt költségeit jelentik, nincsenek benne azok a költségek, amelyeket az árvízvédelmi létesítmények fenntartására

fordítottak az árvizek előtti években. Kiemeli még, hogy a 2000 során történt esemény (belvízzel együtt) az épületvagyonban kisebb kárt okozott ugyan, de a védekezés költségei sokkal magasabbak lettek, ezért véleménye szerint a gátak folyamatos magasítása helyett más megoldásokat kellene választani (Kaprotné, 2012).

A költségalapú eljárások (helyettesítési költségek, helyreállítási költségek stb.) alkalmazása az árvízi kockázat értékének becslésére

A költségalapú eljárások esetei között elsősorban olyanokat tekintünk át, amelyekben általában egy terület vízmegtartó képességét, illetve annak becsült értékét használják az árvízi kockázat csökkentésének értékelésére, gyakran annak alapján, hogy az árvízvédelem költségeiből (gátak beruházási, fenntartási stb. költségei) képeznek egy fajlagos értéket az 1 m³ víz visszatartására vonatkozóan.

Többféle ökoszisztéma-szolgáltatás teljes gazdasági értékét kereste Mangi (2016), a németországi Hamburgon keresztülfutó Elba-folyó egy kisebb szakaszának (Kreetsand) vizsgálatakor, amelyet újra természetes állapotba hoztak (megteremtették a kapcsolatot a folyó és ártere között). Költség-haszon elemzést végeztek két alternatív megoldás összehasonlításával, amelyben egy korábbi állapotot (nincs összeköttetés a folyó és ártere között, és kotrás alkalmaznak a folyószakaszon) és a jelenlegi, természetes állapotot vizsgálták. Az egyik ÖSz az árvíz kockázatának csökkentése volt (az Elba tölcseretorkolattal ömlik a tengerbe, az áradáshoz a dagály is hozzájárul). A haszonátvitel módszerét használták, az értékelés tárgya pedig az extrém árvízi helyzetek szabályozása volt, a víztározás szolgáltatásán keresztül. Az átültetésre szánt eredményt egy németországi, ráadásul az Elba folyóra (536 km-es szakaszon) készített, különböző intézkedések melletti kockázat, majd kárbebecslés eredményei adták (lásd de Kok és Grossmann, 2010). Az eredeti helyszín egyik pontja mindössze 78 km-re fekszik a jelen tanulmányban vizsgálttól, ráadásul a két terület adottságai erős hasonlóságot mutatnak, ami a haszonátvitel egyik feltétele, a megbízhatóság növelése érdekében. Ott is azt elemezték, mi lenne a megfelelő árvíz-kockázat csökkentő stratégia. Négy lépésben történt meg az értékek átvitele: (1) az 1964 és 1995 közötti előntésekre épített hidrológiai adatelemzésből mesterséges árvízi eseményeket generáltak; (2) lemodellezték az árvíz menetét, amelyben figyelembe vették a gát magasságát, a főcsatornában a víz mélységét, valamint az ártér kapacitását; (3) a károk kalkulálásánál a kockázatoknak kitett elemek értékeit vették alapul, 100 m²-es területekre, az előntés mélysége és az elemek értékének aránya szerinti függvénynek megfelelően, továbbá az egy előntésre jutó teljes kárt az alapegységekből számolták; (4) többféle alternatív megoldásra számították ki az árvízi kockázat értékét; az átlagos éves károk különbségét képezték, mindig ahhoz az esethez mérten, amikor nem történt kockázatsökkentési intézkedés; így az árvízi kockázat elkerülésének értéke (a társadalmi hasznok) = az alapmegoldás (nem történik semmilyen árvízvédelmi fejlesztés) értéke – a csökkentési stratégia értéke (az egyes stratégiák egységértékeit vették át de Kok és Grossmann (2010) munkájából).⁹ Az egységnyi

⁹ Látható, hogy Mangi (2016) munkájában az elkerült károk alapján kalkulálták az egy köbméter víz visszatartásának értékét, így ez az eset logikusan szerepelhetne az előző, károkat taglaló fejezetben is.

vízmeztartás értékét (m^3 -re vetítve) az eredeti terület víztárolási képességének és teljes értékének alapján számították ki, az eredmény $0,025 \text{ EUR}/m^3$. Ebből pedig a projekt területén az ártér víztározási képességének ($880\,000 \text{ m}^3$) teljes értéke $22.000 \text{ EUR}/\text{év}$ lett. Látható, hogy gyakorlatilag a vízmeztartási képesség egységnyi vízmennyiségre (m^3) jutó értékét vették át, és azt feltételezték, hogy csak ennek mennyisége határozza meg az értéket.

Matczak és szerzőtársai (2019) a kisléptékű vízvisszatartás lengyelországi helyzetét mutatják be. A közgazdasági oldalt áttekintve megállapítják, hogy a 2014 és 2020 közötti időszakban összesen 104 millió EUR-t költöttek a kisléptékű megoldások kiépítésére, 49 milliót a dombvidéki, 55 milliót a síkvidéki fejlesztésekre. Fajlagos költségeket is megadtak. 2006-ig (országosan) átlagosan $0,015$ - $0,13 \text{ EUR}$ -ba került egy köbméter víz visszatartása, amelynek leginkább költséghatékony megoldása a tavak gáttal történő kiegészítése volt. A halastavak felhasználása a víz megtartására már drágább ($0,5$ - $1,4 \text{ EUR}/m^3$), és még inkább az a mesterséges tározók építése ($0,86$ - $4,7 \text{ EUR}/m^3$). A 2007-2013 közötti periódusra egy táblázatot közölnek (Table 3.1., p. 27), amely szerint elég jelentős az eltérés a síkvidéki és a dombvidéki, kisléptékű megoldások paramétereit között: ebben az időszakban síkvidéken 3.644 létesítményt hoztak létre, $42,8$ millió m^3 víz visszatartását tették ezzel lehetővé, összesen 44 millió EUR beruházási költség mellett. A dombvidékiek esetében a számok: 3.553 létesítmény, $1,5$ millió m^3 vízmeztartás, 43 millió EUR költségigény. Ezekből az adatokból megállapítható, hogy a dombvidéki vízmeztartás – a kisléptékek esetében – egy nagyságrenddel magasabb fajlagos költségű, ahogy ezt konkrét adatokkal is leírják: az átlagos fajlagos, 1 m^3 -re jutó költség síkvidéki területeken $1,5 \text{ EUR}$, míg domb(hegy-)vidéken $10,4 \text{ EUR}$. Ugyanakkor azt is megállapítják, hogy a kisléptékű tározás sokkal hatékonyabb költségoldalról, tekintettel arra, hogy míg a nagyobb tározók esetén 1 köbméter víz megfogása $3,6$ és $9,5 \text{ EUR}$ közötti tartományba esik, addig a kisléptékűeknél csak $0,5$ - $1,2 \text{ EUR}$ az átlagos fajlagos költségek értéke (körülbelül tízszeres a szorzó).

Pinke (2012) több megközelítéssel értékelt a belvízzel erősen vagy közepesen veszélyeztetett térségek egy hektárra jutó, pénzben kifejezett, árvízvédelmi szolgáltatásának értékét Magyarországon. Az első módszerben az addig megépült négy árvízi tározó beruházási költségei alapján végzett becsléseket (helyettesítési költség módszer). Eredményei szerint a tározótér 1 m^3 vizet 101 Ft melletti beruházási költséggel képes tárolni (tározókapacitás: 537 millió m^3 , teljes beruházási költség: $54,2$ milliárd Ft). Amennyiben a belvízzel sújtott területeken az ártereket visszaállítjuk, úgy egy hektáron kb. 5.000 m^3 vizet képes tárolni a terület, vagyis éppen ennyi árvízvédelmi beruházás váltható ki (Pinke számításaiban a fenntartási költségek explicite nem jelennek meg, de minden bizonnyal ilyen jellegű költségek is felmerülnek, aminek figyelembevétele még magasabb fajlagos értékeket eredményezne). Konkrét helyszíneknél is hasonló megoldást alkalmazott, vagyis azt, hogy egy tájrehabilitációs intézkedés, amely ezeket a területeket árvízvédelmi hasznosításúvá alakítaná, mennyibe kerülne (helyreállítási költség módszer). Az eredmények szerint Etyek-Pusztakócs térségében $53.664 \text{ Ft}/\text{ha}$, míg a Vókonyai-tó esetén $107.010 \text{ Ft}/\text{ha}$, amely adatokból az 1 m^3 tározására jutó érték $10,7$ - $21,4 \text{ Ft}$ lett, amelyből azt a következtetést vonta le a szerző, hogy a felesleges víz természetben történő tározása ötödébe, tizedébe kerül annak, mint amennyibe ugyanez kerül a VTT tározói kapacitásának kialakításával összefüggésben. (Megjegyzendő, hogy itt egyéb ökoszisztéma-szolgáltatásokat is figyelembe vehetnénk, tehát ilyen szempontból a fenti értékek „túlárzottak”.) A másik megközelítésben azt vizsgálta, hogy az egykori ártereken az aszály és a víztöbblet következtében mekkora termés kiesés keletkezik

átlagosan (elkerült károk eljárás). Hatalmas összegeket kapott eredményül: a legaszályosabb öt megyében 32 alkalommal haladták meg a károk a GDP 0,5-1%-át. Ezek a károk jelentősen csökkenthetők lennének, ha a veszélyeztetett területek rehabilitációjával, annak természetessé tételével kezelnék a problémát.

Pinke és szerzőtársai (2017) – Pinke (2012) cikkére is alapozva – részletesebb bemutatását adja annak, hogy a Tisza-menti vizes élőhelyek revitalizációja milyen hasznokkal jár. Tágabban arról írnak, hogy a költségek alapján milyen tájhasználati rendszer lenne a legmegfelelőbb, árvízvédelmi szempontokat is figyelembe véve. Az a véleményük, hogy az érintett területeken a mezőgazdasági hasznok nem képesek fedezni az árvízvédelemmel összefüggő költségeket. Vizsgálati területük a Tisza keleti részén fekvő, Alföldhöz tartozó terület, a maga 9331 km²-ével. Jelen tanulmányban az árvízvédelmi szolgáltatás értékeléséhez már hat vésztározó beruházási költségeit hasonlítják össze az Etyek-Pusztakócs és a Vókonyai-tó mocsaras területek helyreállításának költségeivel. Ez utóbbiaknál a korábbi töltés- és csatornahálózatot elbontották, és új vízkormányzási struktúrákat alakítottak ki. A tárolási kapacitásnál ugyanazt az egy hektárra vetített, kb. 5.000 m³/ha értéket vették alapul, mint a korábbi (Pinke, 2012) számításnál. A költségeknél beszámították azoknak a területeknek a piaci árát is, amelyeket elfoglaltak az új tározók. A régióban a szántóföldek 2007-es átlagos áráként 1.512,1 EUR/hektárt vettek, amely azonban elég tág határok között szórt (+/- 48,6%). A következő évben a föld ára a 796-9.154 EUR/ha tartományba esett, az árvízi kockázattal érintett területek pedig ennél alacsonyabb árat mutattak (796-3.852 EUR/ha). Az árvízvédelmi szolgáltatás fajlagos értékét az egyes vésztározók beruházási költségeivel, illetve a két mocsaras terület helyreállítási költségéből kalkulálták. A 26. táblázat alapján látható, hogy a tározók egy köbméter tárolt vízre vonatkozó értéke 0,28 (Hanyi-Tizasülyi) és 1,59 (Beregi) EUR/m³ között változik, a hat vésztározóra az átlag 0,49 EUR/m³. Ezzel szemben a két mocsaras terület helyreállításával az Etyek-Pusztakócsi területen 0,04 EUR /m³-be, a Vókonya-tó térségében pedig 0,08 €/m³-be kerül a fajlagos vízmegtartás, az átlagos érték 0,06 EUR /m³. Ennek alapján a szerzők megállapítják, hogy a természetes térben történő víztárolás 0,43 EUR /m³-rel olcsóbban valósítható meg. Ebből számítják ki az ökológiailag optimálisnak tekinthető, átlagosan 0,5 méteres előntésre vonatkozóan azt, hogy ezzel a megoldással hektáronként 2.150 EUR árvízvédelmi költséget lehetne elkerülni.

Pinke és szerzőtársainak (2017) munkája rendkívül fontos a NÖSZTÉP szempontjából, mivel (1) egyrészt hazai becsléseket ad a víztározási képesség árára vonatkozóan; az itt meghatározott értékek a német példában (Mangi, 2016) kiszámított (0,025 EUR/m³) fölött vannak, az átlagos ár annak 2,4-szerese, így egy esetlegesen, a nemzetközi szakirodalomból átvett érték jelentős torzulást eredményezne, (2) tényleges adatokra épít. Ugyanakkor az országunkon belül, más területekre valószínűleg nem, vagy csak elenyésző számban találnánk olyan hazai példákat, ahol hasonló megfontolások segítségével számíthatnánk ki a természet víztározási képességének árát.

26. táblázat A vizsgált véstározók és a két helyreállított természetes terület adatai

Név	Terület (km ²)	Tárolási kapacitás (10 ⁶ m ³)	Teljes költség (10 ⁶ EUR)	Beruházási költség (EUR/m ³)
VTT-tározók				
Hanyi-Tiszastülyi	55,7	247	68,7	0,28
Nagykunsági	40,0	99	40,7	0,41
Cigánd-Tiszakarádi	24,7	94	63,7	0,68
Tiszaroffi	23,0	97	29	0,30
Beregi	52,3	58	92,3	1,59
Szamos-Kraszna közti	51,1	126	61,2	0,49
Teljes	222,1	721	355,9	0,49
Helyreállítási projektek				
Etyek-Pusztakócs	50	25	1,04	0,04
Vókonya-tó	20	10	0,83	0,08
Teljes	70	30	1,87	0,06

Forrás: Pinke et al., 2017, p. 6.

Itt fontos megjegyezni, hogy egy terület vízmegtartó képességét (mint az árvízi kockázat csökkentő képesség indikátorát) számos tényező befolyásolja (Nedkov és Burkhard, 2012). Azt hangsúlyozzák, hogy az erdők és a füves területek esetében különösen nehéz a víztározási képességet mérni, abból adódóan, hogy a szabályozási funkció nem csak a vízmegtartó képességtől függ, hanem számos működési folyamattól (mint például a beszűrődés (infiltration) vagy felszíni sajátosságok (a felszín esése és durvasága)), de külső tényezőktől is, amilyen a csapadék mennyisége és intenzitása, a vegetáció szezonális állapota vagy a talaj kezdeti telítettsége. Cikkünkben két mintaterületen végeztek becsléseket Bulgáriában az árvízi veszéllyel kapcsolatban, amelyhez a GIS alapú AGWA-t (Automated Geospatial Watershed Assessment) és az erre épülő KINEROS-modellt (KINematic Runoff and EROsion modell) és a SWAT-ot (Soil and Water Assessment Tool) alkalmazták. Ez a közgazdasági értékelést annyiban befolyásolja, hogy nehéz lesz egy adott területre egy olyan, általánosan alkalmazható fajlagos pénzürtéket adni, amely minden körülmények között megfelelő lenne. Ebből is látható, hogy a pénzürték viszonylagos, és számos (nem közgazdasági) módosító tényezőt kell megtalálni, sőt, számszerűsíteni is a jobb pénzürték megadásához.

Gallay és Olah (2017) Közép-Szlovákia egyik folyójára, a Hron (Garam) vízgyűjtőjére készített közgazdasági értékelést az árvízvédelemre vonatkozóan. A vízgyűjtőterület nagysága 1 851 km², és azt erdő (63%), füves terület (10%), átmeneti erdő (8%), szántó (8%), valamint mesterséges borítású területek (4%) alkotják. A víz kiöntését a SWAP-program (Soil and Water Assessment Tool) segítségével modellezték. A területet kisebb egységekre, alvízgyűjtőkre és ún. HRU-kra osztották. (A HRU (hydrologic response unit – hidrológiai válaszegység) a legkisebb térbeli egység egy modellben, amely homogénnek tekinthető a terület borítása, a talaj hidrológiai jellemzői, illetve a lejtése alapján (lásd pl. Kalcic et al. 2015)). Ezek jellemzői teljesen egybevágnak a Kenessey-féle lefolyási tényező számításakor figyelembe vett tényezőkkel, amelyek a Hidrológiai SzMCs 2. jelentésében került bemutatásra (Vári et al., 2019a).

A közgazdasági értékelésnél az erdőt tekintették a legnagyobb árvízvédelmi képességű területnek, így az 1. szövegdobozban is bemutatott egységértéket (3,4 millió euró) az erdőhöz párosították (ez lett a 100%-os árvízvédelem értéke HRU-nként). Maga a SWAP-modell eredményei is azt mutatták, hogy ha a területet teljes egészében erdő borítaná, a 100 évente egyszer előforduló nagyságú áradást is kezelni tudná a terület. Az egyéb ökoszisztéma-típusok értékét azok árvíz-visszatartó képessége arányában határozták meg, az erdőhöz viszonyítva. Az egyes élőhelytípusokra kalkulált összegeket három tényező befolyásolta: az ökoszisztéma típusa, a hidrológiai válaszegységek állapota, valamint az árvíz bekövetkezésének valószínűsége az adott egységben. Az erdei ökoszisztémákkal borított területek értéke általában 20 ezer eurót tett ki, egyes helyeken azonban 60 ezer EUR-ra is rúgott, a füves területek 10.000 EUR/HRU (20.000-es maximum mellett), míg a szántók és a kopár területek 500 EUR/HRU értéket kaptak (a magas elöntési kockázatnál maximálisan 7.000 EUR/HRU értéket is számítottak e két utóbbinál) (17. ábra). Az esettanulmány kapcsán problémaként említhető, hogy a HRU-k tényleges területeinek ismerete nélkül nem ültethetők át az egységértékek például hektárértékekre. Ugyanakkor számos olyan megfontolás található a cikkben, amelyet érdemes végiggondolni a NÖSZTÉP-projekt közgazdasági értékelése során, természetesen a természettudományos szakértőkkel együttműködve.

Az árvízvédelem ökoszisztéma-szolgáltatás értékelésének menete a szlovákiai esetről (Gallay és Olah, 2017)

A szabályozó szolgáltatások csökkenthetnek bizonyos kockázatokat, ezért a szerzők is alapvetően ebből indulnak ki: $Kockázat = f(H, E, V/R)$, ahol H: minden negatív hatású potenciális esemény, E: a veszély által érintett emberek száma, az erőforrások mértéke; a bekövetkezés valószínűsége és a hatás mértéke, V: a veszéllyel szembeni érzékenység, fogékonyság, R: reziliencia, az a képesség, amellyel a rendszer egy esemény bekövetkezése után képes visszanyerni a korábbi állapotát. Majd a veszteséget így definiálják: $Veszteség = Népesség (érték) \times Kockázat$.

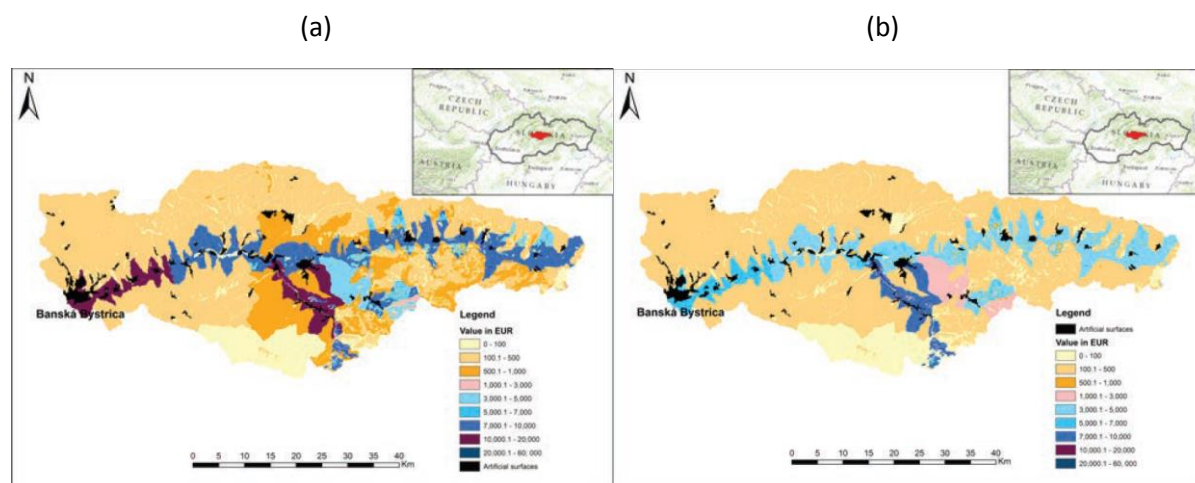
Két eljárással történt az értékelés:

- meghatározták a vízmegtartási tényezőt (retention index) az összes előforduló élőhelyre vonatkozóan, a maximális elöntés százalékában (a fogalmat Vári és szerzőtársai (2019) is használják, és így fogalmazzák: „Ez a folyamat adja a meghatározó vízhozamát/vízhozam-eloszlását a meredekebb tájegységek vízfolyásainak, Magyarországon jellemzően a kisebb folyóknak, patakoknak. Ugyanakkor nagy jelentősége van a villámárvizek kialakulásában; ezen túl a nagy folyóink felvízi szakaszainak vízhozamát is nagymértékben ez határozza meg, míg az alvízi szakaszok vízhozamának időbeli alakulása a felvízi részekben lejátszódó jelenségek egymásra hatásától, a csapadékeloszlás heterogenitásától és a levonulási időktől is függ” (i.m. 10-11. old.). A százalékos érték azt a maximális elöntést mutatja meg, amely visszamaradna, ha az adott helyen egy adott ökoszisztéma-típus lenne megtalálható.
- A szolgáltatás értékét (SV) pedig a következő függvény alapján számszerűsítik: $SV = f(E, I, R, S, PV)$, ahol: E: kitétség, amely a Szlovákiában a legutolsó 12 év bekövetkezett árvizeinek előfordulási gyakorisága, I: intenzitás, az adott területen a veszély mértéke (itt konkrétan 96,6 mm csapadék, mint 100 éves elöntés), R: vízvisszatartás (vízmegtartási tényező), a rendszer veszélyelhárító képessége (magyarazatát lásd az előző bekezdésben), S: kiterjedés, a teljes elöntésből az egyes HRU-kra jutó aránnyal kifejezve (mivel a HRU-nál számít az, mivel borított a felszín), PV: a megvédett „vagyon” értéke, amelybe beletartozik a lakosság, az ingatlanok stb., értékét pedig az éves átlagos árvízi költséggel becsülik, amely a szlovákiai vizsgálati területre vonatkozóan, a 2007-2012 közötti adatok alapján, 3,4 millió euróra rúgott (a teljes éves szlovák költség 85 millió euró volt, ennek 4%-át osztották a mintaterületre, mivel az árvizes térségeknek ekkora részét teszi ki a mintaterület).

1. szövegdoz Az árvízvédelmi ÖSz értékelésének modelljei Szlovákiában

Forrás: Gallay és Olah (2017), pp. 44-45.

17. ábra Az árvízvédelmi szolgáltatás pénzbeli értéke HRU-nként, ha (a) a teljes területet erdő, (b) ha gyepek borítanak



Forrás: Gallay és Olah (2017), p. 48-49., 7. és 8. ábra

Ninan és Inoue (2013) egy japán erdőrezervátum (Oki Aizu) vízmegtartási értékét számszerűsítették, amely a kisebb vízkiömlést biztosítja. Ez az erdőség a fukusimai prefektúrában helyezkedik el, annak dél-nyugati részén. Az alternatív költség módszerét használták (mennyibe kerül az egységnyi víz tárolása egy víztározóban), amelyre egy tározó egységnyi vízmennyiségére jutó költségeiből következtek. Fontosnak tartják, hogy egy ilyen vizsgálatban ne csak a közvetlen (beruházási és fenntartási), hanem a közvetett költségekkel is számoljanak. A területen a csapadék éves mennyisége 2300 mm, amelynek 65%-át, vagyis kb. 1 495 mm csapadékvízre képes az erdő megtartani. Ezt a mennyiséget megszorozták az erdővel borított terület nagyságával (63 204 ha), így az összes visszatartott víz mennyiségét 944 912 059 m³-re becsülték. Az ár meghatározását szolgáló költségek kialakításához több, korábban megépített víztározó építésének és fenntartásának költségeit vizsgálták meg, végül a Kanagawa prefektúrában található Miyagase gát esetét választották megfelelőnek, amely 183 millió m³ víz tározására képes. Teljes költsége 477,94 milliárd JPY (japán jen) lett, 2000-es áron (az inflációt nullának vették, mivel Japánban ennek mértéke elhanyagolható, a gát építése viszont 1971-től 2000-ig tartott), vagyis ugyanezzel az összeggel kalkuláltak. Az éves működési költségekre további 733 millió JPY-t vettek. A teljes költségeket jelenértéken (5%-os diszkontrátával, valamint egy igen hosszú, 80 éves élettartással számolva) 491,85 milliárd JPY-ra becsülték (2009-es áron), amelyet elosztottak a tároló kapacitás mennyiségével. A tárolt víz költsége 2.688 JPY/m³ lett jelenértéken, aminek annuitási értéke 137 JPY/m³/év¹⁰.

Kínában, a Pekinghez közeli erdőkre vonatkozóan egy meglehetősen bonyolult modellel kalkuláltak az általuk nyújtott vízvédelmi szolgáltatásokat Biao és munkatársai (2010), akik szintén ugyanazzal az egyszerű módszerrel határozták meg az egységnyi visszatartott víz értékét, mint két korábbi példánkban, egy ember alkotta víztározó költségeiből. A csapadékvíz megtartását tekintették az árvízi kockázat csökkenésének., annak értékét az alábbi képlet alapján határozták meg (a természettudományos lépések modelljeit nem közöljük):

$$V = \sum_{i=1}^n (\eta \cdot WR + WS) \cdot C_1 \cdot (1+r)^{-i}$$

, ahol

V = a vízmegtartás közgazdasági értéke, η = az árvízszabályozó tényező (%), WR = befogott csapadék, WS = a talajvíz víztárolása, C₁ = mesterséges víztározó egységnyi költsége. A számításoknál – módosító tényezőkkel – figyelembe vették a területen található fafajták eltérő vízmegtartó képességét, valamint külön-külön kalkuláltak a lombkorona, az avar és a talaj vízmegtartó képességével. Az 1990-es években az egységnyi víz tározóban történő megfogása 3,15 RBM/m³ volt, amelyet átszámítottak 2004-es értékre, amely így 7,73 RBM/m³ lett. Becsléseik szerint a pekingi erdők 2004-ben 1,43 milliárd m³ vizet tudtak megtartani az esővízből, amelynek 86,1%-a a talaj vízbefogásának köszönhető. A talajvízben tárolt víz

¹⁰ Az annuitás (A) azt jelenti, hogy x évig kapunk ugyanakkora összeget, aminek a jelenértéke egy adott szám. Ez képletszerűen: $PV = A \times (1 - 1/(1+r)^x)/r$, ahol r a kamatláb. Ez a faktor itt $(1 - 1/(1,05^80))/0,05 = 19,6$, tehát az annuitás (A) = $2688/19,6 = 137,16$ (80 évig folyamatosan 137 yen kifizetve és diszkontálva 2688 jelenértéken).

mennyiségét 278 m³-re becsülték a számítások alapján, amelynek közel 57%-át a lombhullató erdők tették ki. Közgazdasági értékben az esővíz befogása és a talajvíz értéke közel volt egymáshoz, az előbbi 2,8, az utóbbi 2,1 milliárd RMB-t (jüan) tett ki. A tanulmány megmutatta, hogy a számítás nagy adatigényű.

A fenti példákból kiolvasható, hogy az erdők esetén tapasztaltak két végletet képviselnek: vagy nagyon egyszerűen számítják ki az árvízi kockázat csökkentésének értékét, vagy épp ellenkezőleg, egy minden befolyásoló tényezőre kiterjedő modellt alkotnak, amihez viszont komoly nehézségek árán lehet csak adatokat találni. Valószínűleg a jó megoldás a kettő között lenne: viszonylag egyszerűen, mégis több tényező számbavétele a modellben.

Kissé kilóg a fenti munkák sorából, mégis megemlíjtük Nedkov és szerzőtársai (2018) munkáját, mivel a NÖSZTÉP-hez hasonló feladat ottani megoldását adják. A bulgáriai közép-balkáni térségre végeztek vizsgálatokat integrált módon, térképezéssel és értékeléssel, az ökoszisztéma-szolgáltatások tág körére, köztük az árvízi szabályozásra és a C-megkötésre (a NÖSZTÉP-hez hasonló keretben). Mivel a projekt hasonló a NÖSZTÉP-hez, ezért az 1. mellékletben bemutatjuk, hogyan jutottak el a vizsgált területen a területek értékének térképezéséhez. Az összes szolgáltatást együttesen térképezték, ezért az árvízi kockázat csökkentésének értéke külön nem határozható meg.

A fizetési hajlandóságra épülő eljárásokkal történő értékelések

A fejezetben először az elsődleges felmérésekre, vizsgálatokra vonatkozó kutatásokat tekintjük át, majd a haszonátvitel eseteit, végül pedig a több kutatásra épülő, ún. meta-elemzéssel készült becsléseket mutatjuk be röviden.

Beltrán és munkatársai (2018) az Egyesült Királyságban a hedonikus ármódszert alkalmazták a különböző (mesterséges) árvízvédelmi megoldások ingatlanárakra gyakorolt hatásának vizsgálatára, amelyből az árvízvédelem kockázata változásának értéke is becsülhető. Az ugyanis az eljárással kimutatható, mennyivel hajlandóak többet fizetni az emberek azokért az ingatlanokért, amelyeket megvédik az áradásoktól, azokhoz képest, amelyeket nem. Mintájukban az 1995 és 2014 közötti ingatlanforgalomban megjelenő tranzakciók vettek részt, amely 12 milliós adathalmazt jelent, ebből 4,8 millió ingatlan került a végső mintába, de a tranzakciók száma 7 millió (egy ingatlan akár többször is gazdát cserélhetett (az átlagos értékesítésszám 2,5, a legkisebb 2, míg a legtöbb 29)), amely óriási adathalmaznak tekinthető. Az eladások árait 2014-es értékre alakították át (így biztosítva a különböző évek pénzáramainak összehasonlítási lehetőségét), továbbá adathiány miatt a Wales-i forgalmak kimaradtak, a végső elemzést az angliai adatokra végezték el. A vizsgálatba a folyó- és tengerparton lévő árvízvédelmi infrastruktúra (gátak, árvízi falak, híd-alátámasztások, árvízi kapuk stb.) közelében lévő területek kerültek be (összesen 1.666 létesítmény, ebből 1.442 folyómenti, 451 km hosszúságban). A modelljükbe összesen kilenc változót építettek be: az árak kategóriája, az ingatlanok típusa (családi ház, ikerház, sorház, lakás), folyó- vagy tengerparti, városi vagy vidéki területen helyezkedik el. Az árvíz jelenlétét két változóval vizsgálták: mennyi hónap telt el az eladás előtt a legutolsó árvíz óta az adott ingatlan

esetében, illetve, hány napig tartott az elöntés (ezek a szubjektív árvíz kockázatot határozzák meg). Az elemzéseket finomabb (hatszámjegyű irányítós szám) és nagyobb léptékben (ötszámjegyű irányítós szám) is lefuttatták. A családi és ikerházaknál az árvízvédelmi falak építése 19,5%-kal növelték meg az árat a *városi térségekben*, míg a sorházak esetén ez kisebb, 12,6% lett. A városi lakások (a kisebb felbontás esetén) ára csak 5,7%-os ár növekedést jelzett. Az árvíz kockázat érzékelésére vonatkozó változó paraméteréből megállapították, hogy a védelmi eszközök jelenléte jobban növeli az árat a városokban, ha a közelmúltban árvíz sújtotta a térséget, valamint ugyanilyen irányú az árvíz súlyosságának hatása is (minél súlyosabb, annál nagyobb az ár növelő hatás). Az eredmények között érdekesek is vannak: a *vidéki területeken* 0,8 és 5% közötti árcsökkenést eredményeztek az árvízvédelmi beruházások, vagyis elképzelhető, hogy a védelmi megoldások (közelsége, látványa) kellemetlenséggel is járhat. Az eredményekben nem mutatkozott szignifikáns különbség annak alapján, milyen jellegű mesterséges árvízvédelmi megoldást alkalmaztak. Az eredmények azért is meglepőek, mert az árvíz infrastruktúra megépítése, karbantartása évente átlagosan 542,5 millió fontos kiadást okozott a 2011-2012 és a 2014-2015-ös évek vonatkozásában (Benneth & Hartwell-Naguib, 2014, in Beltrán et al., 2018), amiből a szerzők azt a következtetést vonták le, hogy bizonyos helyeken túl sok pénzt áldoznak az árvíz védelemre, többet, mint amekkora hasznot ez az ott élőknek jelent (nem számítottak arra, hogy ezek csökkenthetik is az ingatlanok értékét).

Joseph és munkatársai (2015) kifejezetten az árvizek okozta intangibilis, kézzel nem fogható hasznokat (elkerült károkat) becsülték az Egyesült Királyságban, mégpedig azok között, akik a 2007-ben lezajlott, hatalmas károkat okozó árvizek érintettjei voltak. Kiemelik, hogy az érintettek maguk is sokat tehetnek a tulajdonukat érő árvízi kockázathoz történő alkalmazkodásban („investing in property level flood risk adaptation”, PLFRA¹¹). Ennek hasznait jól értik az emberek. Az intangibilis hasznok azonban sokkal kisebb figyelmet kapnak. A szerzők éppen ez utóbbiak becslésére vállalkoztak, amikor a feltételes értékeléssel végeztek kutatást. A mintába nem kerültek be az összes, korábban érintett területeken élők települései, csak azok, amelyeken legalább 50 ingatlant érintett a 2007-es árvíz. A felmérést levél útján történő megkereséssel hajtották végre, 12,1%-os válaszadási arány mellett 280 levél érkezett vissza. A kérdőívben három csoportot alkottak a kérdések: társadalmi-gazdasági jellemzőkre, az árvízi tapasztalatra (2007 előtti és utáni), valamint az árvíz rájuk gyakorolt következményeinek súlyosságára és a fizetési hajlandóságra vonatkozó kérdésekre. A válaszadók 78%-a 2007 előtt nem tapasztalta meg az árvizet és annak következményeit, és 91%-a azóta sem került kapcsolatba áradással. A megkérdezettek az intangibilis hatások súlyosságát (különböző indokok alapján megfogalmazva) egy ötfokozatú Likert-skálán fejezhették ki. A legnagyobb értéket az árvíz miatti stressz kapta, de ehhez közeli eredményt mutatott az amiatti aggodás, hogy a házaik értéke károkat szenved, illetve az is, hogy félnek a jövőbeli árvizektől. A fizetési hajlandóságot két területre vizsgálták: (1) az árvíz hatásainak csökkentésével kapcsolatban, illetve (2) a pszichológiai hatások enyhítésére vonatkozóan. Az

¹¹ A PLFRA megoldásai között szerepelhet például az, hogy az ingatlan tulajdonosok kollektív módon védik a területeiket, hogy a víz ne törjön be (resistance measures), vagy, ha a víz eléri az ingatlanjukat, akkor az abban bekövetkező károk mértékét igyekeznek csökkenteni (resilience measures), például azzal, hogy az értékes ingóságait az épületek felsőbb szintjeire viszik, vagy regisztrálnak az árvízi jelzőrendszerhez (Joseph et al., 2015, p. 1277).

átlagos fizetési hajlandóság az árvíz hatásainak csökkentésével összefüggésben 390 £/év, a pszichológiai hatások csökkentésére 263 £/év lett, összesen 653 £/év. A cikkben megemlítik, hogy korábbi költség-haszon elemzési munkákban csak 200 £/év összeggel számoltak, amelyhez hozzávettek még egy 970 £/év-es tételt, az általános orvosi költségeket és az átlagosan 4 hónapig tartó munkából kiesésből származó veszteségeket. A szerzők szerint ez utóbbiakat a jelen eredmények mellé is jogosan lehet hozzászámolni (így gyakorlatilag 1.623 £/háztartás/év az az összeg, amellyel az Egyesült Királyságban az árvízzel kapcsolatos költség-haszon elemzésekben számolni kellene). A WTP-t befolyásoló tényezőkkel kapcsolatos eredményeik a következők:

- erős, pozitív irányú az összefüggés a WTP és az árvíz miatti stressz faktora között,
- a jövedelem és a foglalkozás nem befolyásolta az átlagos WTP-t (ez ellentétes a várakozásokkal),
- pozitív lineáris összefüggést kaptak a WTP és a kor változója között, egészen a 74 éves korcsoportig,
- a háztartás mérete nem gyakorolt erős hatást a fizetési hajlandóságra, a legtöbbet az egyszemélyes háztartások ajánlották fel a pszichológiai hatások enyhítésére.

A cikk legnagyobb tanulsága, hogy a britek, közülük is azok, akik egy nagy árvíz elszenvedői voltak, igen jelentős, kézzel nem fogható hatásokat érzékelnek, és ennek csökkentésére komoly összegeket hajlandóak fizetni átlagosan és évente. A 653 fontos összeg, 390 Ft-os árfolyammal számolva, több, mint 250.000 Ft, háztartásonként. A magas eredményeket magyarázhatja éppen az, hogy ezek a háztartások átélték az árvizet, ezért azokat a teljes lakosságra aggregálni nem ajánlatos, de az érintettek esetén kiindulásnak elfogadható.

Owusu és szerzőtársai (2015) a fentiekhez teljesen hasonló kutatást végeztek, a helyszín azonban csak Skócia volt, akik az ingatlanok szintjén megvalósítható árvízvédelmi intézkedésekre (PLFP) koncentráltak. Bowkerre (2007) hivatkozva leírják, hogy – az árvíz mélységétől függően – 10-50 ezer font nagyságrendű lehet az egy ingatlanban és annak ingóságaiiban bekövetkező kár nagysága. Egy másik tanulmányra utalva (JBA, 2011) bemutatják, hogy Angliában minden egyes PLFP-re költött összeg 5 egységnyi árvíz-kárcsökkenést eredményez, vagyis messze megtérül. Összesen 256 válaszadó került a mintájukba (17%-os válaszadási arány, levélben és online lehetett válaszolni), akiknek majdnem 60%-a már megtapasztalta a vizet a saját ingatlanjában, és majdnem 80%-uk az utóbbi 10 évben találkozott az áradással. A teljes mintára 795 fontos átlagos WTP-t becsültek, azokra, akiket már elöntött árvíz, 734 fontot, míg azokra, akiket még sohasem, 834 font/évet. A szerzők szerint ennek az lehet a magyarázata, hogy az árvíz vonatkozásában kisebb tapasztalattal rendelkezők túlbecsülhetik az árvízi károkat. A WTP pozitív és szignifikáns kapcsolatban van a háztartás jövedelmével, a családtagok kor szerinti megoszlásával (az idősebbek többet hajlandóak fizetni.), valamint a foglalkozási statusszal. Továbbá, akik már a múltban is költöttek az ingatlanok szintjén megvalósítható árvízvédelmi eszközökre, azok is átlagosan többet ajánlottak fel. A nulla fontot felajánlók (111 megkérdezett) 13%-a azzal indokolta a válaszát, hogy ezek az eszközök nem hatékonyak. Kutatásuk érdekessége, hogy a fizetési hajlandóság vizsgálat után két fókuszcsoporthoz megbeszélést tartottak két város lakóival, amelyek közül az egyiket jelentős közösségi árvízvédelmi megoldások jellemzik (Edinburgh),

a másik város (Hawick) viszont nem rendelkezik ilyennel. A kvalitatív rész célja az eredmények validálása volt.

Brouwer és szerzőtársai (2009) Bangladesben (annak dél-keleti részén, a Meghna folyó árterében) végeztek kutatást az árvízi kockázat csökkentése iránti fizetési hajlandóságra vonatkozóan, amely országban a monszun idején (júniustól októberig) mindig jellemzőek az árvizek, ráadásul a legszegényebb országok egyike. Kutatásuk több tanulsággal szolgálhat, annak ellenére, hogy Banglades és Magyarország, illetve a két ország lakosai nagyon nagy eltéréseket mutatnak mind társadalmi-gazdasági, mind vallási, mind pedig az árvízi jelenségek tekintetében (pl. Bangladesben 1988-ban, 1998-ban és 2004-ben az ország több, mint 60%-a került víz alá az áradások következtében). A kutatás célja a megépítendő, mesterséges árvízvédelmi megoldások (pl. gát) iránti fizetési hajlandóság vizsgálata feltételes értékeléssel, amelyben 32 település 672 háztartásának egy-egy tagját kérdezték meg, személyesen. A fő kérdés az volt, vajon pozitív-e a fizetési hajlandóság (willingness to pay, WTP) az ember alkotta árvízvédelmi építmények iránt, illetve van-e kapcsolat a WTP és bizonyos tényezők között, például az árvíznek való kitettség szintje alapján. Az árvíznek való kitettséget többféleképpen definiálták: (1) a lakóingatlan folyótól mért távolsága vagy (2) a háztartásokat érő éves károk nagysága. Ugyanakkor a szerzők érzékelték, hogy az áradásoknak komoly pozitív hatásai is vannak, például biztosítja a terület tápanyagutánpótlását, amely a talajok folyamatos megújulását eredményezhetik, továbbá a halászati lehetőségeket is javíthatja, ezektől is függhet, hogy egy egyénnek mennyire áll érdekében az árvíz csökkentése. Az érzékelt árvízi kockázatot nem objektív mérőszámmal építették be a kérdőívbe, hanem szubjektív módon: az emberek hogyan érzékelik azt (ez nyilván függ a szerzők által külső kockázatnak nevezett tényezőtől (ezt a folyótól mért távolsággal írták le), de függhet az egyének saját kockázatsökkentő tevékenységétől is). A fizetési hajlandóság függ a jövedelem szintjétől is, és ez az eredményekben meg is jelent: a mintába kerültek több, mint fele zéró WTP-t jelölt meg (6 hónappal a felmérés után a korábban megkérdezettek egy részét ismét felkeresték, amiből kiderült, hogy azoknak egy része, akik nem ajánlottak fel semmit pénzben, a munkájukat felajánlották volna a gát megépítéséhez). A válaszadók 10%-a egyáltalán nem értett egyet a (hipotetikusán) tervezett beruházással, mert szerintük a gátak veszélyeztetik a környezet állapotát; továbbá, a mezőgazdasági tevékenységet folytatók 60%-a aggodalmát fejezte ki a beruházás miatti kisebb tápanyagutánpótlás, a halászok 14%-a pedig a kisebb halászati eredmények miatt. Az átlagos fizetési hajlandóság (az alkalmazott matematikai-statisztikai modelltől függően) 2,42-3,21 USD/háztartás/év lett, amely az ott élők éves átlagos jövedelmének 0,25-0,34%-a. A cikk megemlíti, hogy a családoknál évente keletkező károk nagysága (a szélsőértékek kihagyásával is) 140 USD, amelyből látszik, hogy a WTP átlaga nem éri el a károk nagyságát (ehhez hozzájárulhatott a zéró WTP-k igen magas aránya, amelyet az alacsony jövedelem indokolt). A fizetési hajlandóságra ható tényezők vizsgálata alapján kiderült, hogy a jövedelem pozitív kapcsolatban van a WTP-vel, illetve a családoknál keletkező éves károk nagysága is pozitív paramétert mutatott, vagyis, minél nagyobb volt az éves kára egy háztartásnak az árvíz miatt, annál nagyobb valószínűséggel fogadta el a felajánlott összeget a saját WTP-jeként. Az eredmények időben stabilnak bizonyultak, a hat hónappal későbbi felméréskor a válaszadók 80%-a ugyanazt a választ adta WTP-ként, mint korábban.

Simpson (2015) Skóciában végzett felmérést a feltételes értékelés módszerével, azt vizsgálva, hogy a Tay folyó tölcserkolatánál hipotetikusán megvalósítandó intézkedéssel (a természetet használják az árvíz hatásainak csökkentésére – managed realignment) kapcsolatban milyen az ott élők fizetési hajlandósága. 2013-ban online módon hajtották végre a kutatást, 593 kitöltött kérdőívvel. A felmérésnél a fizetési kártyát használták, 0 és 150 font volt a két végpont, valamint 20 fontig 5 fontonként emelkedtek az összegek, e felett 10 fonttal. Az átlagos WTP 43,02 GBP/háztartás/év lett (lásd még Simpson és Hanley, 2016). A WTP-t több tényező is befolyásolta. A legerősebb hatást az észlelt árvízi kockázat és az amiatti aggodalom gyakorolta, hogy a jelenlegi védelmi rendszert nem érzik elég hatékonynak. Akik ebbe a csoportba esnek, 33,9, illetve 35,73 GBP-vel többet fizetnek átlagosan, azokhoz képest, akik nem érzik az árvízi kockázatot, és kielégítőnek tartják a védelem szintjét. Érdekes módon, akiket már érintett áradás, azok nem ajánlottak fel többet azoknál, akik nem. Akik a legközelebb élnek az árvizes területhez, azok fizetnék a legtöbbet, és a távolsággal párhuzamosan csökkent a WTP értéke. A 10 mérföldes távolságon kívül élők átlagosan kb. 20 GBP-vel kevesebbet ajánlottak fel az ezen a távolságon belül élőkhez képest. A háztartás jövedelme pozitív és szignifikáns kapcsolatot mutatott a WTP-vel (nagyobb jövedelem – magasabb WTP), de ez a kapcsolat nem lett lineáris. Eredményeiket a szakirodalmi adatokkal is összevetve megállapították, hogy azok inkább alacsonyabbak a korábban kapott értékeknél (pl. Woodward és Wui, 2001: 159 USD/ha (1990-es áron)). A kutatásuk legnagyobb hiányosságának azt tekintették, hogy a WTP-t nem tudják szétosztani a különböző ökoszisztéma-szolgáltatásokra, magára az árvízvédelemre, az árvízi kockázat csökkentésére, valamint a beavatkozás egyéb eredményeire, az élővilágra vagy a horgászati/halászati lehetőségekre gyakorolt hatásokra, amelyeket a kérdőívezés során a változásokban bemutattak a válaszadóknak.

2009 és 2011 között zajlott hazánkban egy kutatás, amelynek részeként feltételes értékelést alkalmaztak, és komplex tájhasználat-váltás állt a felmérés középpontjában, amely a klímaváltozáshoz történő alkalmazkodást célozta (Marjainé Szerényi et al., 2011), de a hipotetikus tájhasználat-váltás magában foglalta az árvízi kockázat csökkentését is, explicit módon. A felmérést Nagykörű, Bereg és Homokhátság kistérségben hajtották végre 2010. május-június között, összesen 325 ember megkérdezésével. A három kistérségben használt programok közötti minimális eltérés abból adódott, hogy megpróbálták minél jobban alkalmazkodni a mintaterületek sajátosságaihoz, a program hitelessége érdekében. A változás mértéke azonban mindenhol megegyezett. A kérdőívben egy olyan hipotetikus programot vázoltak fel, amely a tájhasználat-váltás révén csökkentené a szélsőséges vízjárással kapcsolatos jelenségeket (árvíz, belvíz, aszály). A három területen a jellemzők változását az alábbiak szerint fogalmazták meg: mozaikosabb táj alakulna ki, kevesebb lenne az aszály, az árvizek gyakorisága és súlyossága csökkenne, illetve nőne a természetközeli területek aránya (10%-ról 30%-ra). A válaszadók azt az információt kapták, hogy a program megvalósulása részben állami segítséggel, részben a helyi lakosok hozzájárulásával valósulhatna csak meg. A konkrét fizetési hajlandóságra az alábbiak szerint kérdeztek rá: „Mekkora lenne az a maximális összeg, amit hajlandó lenne az Ön háztartása 10 éven keresztül évenként befizetni annak érdekében, hogy Nagykörű/Homokhátság/Bereg térségében a vízgazdálkodás kiegyensúlyozott rendszerét a tájhasználat-váltással megvalósítsuk? Válaszánál vegye

figyelembe, hogy jövedelmét számos egyéb célra is fordíthatja!” A fizetési hajlandóság (WTP) évente és háztartásonként a teljes mintában 8 738 Ft-nak adódott, ez az átlagos éves nettó jövedelem 0,55%-a. Az átlagok tekintetében különbséget találtak a kistérségek között: a Homokhátsági kistérség lakói 11 211 Ft-ot ajánlottak fel éves szinten, ami szignifikánsan magasabb a két másik kistérség WTP-jénél, a nagykorúiek 7 347 Ft-ot fizetnének, míg a beregiek felajánlása a legalacsonyabb, átlagosan 6 612 Ft (e két utóbbi nem tér el egymástól statisztikai értelemben). Amennyiben a jövedelemhez viszonyított arányokat hasonlítjuk össze, a szignifikáns különbség eltűnik (bár a sorrend az eredeti marad): Homokhátságban az éves jövedelmük 0,62%-át, Nagykörűben 0,50%-át, míg a Beregben 0,49%-át ajánlották fel a tájhasználat-váltási programra (Marjainé Szerényi et al., 2011; lásd még Koncsos, 2011). Habár ebben a kutatásban szerepelt az árvízi kockázat csökkentése, az eredményekből nem tudjuk elkülöníteni a kizárólag az árvíz előfordulásának csökkentésére történő fizetési hajlandóságot, így az eredményeket a NÖSZTÉP-ben nem tudjuk hasznosítani.

Az Egyesült Királyságban, a 2000-es évek elején készült egy felmérés, amely a kézzel nem fogható (intangibilis) hatásokat vizsgálta, nevezetesen a stressz miatti és az egészségügyi hatásokat, éppen az árvízzel kapcsolatban is (RPA & FHRC, 2004, in Bateman et al., 2011). Az árvíz éves előfordulási esélyének 1%-os csökkenéséért a háztartások évente átlagosan 200 fontot hajlandók fizetni, kifejezetten az intangibilis hatások elkerülése érdekében. 50 éves időtávon ez 5 000 fontot jelent, jelenértéken számítva, háztartásonként. Ha a cikkben jelzett, komoly árvízi kockázattal sújtott érintettek számát tekintjük (600 000 háztartás), akkor ez összességében évente 120 millió fontos elkerült intangibilis költséget eredményez.

Spegel (2017) egy svédországi kutatást mutat be, amelyet a feltételes választás módszerével hajtottak végre. Habár a vizsgálat az árvízi károk csökkentésének értékelését szolgálta alapvetően, a válaszadók két nagy csoportjára külön-külön is közölnek eredményeket: a közhivatalnokok személyes preferenciáit kívánták összehasonlítani az állampolgárok preferenciáival. A feltételes választásban a költségtényezőkön kívül három jellemzőt választottak az értékelendők közé: az árvíz miatti károkkal érintett ingatlanok száma, a közlekedési gondokat és a vízszolgáltatás biztonságát. Az első jellemzőhöz három, a másodikhoz kettő, a harmadikhoz pedig három különböző szintet rendeltek (ezek részleteit lásd a 27. táblázatban). Összesen hat különböző „árat” határoztak meg. A status quo (nem történik semmi) esetet az egy év alatt 100 tulajdonban bekövetkező kárral, az évenkénti 8 olyan nappal, amikor akár az utak, akár a vasút érintett az árvízzel, valamint 200 olyan nappal jellemezték, amikor a Göta folyót nem lehet ivóvíz-ellátásra használni, ezért pedig nem kell fizetnie az embereknek. A fizetést városi adóként definiálták. Minden válaszadó nyolc választási helyzetben fejezhette ki preferenciáit.

27. táblázat A svéd árvízvédelem értékelésénél alkalmazott jellemzők és szintjeik

Jellemző	Leírás	A jellemző szintjei	
		A és B alternatívák	C alternatíva (status quo)
Vagyoni kár	Az árvíz által károsított ingatlanok száma évente	10, 40, 100	100
Közlekedési nehézségek	Azon napok száma egy év alatt, amikor az utakat vagy a vasutat elöntötte vagy elmosta a víz	2, 8	8
A vízszolgáltatás biztonsága	Azon napok száma egy évben, amikor a Göta folyó vizét, a szennyezés miatt, nem lehet ivóvízkitermelésre felhasználni	50, 100, 200	200
Költség	Városi adó svéd koronában (SEK), amelyet 10 éven keresztül fizetnek	100, 300, 500, 800, 1000	0

Forrás: Spegel, 2017, p. 4.

Az adatfelvétel 2015 tavaszán zajlott. A megkérdezettek hat településről kerültek kiválasztásra. A lakosok csoportjában összesen 800 ember válaszolt az internetes kérdőívre, míg a hivatalnokok közül 102. A hivatalnokok olyan embereket jelentenek, akik az érintett városok valamely hivatalában dolgoznak, és elsősorban várostervezéssel, veszélyhelyzet menedzsmentjével, környezeti menedzsmenttel vagy közlekedési kérdésekkel foglalkoznak, tehát az árvízzel is döntéshozói viszonyban vannak. Ennek ellenére a megkérdezésük magánemberként történt. Mindkét almintában 22%-ot érintett már közvetlen kárral az árvíz, kb. kétharmaduk jelezte, hogy a közlekedési nehézségeket megtapasztalták már, az ivóvízellátási problémákkal pedig a lakosság 16, míg a hivatalnokok 11%-a találkozott korábban. A fizetési határhajlandóság eredményeit a következő táblázat foglalja össze (28. táblázat).

28. táblázat Az árvíz negatív hatásainak elkerüléséért becsült határ fizetési hajlandóság, jellemzőkként

Jellemző	Lakosság	Hivatalnokok
Vagyoni kár SEK-ban (€-ban)	3 (0,3)	4 (0,4)
Közlekedési nehézségek (SEK/nap, €/nap)	14 (1,4)	1 (0,1)
Ivóvízszolgáltatás bizonytalansága (SEK/nap, €/nap)	8 (0,8)	8 (0,8)

Forrás: Spegel, 2017, p. 9. Részlet a szerző 7. táblázatából.

A táblázatban lévő számok viszonylag alacsonynak tűnnek, de azokat egy egységre vonatkoztatva kell értelmezni. Eszerint 0,3 eurót fizetnének azért a lakosok átlagosan, hogy eggyel csökkenjen azoknak az ingatlanoknak a száma egy év alatt, amelyeket árvíz kár érint. Hasonlóan, ez a csoport átlag 1,4 eurót fizetne, hogy egy nappal csökkenjen a közlekedési károkkal érintett napok száma egy év alatt. Az ivóvízszolgáltatás esetén, ha egy nappal csökken az összes nap száma, amikor a folyó nem biztosítja az ivóvizet, 0,8 eurót ér átlagosan. Nagyon hasonló eredményeket kaptak a hivatalnokokra is, azzal a különbséggel, hogy esetükben a közlekedési nehézségek változója nem szignifikáns. Az alábbiakban

bemutatjuk (29. táblázat), mekkora összegeket becsültek az adatokból a jellemzők egyes szintjei közötti változásokért, amely az egyik legnagyobb előnye a feltételes választásnak a feltételes értékeléshez képest, hiszen többletinformációt nyújt.

29. táblázat A fizetési határhajlandóság az egyes szintekre vonatkozóan (SEK-ben, illetve EUR-ban)

Jellemző	Lakosság	Hivatalnokok
Vagyoni kár – alacsony (100-ról 10-re csökken évente az érintett ingatlanok száma)	307 (31)	317 (33)
Vagyoni kár – közepes (100-ról 40-re csökken évente az érintett ingatlanok száma)	298 (30)	316 (32)
Közlekedési nehézségek – alacsony (8 napról 2-re csökken a közlekedési akadályoztatással érintett napok száma)	81 (8)	-5 (0,5)
Ivóvízszolgáltatás bizonytalansága – magas (200-ról 50 napra csökken azon napok száma, amikor nem lehet a folyót ivóvízforrásként használni)	1064 (109)	1043 (107)
Ivóvízszolgáltatás bizonytalansága – közepes (200-ról 100 napra csökken azon napok száma, amikor nem lehet a folyót ivóvízforrásként használni)	691 (71)	671 (69)




Forrás: Spegel, 2017, p. 10. Részlet a szerző 8. táblázatából.

Összességében megállapítható, hogy mind a lakosság, mind a hivatalnokok az ivóvízszolgáltatás elmaradásáért fizetnék ki a legmagasabb összeget, azt is akkor, ha nagyobb mértékben csökken a negatív hatás (200 nap helyett csak 50 napig nem tudják a folyót az ivóvízszolgáltatáshoz használni). Még akkor is relatíve magas a fizetési hajlandóság, ha közepes mértékű ennek a szolgáltatásnak a javulása (200 napról 100-ra csökken). A második leginkább preferált jellemző az árvízi kár elkerülése, de ennek értéke már lényegesen alacsonyabb, mint az ivóvíz jellemzőjének értéke. A közlekedési nehézségek elkerüléséért a hivatalnokok nem is fizetnének, a lakosok igen, de a többi jellemzőhöz képest kisebb összeget. Mire használhatók még a fenti eredmények? Különböző forgatókönyvek alakíthatók ki a három jellemző változásai alapján, amelyekre kiszámítható, hogy „csomagként” kezelve ezt a változást, milyen össz-WTP rendelhető ahhoz.

2006 és 2009 között zajlott hazánkban egy nemzetközi kutatás, amelyben a feltételes választást alkalmazták, és az egyik értékelésre kiválasztott jellemző éppen az árvízi kockázat csökkentése volt, a fő célja pedig a folyó menti területek természetességének növelése, az ezzel kapcsolatos fizetési hajlandóság vizsgálata (Szerényi et al., 2008, Brouwer et al, 2016). Három országban (Ausztria, Románia és Magyarország) a Duna vízgyűjtőjén három mintaterületet választottak, a hazai az Által-ér térsége lett. A felmérést 2007 őszén hajtották végre, melyben 471 válaszadó vett részt. A feltételes választásban a vízminőség és az árvízi kockázat került a jellemzők közé, az ár mellett. Az árvízi kockázatot a visszatérési idővel írták le. A jellemzők szintjei a következők: az árvíz 5, 25, 50 és 100 évente egyszer fordul elő, a víz minősége közepes, jó, nagyon jó, míg az ár kategóriák 0, 3, 10, 30 és 50 euró/háztartás/év (havi összegekre bontva: 50, 200, 650 és 1000 HUF/háztartás). A választási helyzet egy példáját mutatja a 18. ábra. A status quo esetében az árvíz 5 évente egyszer fordul elő, a víz

minősége pedig közepes. Az eredmények szerint a térségbeli lakosság számára az árvízi kockázat csökkentése nem volt fontos, a WTP nulla lett, míg a jó vízminőség eléréséért átlagosan 35,7 eurót, a nagyon jó vízminőségért 71,6 eurót ajánlottak fel évente, háztartásonként. Ez a kutatás is igen jól jelzi azt, hogy azok az emberek, akik nem érzékelik az árvízi kockázatot (ezek közé tartoztak a mintaterületen élők is), nem áldoznának ennek csökkentésére. Ebből a szempontból tehát a kutatás mintaterülete nem volt megfelelő.

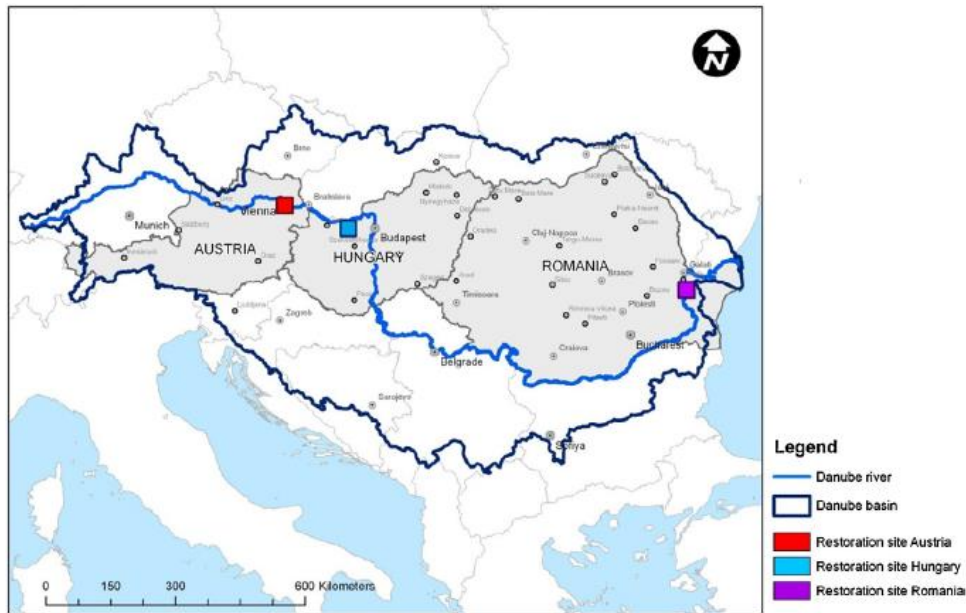
18. ábra A választási helyzet egy példája az Által-érnél végrehajtott feltételes választásos kutatásban

	Option A	Option B	Current situation
Flood frequency	Once every 25 years	Once every 50 years	Once every 5 years
Water quality	Good 	Very good 	Moderate 
Increase water bill	€3 / year	€10 / year	€0
I prefer:	<input type="checkbox"/> Option A	<input type="checkbox"/> Option B	<input type="checkbox"/> Neither

Forrás: Brouwer et al., 2016, p. 21

Brouwer et al. (2016) tanulmánya a haszonátvitel szempontjából is lényeges információkat hordoz. Három közép-európai, Duna-menti lakosságot vizsgáltak hasonló módon, igaz, nem teljesen hasonló mintaterületeken, amelyeket a következő, 19. ábra mutat. Az árvízi kockázat csökkentéséért nem csak hazánkban volt nulla a fizetési hajlandóság, hanem Romániában is, Ausztriában viszont pozitív értéket adott (0,13 EUR/háztartás/év, 2007-es áron). A szerzők ezt az eredményt azzal magyarázzák, hogy Ausztriában egy sűrűn lakott területen történt a felmérés, a másik két országban viszont a népsűrűség alacsony a mintaterületeken.

19. ábra Brouwer et al. (2016) kutatásának mintaterülete Ausztriában, Magyarországon és Romániában



Forrás: Brouwer et al., 2016, p. 23.

A három ország eredményei alapján tesztelték, milyen lenne az egyik országból a másikba történő haszonátvitel esetén azok torzulása. Annak ellenére, hogy ezekben az országokban a lakosság társadalmi-gazdasági jellemzői, bár eltérőek, de az azokban lévő különbségek mégsem jelentősek, és szomszédos országokról is van szó, az eredmények alapján nem lenne elég megbízható az átvitel, egyes esetekben akár háromszorosra is rúg az átvitt és a ténylegesen mért eredmények közötti különbség, ahogy ezt a 30. táblázat mutatja.

30. táblázat A haszonátvitel torzulásának mértéke (%) a három ország közötti értékek alapján

Absolute transfer errors for different policy scenarios across the river basin countries (%).

Policy scenario	Austria to Hungary	Hungary to Austria	Austria to Romania	Romania to Austria	Hungary to Romania	Romania to Hungary
1	304	75	133	57	42	73
2	229	70	117	54	34	52
3	238	70	127	56	33	49
4	250	71	140	58	31	46
5	261	72	154	61	30	42

Forrás: Brouwer et al., 2016, p. 27.

Bateman és szerzőtársai (2011) alapértékeket adtak meg a vizes élőhelyekre vonatkozóan, az árvízvédelemben betöltött szerepük alapján, amelyeket a 31. táblázat foglal össze. Az értékeket a haszonátvitel módszerével kapták a szárazföldi wetlandekre. A vizes élőhelyek árvízvédelmi szolgáltatásához teljes, átlagos és határhasznokat is közöltek. A határérték (407 GBP/ha/év) éppen a csökkenő határhasznosság elve miatt kisebb, mint az átlagos érték (608 GBP/ha/év).

31. táblázat A UK-beli szárazföldi vizes élőhelyek által szolgáltatott árvízvédelem becsült átlagos, teljes és határértékei, 2010-es árakon

Ökoszisztéma-szolgáltatással kapcsolatos javak	A területek száma	Teljes terület (ha)	A szolgáltatás átlagos értéke, ahol jellemző (GBP/ha/év)	A szolgáltatás teljes értéke, azt feltételezve, hogy ez a szolgáltatás az összes vizes élőhelyen jellemző (millió GBP/ha/év)	A szolgáltatás határértéke egy további, új hektár vizes élőhely területre vonatkozóan (GBP/ha/év)
UK szárazföldi vizes élőhelyek	1 519	601 550	608	366	407

Forrás: Bateman et al., 2011, p. 1093., az eredeti közlő: Morris és Camino, 2010.

Foudi és szerzőtársai (2015) az egészségügyi hatások értékelésére a haszonátvitel módszerét alkalmazta a Zaragoza városra és környékére (Spanyolország) elvégzett kárbecslések során. Mivel nem állt rendelkezésre spanyol érték, ezért az Egyesült Királyságra kifejlesztett felmérés (DEFRA, 2004) értékeit vették át. A brit felmérés kérdőíve két kérdéscsoportot tartalmaz: az egyik a válaszadókra gyakorolt egészségügyi hatásokat, míg a második az árvízvédelmi fejlesztésekkel kapcsolatos fizetési hajlandóságot keresi. A hasznok (fizetési hajlandóság) alakulását – szakirodalmi javaslatra – szigmoid függvénnyel vették figyelembe. A legnagyobb fizetési hajlandóság az 5 évente egyszer előforduló árvíz elkerülése kapta, és ahogy a 32. táblázatban is látható, a kisebb valószínűséggel visszatérő árvizekre egyre alacsonyabb értékeket becsültek. A jövőbeli hasznokat diszkontálták, mégpedig elég magas, 5%-os rátával (European Union, DGRP, 2008, in Foudi et al., 2015).

32. táblázat Példa a diszkontált intangibilis hasznokra, az egészségügyi hatásokkal összefüggésben

	Előfordulási (visszatérési) idő					
	5 évente	10 évente	25 évente	50 évente	100 évente	500 évente
WTP, hogy elkerüljék az árvizet (€) (szigmoid függvény)	283	281	275	245	123	8
Az érintett háztartások száma a területen (kumulálva)	1680	1788	1852	2247	2766	3731
Az érintett háztartások száma a területen (növekmény)	1680	108	64	395	519	966
Diszkontált intangibilis károk (millió €)	8,51	9,05	9,36	11,09	12,23	12,37

Forrás: Foudi et al., 2015, p. 285.

A több kutatásban értékforrásként használt Woodward és Wui (2001) tanulmányát is röviden áttekintjük. Összesen harminckilenc, vizes élőhelyekkel kapcsolatban készült tanulmányt használtak a metaelemzéshez, amelyben területegységre jutó éves értéket vizsgáltak 1990-es dollárban számolva. Megállapítják, hogy az értékesebb wetlandek nagyobb valószínűséggel kerülnek azok közé, melyekre közgazdasági értékelési kutatást végeznek, mint azok, amelyek az emberek számára kevésbé értékesek, és ez torzuláshoz vezethet. Azt feltételezték, hogy minél több szolgáltatását értékelik egy vizes élőhelynek, annál magasabb értékhez juthatunk,

de ezt nem tudták igazolni. A fő kérdésük az volt, hogy a vizes élőhelyek szolgáltatásai hogyan befolyásolják az értéket. A metaelemzés eredményei alapján a különböző szolgáltatásokhoz értéktartományt is kapcsoltak, eszerint a legértékesebb szolgáltatás a madárles, majd a horgászat és a vízminőség következik (Woodward és Wui, 2001), az árvízvédelem mellé 393 USD/acre¹² értéket becsültek, amely a közepes értékek közé tartozik. (A részleteket a következő, 33. táblázat mutatja – a viszonyítás érdekében az összes vizsgált ÖSz értékét benne hagytuk a táblázatban.)

33. táblázat A wetland egyes szolgáltatásainak értéke

Szolgáltatás	90%-os konfidencia intervallum (1990-es USA dollár/acre)		
	Alsó	Átlag	felső
Árvízvédelem	89	393	1747
Minőség	126	417	1378
Mennyiség	6	127	2571
Rekreációs horgászat	95	357	1342
Kereskedelmi halászat	108	778	5618
Madár vadászat	25	70	197
Madárles	528	1212	2782
Kellemesség	1	3	14
Élőhely	95	306	981
Viharkárok csökkentése	11	237	5142

Forrás: Woodward és Wui (2001)

Woodward és Wui (2001) eredményei szerint az alkalmazott módszer hat az eredményre, a hedonikus ármódszer és a helyettesítési költség módszerhez viszonyítva a feltételes értékelés alacsonyabb értékbecslést ad, míg a feltételes értékelés és az utazási költség módszer eredményei között nincs szignifikáns eltérés. Azok az eredmények, melyeket gyengébb ökonometriai elemzéssel kaptak, magasabbaknak bizonyultak. A felmérés minősége fontos az eredmények pontosságában.

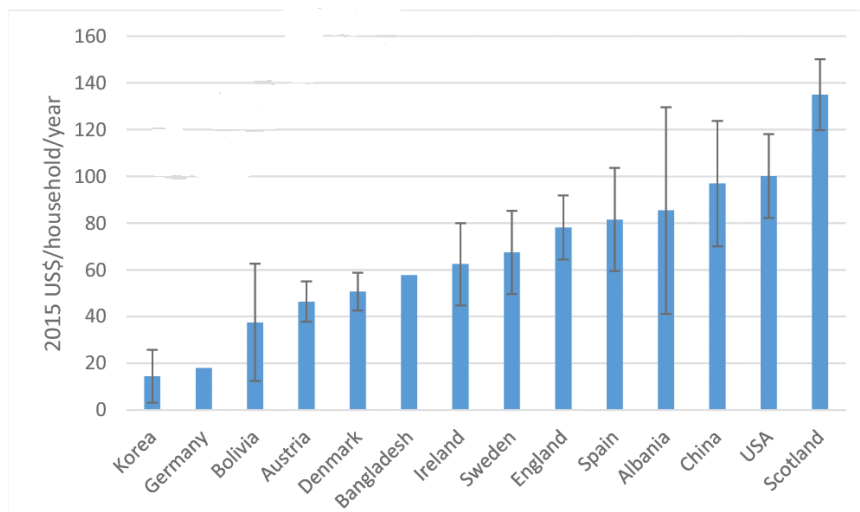
Romániai vizes élőhelyek ökoszisztéma-szolgáltatásainak értékelésére vállalkoztak Lamprinakis és szerzőtársai (2017). Mintaterületüket a Divici-Pojejena vizes élőhely adta. Több ökoszisztéma-szolgáltatást is értékelték, ezek közül itt az árvíz megelőzésének értékelését mutatjuk be elsősorban. A kutatás elején fókuszcsoporthoz tartozó megbeszélést tartottak az érintettekkel, amelynek eredményeként ez a szolgáltatás is bekerült a legfontosabbak közé. A közgazdasági értékelést a hasznátevíteli módszerrel végezték, amelyhez a már többször említett cikket, Woodward és Wui (2001) becsléseit használták kiindulópontként, mivel nem találtak olyan, elsődleges felmérést bemutató tanulmányt, amely elég pontosan megfelelt volna az általuk vizsgált mintaterületnek akár földrajzi, akár biológiai értelemben. A hasznátevítelnél a Woodward és Wui (2001) által becsült haszonfüggvény paraméterei segítségével kalkulálták a hét legfontosabb ÖSz értékét. Az éves, USA-dollárban szereplő értékeket a vásárlóerő paritás figyelembevételével átszámolták román lejre (2006-os bázisú). Az árvízvédelmi szolgáltatás értéke 235 USD, illetve 329 RON (román lej)/hektár/év lett. Az árvízvédelmet az indirekt használattal összefüggő értékekhez sorolták a

¹² 1 hektár = 2,4710538 acre (<http://atvaltas.hu/terulet/acre/hektar>), így az eredményeket átválthatjuk egy hektárra vonatkozó értékre, amely 971 USD/ha.

teljes gazdasági érték szerinti megközelítésben. Eredményeik közül érdekes még, hogy az árvízvédelem a hét ökoszisztéma-szolgáltatás teljes értékéből 14,6%-ot tett ki (ennél nagyobb értéket csak a madárles (45%) és a vízminőség-szabályozás (15,5%) ért el). Következtetéseikben rámutatnak arra, hogy a felhasznált tanulmányban (Woodward és Wui, 2001) nem vettek figyelembe társadalmi-gazdasági jellemzőket és földrajzi jegyeket sem, sőt, magának a vizes élőhelynek a típusát sem, ezért az eredmények csak korlátozottan fogadhatók el.

Brouwer és Sheremet (2017) metaelemzést hajtottak végre a folyók helyreállításával kapcsolatos fizetési hajlandóság vizsgálatok alapján. A helyreállított, természetközeli folyók számos ökoszisztéma-szolgáltatást nyújtanak, így az árvíz szabályozásnak ŐSz-ét is. Vizsgálataikat a feltételes értékeléssel és a feltételes választással elvégzett kutatásokra korlátozták, viszont az a világ bármely részéből származhatott. Eredetileg 39 cikket találtak, amelyek közül nem vették figyelembe azokat, amelyek a fentiekhez képest más nem piaci értékelési módszereket használtak. Összesen 29 tanulmányt elemeztek, amelyekben 109 értékadatot találtak. Az eredeti kutatásokat 1995 és 2013 között végezték. A legtöbb kutatás, szám szerint 22 az európai térségre vonatkozott. Ezekben a tanulmányokban, az árvízvédelmen kívül, az erózió és kiülepedés szabályozását, a vízminőség-szabályozást, a rekreációs szolgáltatást, valamint a terület esztétikai szolgáltatásait és a biodiverzitást értékelték. Az összes értéket átszámították 2015-ös USD-re, az infláció és a vásárlóerő paritás figyelembevételével. Az átlagos fizetési hajlandóság 81,2 USD/háztartás lett, 56,3-es mediánnal. A régiók között statisztikai értelemben nem találtak különbséget (Európában 74,0 USD, Ázsiára 75,2, míg az USA-ra 100,1), viszont az országok szintjén már igen, ezt mutatja a 20. ábra is. A legmagasabb értéket Skóciában figyelték meg, a legalacsonyabbat Koreában (135,0 vs. 14,2). Az ausztriai átlagos érték 50 USD/háztartás/év körüli.

20. ábra A folyóhelyreállításra becsült fizetési hajlandóságok, országonként, 2015-ös USD-ben



Forrás: Brouwer és Sheremet, 2017, p. 10.

Amennyiben az egyes ökoszisztéma-szolgáltatások értékét hasonlítjuk össze (lásd 34. táblázat), látható, hogy az árvízi szabályozás szolgáltatására a többinél lényegesen alacsonyabb egységértéket kaptak, mindössze 0,3 USD-t háztartásonként, évente. Ugyan csak

három olyan tanulmányt került a mintájukba, amelyben szerepelt ez a szolgáltatás, megállapítható, hogy két nagyságrenddel kisebb ez az érték a többinél, mindösszesen 0,3 USD/háztartás/év.

34. táblázat A folyók helyreállításából származó különböző ökoszisztéma-szolgáltatások iránti átlagos fizetési hajlandóság

Ecosystem service	Mean WTP (US\$/household/year)	St. error	Min-Max WTP	N
Flood regulation	0.3	0.01	0.25-0.28	3
Erosion control	49.4	18.1	25.0-84.7	3
Water quality regulation	139.6	60.3	12.4-260.4	4
Water recreation	57.7	6.1	29.8-102.2	10
Landscape aesthetics	118.6	15.2	17.8-238.5	19
Wildlife habitat	76.9	8.7	0.6-366.4	68

Forrás: Brouwer és Sheremet, 2017, p. 12.

A metaelemzéssel néhány érdekes eredményt is kaptak (ezt az eljárást ugyan nem tudjuk alkalmazni a NÖSZTÉP-ben, de a WTP-t befolyásoló tényezők ismeretével alaposabban megfontolható egy lehetséges haszonátviteli megoldás során a módosító tényezők számbavétele), tehát módszertani szempontból lehetnek fontosak. Eredményeik szerint a magasabb jövedelem magasabb WTP-t ad, és az Európai Unió tagországainak lakói átlagosan sokkal alacsonyabbat, mint a világ más tájain élők. A magasabb népsűrűséggel rendelkező területeken szintén nagyobb értéket ad a fizetési hajlandóság. A feltételes választás eredményeiben a WTP magasabb, mint a feltételes értékelésben. A kérdezés módja is befolyásolja az eredményeket, a levél útján történő megkérdezésnél mutatkoztak a legmagasabb, míg a személyes interjúknál és az internetes kérdőívnel az alacsonyabb WTP-k. Ha a kérdésfeltevésnél a háztartás az egység, akkor kisebb lesz a WTP, mintha azt egyéni szinten vizsgálják.

Brander et al. (2013) mezőgazdasági területeken elhelyezkedő vizes élőhelyek három ökoszisztéma-szolgáltatása (vízszolgáltatás, árvízvédelem, vízminőség-szolgáltatás) globális értékét becsülték metaelemzéssel. A korábbi, hasonló kutatásokkal szemben azt a kritikát fogalmazták meg, hogy túl nagyszámú ŐSz-t építettek be az elemzésekbe, így az egymással ellentétes hatásokat nehéz volt kiszűrni. 38 tanulmányban megtalálható eredményeket vizsgáltak, ebből 17 foglalkozik az árvízi szabályozással. Ezek a publikációk az 1981 és 2003 közötti időszakot ölelik fel. A leggyakrabban megjelenő értékelési eljárás a helyettesítési költség módszer, amikor a szolgáltatást ember alkotta infrastruktúrával váltják ki és ennek költségei alapján számolnak (mekkora költséget igényel egy olyan védelmi beruházás, amely éppen akkora védelmet biztosít, mint a vizes élőhely). Az elkerült költségek módszerét ritkábban használták. Ennél a két eljárásnál abból a feltételezésből indulunk ki, hogy a hasznok legalább akkorák, mint az őket előállító megoldások költsége, és ez nem feltétlenül igaz. Az árvízi szabályozásra 26 értéket találtak, amelyek átlaga (2007-es áron számolva) 6.923 USD/ha/év, a medián viszont sokkal alacsonyabb, 427 USD/ha/év. A kettő közötti hatalmas különbség azt jelenti, hogy az értéktartomány nagyon széles, és érdemes megvizsgálni, miből fakad ez a hatalmas eltérés. A metaelemzésben több tényező hatását is

vizsgálták: a vizes élőhely típusát, nagyságát, a közelben lévő egyéb vizes élőhelyeket (kiterjedés, közelség, a nettó primer termék emberi költségét (human appropriation of net primary product, HANPP) – ezt a következőképpen definiálták: az ökoszisztéma nettó primer terméke emberi beavatkozás hiányában, ebből levonva a tényleges NPP-t, ami az aktuális tevékenységekből származik), valamint az utak sűrűségét. Továbbá a szolgáltatások haszonélvezőinek társadalmi-gazdasági jellemzőit is figyelembe vették, az 50 km-es sugarú körben élő emberek számán kívül.

A következő egyenlettel becsülték a vizes élőhely egy hektárra vetített értékét (Brander et al., 2015):

$$y = \alpha + \beta^S X^S + \beta^C X^C + \beta^E X^E + \mu \quad , \text{ ahol}$$

y az egy hektárra vetített érték 2007-es áron, X^S a területi jellemzőket, X^C a biofizikai tulajdonságokat, X^E pedig a társadalmi-gazdasági jellegzetességeket jelenti. Habár a metaelemzésből az árvízvédelem változója kikerült, néhány általános megfigyelést mégis érdemes megemlíteni. Minél nagyobb egy vizes élőhely, annál kisebb mértékben nő az értéke egy további hektárnyi vizes élőhellyel összefüggésben (vagyis egy kisebb területnyi vizes élőhely kiterjedésének növelése nagyobb fajlagos értékkel számolandó). A wetland teljes értéke tehát növekszik a nagyobb területű vizes élőhely esetén is, de csak csökkenő ütemben. Eredményeik szerint a terület 1%-os növekedése 0,37%-kal csökkenti a fajlagos értéket. A közelben lévő többi vizes élőhely is csökkenti a fajlagos értéket (1%-os területi növekedés 0,3%-os csökkenést eredményez). Minél nagyobb a népesség az 50 km-es körzetben, annál nagyobb az érték (1%-os emelkedés 0,45%-os értéknövekedésben jelentkezik). A hasznátevítel tekintetében megállapítják, hogy a globális egységérték átvitele jelentős torzulást eredményez, például a népességszám eltérése miatt. A három szabályozó szolgáltatás átlagos egységértéke 978 USD/ha/év, a közép-európai térségre ehhez képest 1.743-as átlagértéket kaptak, a nyugat-európai érték pedig 2.353 USD/ha/év (megjegyzendő, hogy a kontinensek közötti összehasonlításban messze az európai átlagérték a legnagyobb).

Összefoglaló megállapítások az árvízi kockázat csökkentése ŐSz közgazdasági értékelésének módszertanára vonatkozóan

Ebben a részben szintetizáljuk a fent leírtakat, illetve megfogalmazzuk, milyen javaslatok tehetők az egyes módszercsoportok esetén, illetve azt, milyen kérdések merülnek fel a használatukkal kapcsolatban. A 2. mellékletben található, 75. táblázat az egyes szakirodalmi forrásokból kiemeli az alkalmazott módszereket, megközelítéseket, az élőhely típusát, amelyre az értékelés vonatkozott, a becsült tételeket, a kapott értékeket, valamint megjegyzéseket is fűzünk azokhoz, egyrészt a cikkek alapján, másrészt saját észrevételeket.

A szakirodalom alapján különböző megállapítások, javaslatok tehetők a NÖSZTÉP-projektrel összefüggésben, melyeket a következőkben mutatunk be.

Néhány általános megállapítás:

- a hullámtér nyújtotta ökoszisztéma-szolgáltatásokra nem találtunk példát, így az árvízi kockázat csökkentésének ökoszisztéma-szolgáltatását nagyobb területekre vonatkozóan tudjuk csak elképzelni, ahol az ökoszisztéma valóban nyújthatja ezeket a szolgáltatásokat.
- az árvízi kockázat csökkentése ŐSz-t a lehetséges eljárások szinte mindegyikével értékelték, így a piaci árakkal, az elkerült költségek/károk és a helyettesítési/megelőzési költségek módszerével, valamint a közgazdaságilag megalapozottabb eljárásokkal is, köztük a hedonikus ármódszerrel, a feltételes értékeléssel és a feltételes választással is, továbbá nagyon sok példában a használatvitelt alkalmazzák, a lenti javaslatainkban megfogalmazzuk, melyiket tartjuk használhatónak a NÖSZTÉP-ben. Ezek közül a hedonikus ármódszer, a feltételes értékelés és feltételes választás módszereit kizártuk, mivel ezek elsődleges felméréseket kívánnak, vagy olyanokra építenek (hedonikus ármódszer), amelyek felkutatása, összegyűjtése túlmutatna a NÖSZTÉP-projekt lehetőségein.
- az értékelési esetek térbeli elrendeződése alapján azt mondhatjuk, hogy számos európai országból vannak példák, pl. Nagy-Britanniára, külön Skóciára, Németországra, Spanyolországra, Svédországra, Bulgáriára, Romániára, Szlovákiára, és vannak hazánkra vonatkozóak is, az eljárások széles palettáját használva; a magyar esetekre nagyobb hangsúlyt helyezünk majd, ahol ez releváns.
- a leggyakrabban vizes élőhelyekről szólnak a cikkek, az azon belüli élőhely-típusok megkülönböztetése ritkább; ugyanakkor vannak élőhely-típusokra vonatkozó adatok is, leginkább az erdőkkel kapcsolatban, amely a NÖSZTÉP-projektben relevánsak; gyakran csak egy relatív skálán, amely azt mutatja meg, hogy egymáshoz képest ezek a területek mekkora szolgáltatást tudnak nyújtani: az erdők általában a legértékesebbek ebből a szempontból,
- a szakirodalomban számos olyan értékelési esetet találunk, amelyek a folyó árterének visszaállítására vonatkoznak, és azok szolgáltatásait becsülik, ez itt, a projektben elképzelt, hipotetikus helyzetek elemzése alapján lehetséges, amit mi is megteszünk.

- ha egy nagyobb terület több ökoszisztémáját értékeli egyszerre, akkor az árvízvédelmi szolgáltatás nincs a magasabb értéket adók között, inkább csak közepes vagy még inkább alacsony mértékben járulnak hozzá a teljes értékhez,
- a legtöbb értékelési eset síkvidéki vonatkozású, a dombvidékre/hegyvidékre sokkal kevesebb példát találunk, a NÖSZTÉP-ben mindkettő a kiválasztott ŐSz-ek között van,
- bármely módszert is alkalmazunk, tekintettel kell arra is lenni, hogy az értékek időben is változhatnak,
- közgazdasági értelemben az a helyes eljárás, ha (legalább) két, ugyanazt a célt szolgáló vagy eredményt hozó alternatívát hasonlítunk össze egymással, és az azok között lévő különbségeket értelmezhetjük nettó haszonként/többletköltségként (attól függően, milyen irányból tekintjük a helyzeteket).

A szakirodalom áttekintése alapján elmondható, hogy alapvetően a következő módokon értékeli az árvízi kockázatok csökkentésének ökoszisztéma-szolgáltatását: a keletkező vagy elkerült károkból kiindulva, a terület vízmegtartó-képessége alapján, az ember alkotta művi beruházások költségeire építve, valamint a különböző, egyéni preferenciákat vizsgáló módszerekkel (a kinyilvánított és a feltárt preferencia eljárásokkal egyaránt, illetve, ezek eredményeiből kiindulva, a haszonátvitellel).

A fizetési hajlandóság vizsgálatokat, amelyek elsődleges felmérést igényelnek (feltételes értékelés és feltételes választás), de nem javasoljuk alkalmazásra. Még úgy sem, hogy egy-egy térség lakóinak véleményét, preferenciáit, az árvízi kockázat miatti jólléti veszteségüket elméletileg csak így lehetne feltárni. Ez különösen igaz az egészségügyi hatásokra, a stressz jólléti következményeinek vizsgálatára. A projekt idő- és pénzügyi kerete sem biztosít erre lehetőséget.

A fizetési hajlandóság vizsgálatokat felhasználó, a közvetetten értéket adó haszonátvitel eljárása elméletileg használható lenne, de a példákban is látható volt, hogy

- a kutatásokban a természet, valamint a megkérdezettek társadalmi-gazdasági jellemzői széles határok között változnak, az értékelt programok egy-egy speciális helyzetet vizsgálnak, az adott térségre vonatkozóan, itthon azonban egy általánosabban alkalmazható megoldásra lenne szükség.
- Problémát okozna az is, hogy – ha találnánk is egy hasonló esetet egy fizetési hajlandóság eredménnyel, - az átültetésnél további, a végső eredményeket jelentős mértékben befolyásoló módosító faktorokat kellene használni. A fizetési hajlandóság (WTP) mértékét befolyásolják többek között a különböző társadalmi-gazdasági jellemzők, elsősorban a jövedelmi helyzet, de említhetjük az érintettséget is, amely nem feltétlenül azt fejezi ki, milyen múltbeli árvízi tapasztalattal rendelkeznek a válaszadók, sokkal inkább azt, mennyire érzik jelentősnek az árvízi veszélyeztetettséget. Jó példa erre az a hazai kutatás, ahol az Által-ér területén élők, mivel feltehetően nem érzékelték ezt a veszélyt, zero fizetési hajlandóságot mutattak az árvíz kockázata csökkenéséért. Általában minél magasabb a jövedelem és minél nagyobb a veszélyérzet, annál magasabb a WTP is, de ez is inkább csak hüvelykujj-szabályként fogadható el (a haszonátvitelnél gyakran éppen a jövedelembeli

különbségek alapján korrigálnak), hiszen vannak ettől eltérő eredmények is. Az említett egy kutatáson kívül (Brouwer et al., 2016) nincs olyan hazai közgazdasági értékelési vizsgálat, amelyben kifejezetten ennek az ökoszisztéma-szolgáltatásnak az értékét keresték volna, így hazai adatforrásként lehetne felhasználni a haszonátvitelnél.

- Ráadásul, mi a természet adta, nettó szolgáltatás értékét kívánjuk meghatározni, tehát, ha korrekten kívánunk eljárni, minden, az árvízi kockázat szempontjából egységesnek tekinthető területhez meg kellene találni az átültethető értéket (hiszen a módszer elve: hasonlót a hasonlóhoz), valamint az átvett értéket módosító tényezőket. Emiatt a haszonátvitel eljárását sem javasoljuk a projektben használni.
- Amiatt sem javasoljuk sem a fizetési hajlandóság vizsgálatot, sem a haszonátvitelt, mert a kutatások eredményeiből általában csak egy komplex program értékét ismerjük meg, külön, a NÖSZTÉP-ben releváns árvízi kockázatsökkentés értékét nem.

A kiválasztható módszerek között maradtak a kárbecslésen, illetve az elkerült költségeken, valamint a helyettesítési költségeken alapuló eljárások. A szakirodalomban mindkettőre találunk példákat, és az árvízi kockázat csökkentése ökoszisztéma-szolgáltatásra vonatkozóan egyáltalán nincs egy egyirányba húzó szakmapolitikai folyamat a közgazdasági értékelés terén, ahogy ezt a klímaszabályozás ÖSZ-nél láttuk. Az alábbiakban a két eljárás csoport választása esetén felmerülő kérdéseket foglaljuk össze.

A károk alapján értékelő módszertan esetén:

- **Milyen kártételeket vegyünk bele a becslésekbe?**
 - A kárbecslésnél rendkívül sokféle kártételt számszerűsítene; a tangibilis károk közül a háztartásokat és a mezőgazdaságot ért károk jelennek meg leggyakrabban a becslésekben, tehát még a kézzel fogható károknak is gyakran csak egy részét értékelik. A nem lakossági infrastruktúrára (ipari, kereskedelmi stb. létesítmények és ingóságok) vonatkozó adatok általában kevésbé állnak rendelkezésre. A mezőgazdasági károk kevésbé helyfüggőek, mint a lakossági vagy az egyéb ingatlanokban, ingóságokban bekövetkező károk. Az intenzív művelés esetén jóval magasabbak lesznek, mint az extenzívénél.
 - Szinte alig (értékelési szempontból egyáltalán nem) foglalkozik a szakirodalom azzal, hogy az árvíz szennyeződések is hozhat, amely tovább növelheti az okozott kárt.
 - A károk között a haláleseteket és a sérüléseket is figyelembe kell(ene) venni, előbbire a statisztikai élet értékét alkalmazzák, utóbbinál a kezelés és a munkából való kiesés költségeire alapozhatunk (vagy a statisztikai élet értékének egy meghatározott arányának értékével számolhatunk). Itt felmerül egy etikai kérdés (ahogy a klímaváltozás esetén már láttunk erre példát), miszerint minél gazdagabb egy ország, annál magasabb a statisztikai élet értéke, és annál többet költünk a sérültek kezelésére is, vagyis egy gazdagabb ország állampolgárának halála vagy sérülése „többet ér”. Ezért ennek számszerűsítésére is kizárólag hazai adatok használhatók.

- Az intangibilis károkat (például az ott élő emberek félelemérzetének pénzbeli értékét) ez a módszer nem képes értékelni.
- **Alkalmazhatunk széleskörű költség-haszon elemzést** is, amelyben a károk/költségek és a hasznok/elkerült költségek tételeit egyaránt számításba vesszük, majd kiszámoljuk egy adott alternatíva nettó jelenértékét. Hangsúlyozni kell, hogy minden megoldásnak (alternatívának) lehetnek hasznai és költségei, esetleg úgy is, hogy ami az egyik esetben költség, az a másikban haszon vagy fordítva. Ebben a kategóriában mindenfajta értékelési módszert kombinálva alkalmazhatunk. Például egy gátat helyettesítünk úgy, hogy a környező térség erre alkalmas területén rehabilitálunk egy vizes élőhelyet. Mindkét esetre a lehető legszélesebb körben kell a költség és a haszon oldalt is megragadni. Ennek az eljárásnak azonban túl magas az adatigénye, és minden területre/alternatívára külön-külön elemzést kell végezni.
- **Mihez viszonyítsuk a költségeket és a hasznokat?** Ez a megoldás legalább két alternatíva összehasonlítását igényli, amiben lehetnek valós és hipotetikus helyzetek is. Emiatt megfontolandó a közgazdasági értékelés nagyobb mértékű **összehangolása a jövőképelemzéssel**. Fontos ismét hangsúlyozni, hogy minden alternatívának vannak költségei és hasznai is, ezek nagysága azonban lényegesen különbözhet egymástól, vagy előfordulhat az is, hogy ami az egyik megoldásnál a költségoldal, a másikonál a haszonoldalon szerepel.
 - A viszonyítási alap lehet a jelenlegi helyzet, vagyis a gátak, mesterséges műtárgyak költségeinek és hasznainak elemzése.
 - Az elképzelt (vagy valós) helyzetben (ahogy ezt Pinke, 2012 és Pinke et al., 2017 munkáiban láttuk), mivel a természet adta szolgáltatások értékelését célozza a NÖSZTÉP, olyan alternatíva megjelenítése célszerű, ahol a környező területeket vesszük igénybe a víz tárolására. Természetesen, itt is felmerülnek/felmerülhetnek károk, amennyiben ott ember alkotta tőke jelen van, legyen ez ingatlan, infrastruktúra vagy mezőgazdaságilag művelt terület.

Ebből érzékelhető, hogy a legpontosabb értékelést úgy hajthatjuk végre, ha egy-egy megoldásnál a lehető legnagyobb mértékben figyelembe vesszük minden tételt, tehát meglehetősen komplex értékelést kíván (végeredményben egy költség-haszon elemzést). Erre ad egy átfogó képet a következő táblázat.

35. táblázat A lehetséges hasznok és költségek általános bemutatása

Hasznok	Költségek
<ul style="list-style-type: none"> ● Elkerült károk az ingatlanban, ingóságban, a mezőgazdasági termények hozamában, valamint árvízvédelmi költségek ● Elkerült beruházási, fenntartási költségek 	<ul style="list-style-type: none"> ● Bekövetkező károk (elvesztett terméshozam, egyéb, az új megoldásnál is bekövetkező károk) ● Beruházási, fenntartási és védekezési költségek

- **Lehet-e szimulációkat végezni például mintaterületeken?** Ahány szakasza, öblözete van egy-egy folyónak, vízfolyásnak, annyiféle elemzést kellene

végezni, erre kicsi az esély, de egy mintaterületen lehetne vizsgálatokat végezni.

-
- **Hogyan vegyük figyelembe a károkat, értékcsökkent (amortizálódott) vagy új értéken?** Egyes esetekben a tangibilis károkat a tényleges, értékcsökkent adattal számszerűsítik (egy 30 éves ház sokkal kevesebbet ér, mint egy új), ennek azonban elképzelhető az az esete is, amikor az újjáépítés költségeivel jelenítjük meg a károkat. Ez utóbbi torzított eredményt ad, hiszen a korábban ott lévő pl. épületek kevesebbet értek az árvíz előtt, mintha újak lettek volna, de a mindenkori állapotokra vonatkozó adatokat nagyon nehéz becsülni. Amennyiben tehát az újjáépítés költségeivel becsüljük a kárt, valószínűleg túlbecsüljük azokat.
- **Lényeges szempont-e az is, milyen térbeli kiterjedésben vegyük figyelembe a károkat?** Ez a kérdés azért nagyon fontos, mert egy-egy megoldás máshová helyezheti át a károkat. Például, ha kivágjuk a hegy- vagy dombvidéken az erdőt, akkor a helyi károk mellett a völgyekben vagy akár a távolabbi sík vidékeken is okozhat pl. a villámárvíz károkat; ugyanezt mondhatjuk el arról, ha megemeljük a gátakat vagy gyorsítjuk az ár lefolyását, akkor akár a határainkon kívül is megnövekedhet a kockázat, így a károk mértéke is. Ezért a vízgyűjtőterületi megközelítés az elméletileg helyes megoldás, de még ekkor is nyitva marad az a kérdés, hogyan kezeljük azt az esetet, ha a vízgyűjtő felsőbb szakaszán keletkező károk ugyan csökkennek, de azokat a lentebbi szakaszokra helyezük át.
- A leglényesebb kérdés az, **hogyan használható önmagában a káralapú becslés magának az ökoszisztéma-szolgáltatás értékének a meghatározására?**
 - Több kutatásban is a korábbi, ténylegesen, országos szinten bekövetkezett kárértékeket osztották le területegységre, például vízgyűjtő szintre (bár ennél pontosabb adatok is előfordulnak), majd ezt vetítették rá a különböző felszínborítású területekre. Ez az eljárás tehát azt feltételezi, hogy a károk egésze elhárítható lenne, ha a természetre bízánk az árvíz kockázatának csökkentését, amely azonban nem állja meg a helyét.
 - Tudja-e kezelni ez a megoldás hazai viszonyok között a felszínborítás különbségeit, amiket a közgazdasági értékelésben is érvényre kellene juttatni? Az erdő, vizes élőhely, gyepek, szántók, vagyis az egyes felszínborítások árvízi kockázatot csökkentő képességét lehet-e valamilyen módszerrel figyelembe venni (például szakértői becslésekkel, relatív skálán (pl. 0-5) történő pontozással)?
- **Van-e különbség a síkvidéki és a dombvidéki árvizek esetén a károk becslését illetően?** Mivel a NÖSZTÉP-projektben megkülönböztetjük a sík- és dombvidéki árvízi ökoszisztéma-szolgáltatásokat, a kérdés releváns. A károk jellege ugyan más lehet a két esetben, véleményünk szerint azonban nincs alapvető különbség a káralapú közgazdasági értékelésükben. Másrészt azonban – a dombvidéki árvízzel érintett területek esetén – lehetnek olyan speciális körülmények, amely miatt fokozott óvatossággal kell a dombvidéki hatásokat kezelni (lásd később).

A helyettesítési/megelőzési költségek alapján történő értékelés esetén:

- Ebben a csoportban azt feltételezzük, hogy a **helyettesítési költségek** legalább akkorák, mint az általuk generált hasznok (haszon = a becsült költség nagyságával), és mélyebb elemzéseket nem végzünk - ez egy nagyon konzervatív becslést adhat csak, viszont jóval egyszerűbb megoldás, mint a káralapú becslés. Ahogy ezt a szakirodalom áttekintésénél is megemlítettük, ez csak a már megvalósult beruházások esetén tekinthető megfelelő feltételezésnek.
- Több esetben egy terület árvízi kockázatát csökkentő szolgáltatásának pénzbeli értékét annak vízmegtartó képességével, illetve a tárolt víz árának segítségével számolják ki. Ez egy **helyettesítési költségnek** is tekinthető (például kiváltunk egy tározóépítést). Ez a módszer szintén az egyszerűbbek közé tartozik, főként a dombvidéki árvízi kockázatcsökkentésnél használható, ugyanakkor (a 2019. július 11-én tartott Hidrológiai SzMCs-ülés alapján elmondható, hogy itt sem mellőzhető az a tény, hogy a dombvidéki árvíz „megfogása” mekkora népességet érint, vagyis erre a szolgáltatásra mekkora az igény, a kereslet, ezért valószínűleg a csak élőhely-típusonként a víztározási képesség alapján történő, nagyon egyszerű modell alkalmazása).
- A jövőbeli költségeket és hasznokat **milyen diszkontrátával számoljuk jelenértékre?** A példákban is látszott, hogy a diszkontráta értéke jelentős mértékben módosítja az eredményeket: egy magas ráta (pl. 5%) komolyan leértékeli a jövőbeli pénzáramokat (jellemzően a költségek jelen időben keletkeznek, a hasznok viszont a jövőben, így inkább a haszonoldalt érinti jobban ez a kérdés), az alacsony ráta (pl. 1,4%, amit a klímaváltozásnál, de itt is alkalmaztak), sokkal nagyobb súlyt ad a jövőbeli értékeknek is.
- **Önmagában a vízmegtartási képesség „ára” kifejezheti-e az ökoszisztéma-szolgáltatás értékét?**
 - A nemzetközi és hazai példák során láttuk, hogy magának a vízmegtartás értékének kalkulálásánál már egy összetettebb folyamattal jutottak el egy konkrét értékhez, amelyben több tételt vettek figyelembe. Ezért annak ára is változik a körülményektől függően. A nemzetközi és a hazai alapértékek, legalább nagyságrendben eléggé hasonlóak: a németországi példában 0,025 EUR/ha, Pinkééknél (Pinke et al., 2017) átlagosan 0,06 EUR/ha (nagyságrendben ugyan hasonló, de közel 2,5-szeres eltérés, ami nem kevés).
 - A vízmegtartási képesség bonyolultabb modellek (lásd pl. Gallay és Oláh, 2017) esetén is figyelembevételre kerülhet. Mindenképpen érdemes külön hangsúlyt fektetni arra, hogy a felszínborítás jelentősen befolyásolja a terület vízmegtartási képességét. A szakirodalom egyértelműen az erdőknél teszi ezt a képességet a legmagasabbra, de azt is láttuk, hogy még egy adott élőhelynél is lehetnek adott időszakra vonatkozó, speciális körülmények, amelyek ezt a potenciált módosíthatják (évszak, csapadékelőzmények stb.), ez azonban **természettudományos kérdés**. Habár sok tényező befolyásolja egy terület víz visszatartó képességét, de lehet becsülni egy általános képességet a figyelembe vehető élőhelytípusokra.

- **Van-e különbség a síkvidéki és a dombvidéki árvizek esetén az elkerült/helyettesítési költségek becslését illetően?** A nemzetközi példák azt mutatják, hogy a dombvidéki eseteknél kifejezetten jól használható a vízmegtartás képessége, illetve tágabban, egy „vésztározó” kialakításának költség-haszon elemzése (igaz, a domb- és hegyvidékeken a tér sokkal kisebb, mint a síkvidéken). Továbbá, abban a tekintetben is eltérő lehet ez a megközelítés a domb- és síkvidék esetén, hogy míg a dombvidéken a talajban és a növényzetben tárolt víz mennyisége is komolyabb szerepet tölthet be az árvízvédelemben, addig síkvidéken inkább a mélyártér-szerű térségek felszíni tározása járulhat csak hozzá nagyobb mértékben az árvízi kockázatok csökkentéséhez.

Összességében úgy ítéljük meg, hogy a kárbecslések módszere csak eszközként szolgál ahhoz, hogy az ökoszisztéma-szolgáltatás értékét számszerűsíthessük. A nemzetközi és hazai példákból leginkább azt állapíthatjuk meg, hogy minden egyes terület különbözik a másiktól, ezért a más térségekre becsült kárértékek nem átvehetőek, nem lesznek megbízhatóak. Ezért az árvízzel veszélyeztetett területek mindegyikére érdemes saját kárértékelést végezni. Ugyanakkor erre vonatkozóan rengeteg adat áll rendelkezésre a megfelelő szerveknél. Ahogy említettük, ennek alapját a kárköltségekbeli különbségek jelenthetik, viszont ennél a módszercsoportnál legalább két alternatív megoldás közötti költségkülönbséget kell számítani, így egyrészt szimulációkra, feltételezések megtételére is építeni kell, másrészt jövőbeli potenciális hasznok jelentik az eredményt. Lényegesen több adatot (és árvízi modellezést is) igényel, mint a helyettesítési költség alapján végzett értékelés.

A helyettesítési/megelőzési költségeket több szinten értelmezhetjük: (a) egyrészt az árvízi károkat ember alkotta tőkével (termelt tőke), az ennek segítségével történő helyreállítással, másrészt (b) magát az árvízi szolgáltatást helyettesíthetjük egy másfajta megoldással (gátakat, vésztározókat építünk, és vice versa (a természet adottságait használjuk ki, ezzel helyettesítjük az emberi beavatkozást, infrastruktúraépítést és fenntartást). Ez az eljárás jól alkalmazható jelen projekt keretében is.

A mintaterületi számításoknál, modelleknél a következő megközelítéseket alkalmazzuk:

- A helyettesítési költség módszere a dombvidéki és a síkvidéki vízvisszatartásra vonatkozóan.
- Az elkerült károk módszere a dombvidéki mintaterületre, két előntési helyzet feltételezése mellett.
- Kísérlekként áttekintjük, lehetne-e és hogyan a fizetési hajlandóság vizsgálatokat azzal a pénzüsszeggel becsülni, amelyet éves szinten az árvízzel veszélyeztetett területeken élők vagy gazdálkodók ténylegesen befizetnek. Mintaterületi becslést nem végzünk, adathiány miatt.

A rekreáció közgazdasági értékelése

A rekreáció értékeléséről röviden

A rekreáció értékelésének alapját a Kulturális SzMCs 2. jelentése adja, amelyben a természetjárást, a gyalogos kirándulást választották a lehetséges rekreációs tevékenységek közül. Ebben a fejezetben tehát azokat a korábbi kutatásokat mutatjuk be a szakirodalom alapján, melyek értékei potenciálisan alkalmazhatóak erre a területre. Látni fogjuk, hogy van néhány ország (USA, Egyesült Királyság), ahol igen fejlett adatbázisok állnak rendelkezésre a rekreáció általános értékelésére (többféle terület- és tevékenység-típusra vonatkozóan). Ezek mellett olyan kutatásokat mutatunk be, melyek kifejezetten az erdők (mint a gyalogos természetjárás szempontjából leginkább releváns terület) rekreációs értékét vizsgálják (primer kutatás vagy metaanalízis formájában). Számos kutatás készült a vizes élőhelyek rekreációs potenciáljával kapcsolatban is, azonban ezek fókuszában jellemzően a vadászat vagy a halászat, mint rekreációs tevékenység állt (Brander et al., 2006), ami mind jellegében, mind potenciális értékében jelentősen különbözik a gyalogos természetjárástól, ezért esetünkben nem releváns. A gyepes területek rekreációs szempontból való elkülönült értékelése a szakirodalomban nem jellemző.

A rekreáció, mint ökoszisztéma szolgáltatás közgazdasági értékelésére elsősorban keresleti görbe alapján becslő módszereket szokás használni. A legkézenfekvőbb az utazási költség módszer, de számos vizsgálat történt feltételes értékelés, illetve feltételes választás módszerével is, továbbá meg kell még említeni a hedonikus ármódszert, mely a természetközeli ingatlanok értékének vizsgálatával képes rekreáció értékének megragadására (noha ebben az esetben a rekreáció értéke nehezen elkülöníthető más környezeti jellemzőktől, mint pl. a levegőminőség). A hedonikus ármódszert leginkább a városi zöldterületek (pl. parkok) értékelésére alkalmazzák (pl. Liebelt et al., 2018).

Elvileg lehetőség van költségalapú módszerek, konkrétan az elkerülési költségeken alapuló megközelítés használatára is - feltételezhető például, hogy a természetben való kikapcsolódás jó hatással van az emberek egészségi állapotára, és így csökkenti az egészségügyi kiadásokat, illetve a betegség vagy korai halálozás miatt kieső munkaórák számát (Bowler et al., 2010). Ez a megközelítés azonban inkább alkalmas lehet a sport és a rekreáció általános nemzetgazdasági jelentőségének meghatározására, semmint konkrét rekreációs tevékenységek, még kevésbé egyes területek értékelésére.

A rekreáció értékelése országokra, területekre vonatkozóan

Amerikai Egyesült Államok

Az Egyesült Államokban rendkívül fejlett rendszer működik, amely a rekreációs értékeknek a szakpolitikai tervezésben való figyelembevételét segíti. Az értékek megállapítására két alapvető módszer áll rendelkezésre. Az Agrárminisztériumhoz tartozó Natural Resources Conservation Service (Természeti Erőforrásmegőrzési Szolgálat, NRCS) egyrészt szakértői becslésen alapuló napi egységértékeket közöl a köztulajdonban lévő területeken végzett rekreációs tevékenységekre vonatkozóan (Unit Daily Values, UDV) (NRCS, 2019). Az értékek egy, a rekreációs lehetőség minőségét (pl. megközelíthetőség, a környezet minősége,

szolgáltatások) leíró pontrendszer alapján a következőképpen alakulnak 2019-re vonatkozóan (24. táblázat) (általános rekreációs tevékenység alatt a kirándulást, piknikezést, kempingezést, biciklizést értik).

36. táblázat A rekreációs tevékenység napi értékei (UDV) az amerikai kormány szerint

Point Values	General Recreation Values (1)	General Fishing and Hunting Values (1)	Specialized Fishing and Hunting Values (2)	Specialized Recreation Values other than Fishing and Hunting (2)
0	\$ 4.14	\$ 5.95	\$ 29.00	\$ 16.83
10	\$ 4.92	\$ 6.73	\$ 29.77	\$ 17.86
20	\$ 5.44	\$ 7.25	\$ 30.29	\$ 19.16
30	\$ 6.21	\$ 8.03	\$ 31.07	\$ 20.71
40	\$ 7.77	\$ 8.80	\$ 31.85	\$ 22.01
50	\$ 8.80	\$ 9.58	\$ 34.95	\$ 24.86
60	\$ 9.58	\$ 10.62	\$ 38.06	\$ 27.44
70	\$ 10.10	\$ 11.13	\$ 40.39	\$ 33.14
80	\$ 11.13	\$ 11.91	\$ 43.50	\$ 38.58
90	\$ 11.91	\$ 12.17	\$ 46.60	\$ 44.02
100	\$ 12.43	\$ 12.43	\$ 49.19	\$ 49.19

Forrás: Department of the Army, 2019, p. 2.

A pontok kiosztása pedig az alábbi táblázatban (37. táblázat) látható.

Az NRCS ugyanakkor felhívja a figyelmet arra, hogy ezen értékek 1962-es (azóta csak az infláció mértékével kiigazított) becsléseken alapulnak, és minden bizonnyal jelentősen alulbecsülik a valós hasznokat (az összegek kb. 80%-kal alacsonyabbak a különböző környezetértékelési módszerek segítségével kapott értékeknél) (NRCS, 2019).

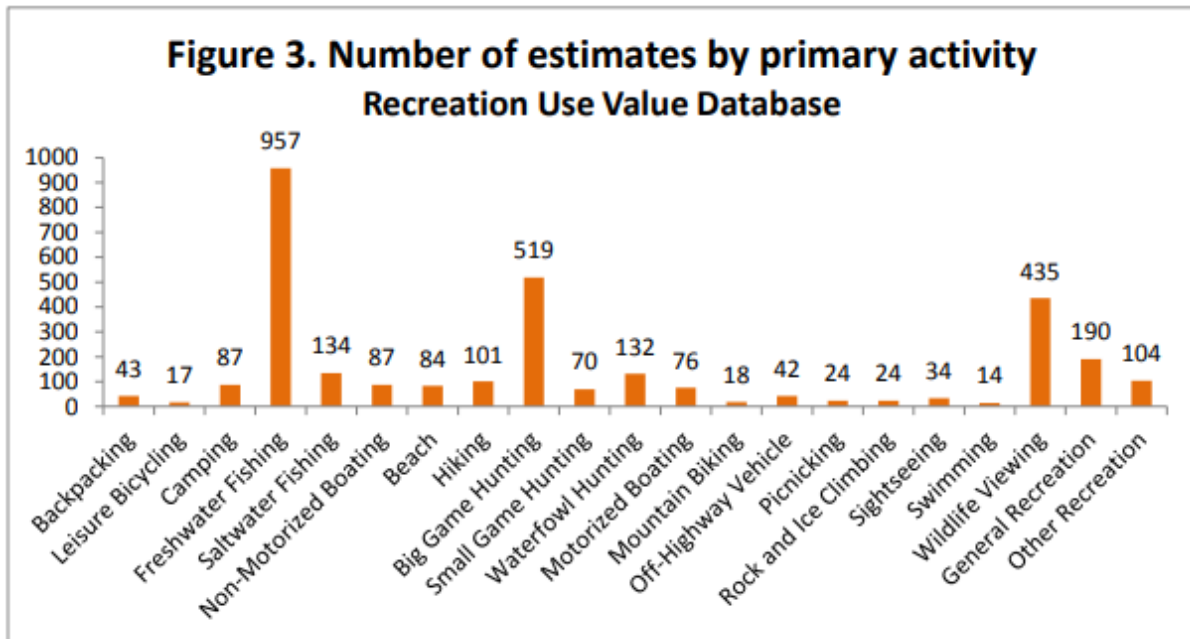
A nagyobb jelentőségű, tényleges döntéseket érintő helyzetekben ezért az NRCS a hasznátvitel módszerét javasolja, amelyhez egy rendkívül átfogó észak-amerikai adatbázis áll rendelkezésre. Az adatbázist az Oregoni Állami Egyetem kutatói gondozzák, és jelenleg összesen 421 tanulmányt fed le az 1958-2015 időszakból (az adatbázis utoljára 2016-ban került frissítésre). Az adatbázis összesen 3192 becslést tartalmaz különféle természetben végzett rekreációs tevékenységek egy személyre és egy napra vetített értékére vonatkozóan (Rosenberger, 2016). Az egyes tevékenység típusokra vonatkozó becslések számát és átlagos értékét (2016-os USD értéken) az alábbi ábrák mutatják (21. ábra, 22. ábra).

37. táblázat A napi értékek (UDV) meghatározását szolgáló pontrendszer

Criteria	Judgment factors				
Recreation experience ¹ Total Points: 30 Point Value:	Two general activities ² 0-4	Several general activities 5-10	Several general activities: one high quality value activity ³ 11-16	Several general activities; more than one high quality high activity 17-23	Numerous high quality value activities; some general activities 24-30
Availability of opportunity ⁴ Total Points: 18 Point Value:	Several within 1 hr. travel time; a few within 30 min. travel time 0-3	Several within 1 hr. travel time; none within 30 min. travel time 4-6	One or two within 1 hr. travel time; none within 45 min. travel time 7-10	None within 1 hr. travel time 11-14	None within 2 hr. travel time 15-18
Carrying capacity ⁵ Total Points: 14 Point Value:	Minimum facility for development for public health and safety 0-2	Basic facility to conduct activity(ies) 3-5	Adequate facilities to conduct without deterioration of the resource or activity experience 6-8	Optimum facilities to conduct activity at site potential 9-11	Ultimate facilities to achieve intent of selected alternative 12-14
Accessibility Total Points: 18 Point Value:	Limited access by any means to site or within site 0-3	Fair access, poor quality roads to site; limited access within site 4-6	Fair access, fair road to site; fair access, good roads within site 7-10	Good access, good roads to site; fair access, good roads within site 11-14	Good access, high standard road to site; good access within site 15-18
Environmental quality Total Points: 20 Point Value:	Low aesthetic factors ⁶ that significantly lower quality ⁷ 0-2	Average aesthetic quality; factors exist that lower quality to minor degree 3-6	Above average aesthetic quality; any limiting factors can be reasonably rectified 7-10	High aesthetic quality; no factors exist that lower quality 11-15	Outstanding aesthetic quality; no factors exist that lower quality 16-20

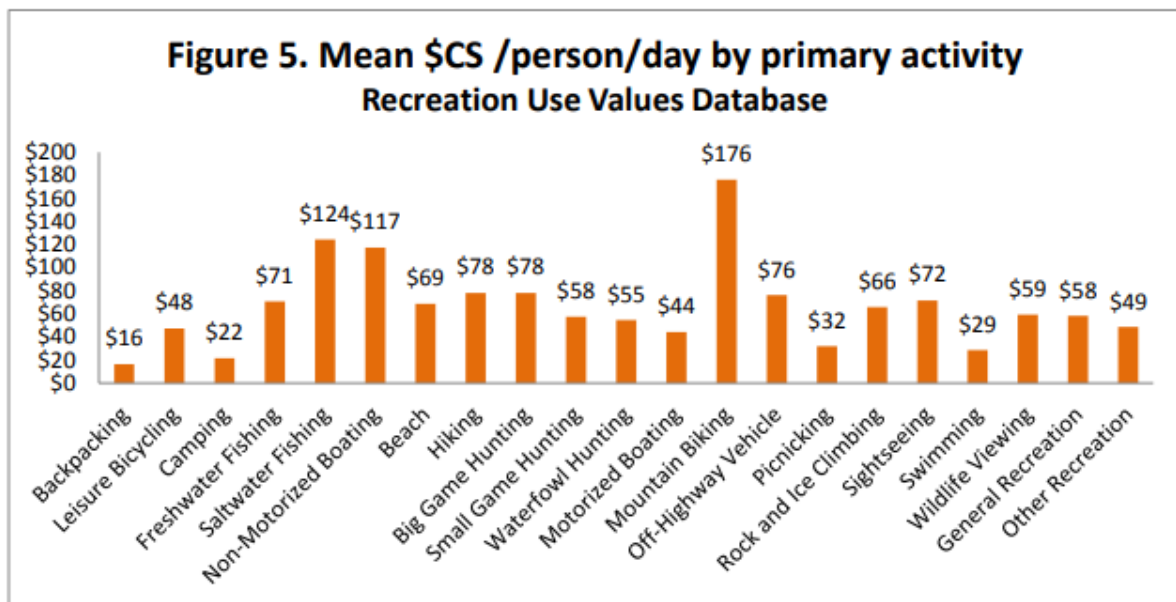
Forrás: Department of the Army, 2019, p. 5-6.

21. ábra A különböző rekreációs tevékenységekre vonatkozó becslések száma az Oregoni Állami Egyetem adatbázisában



Forrás: Rosenberger, 2016, p. 3.

22. ábra A rekreációs tevékenységek napi értéke az Oregoni Állami Egyetem adatbázisa alapján



Forrás: Rosenberger, 2016, p. 4.

A fentiek közül a NÖSZTÉP-projekt szempontjából leginkább releváns tevékenységnek a „backpacking”, a „hiking” és a „general recreation” tekinthető - érdekes, hogy az első két, nagyon hasonló tartalmú tevékenység értéke között igen jelentős különbség áll fenn (az adatbázis szóhasználatában a hiking jelöli a túrázást, a backpacking-et a vadkempingezésre használják). Az átlagos értékek mellett a kutatók rendelkezésre bocsátják a teljes adatbázist is,

melynek alapján lehetőség van külön számításokat végezni pl. csak az erdők vonatkozásában (és az egyes tanulmányok által alkalmazott módszerek is láthatók). Az adatbázis ugyanakkor nem alkalmas a helyszínek állapotában, minőségében bekövetkező változások értékelésére.

Egyesült Királyság

Az Egyesült Királyságban elvégzett nemzeti ökoszisztéma értékelés (National Ecosystem Assessment, NEA) részletes modellt állít fel az ökoszisztémák rekreációs szolgáltatásainak közgazdasági értékelésére (Sen et al., 2011, Bateman et al., 2011). A rekreációs célú utazások közgazdasági jelentősége az országban igen nagy, egy 2006-os felmérés megállapította, hogy csak Angliában évi 20,4 milliárd GBP-t költöttek az emberek ilyen célra (ebben benne vannak a városlátogatások, illetve a tengerpartra irányuló kirándulások is). (Fontos megjegyezni, hogy a közvetlen költség nem azonos a tevékenység teljes közgazdasági értékével, utóbbi valószínűleg jóval nagyobb.) Ugyanebből a kutatásból kiderül az is, hogy az angol felnőttek 40%-a keresett fel valamilyen erdős területet rekreációs céllal az adott év folyamán.

A nemzeti ökoszisztéma értékelés keretében végzett pénzbeli értékelések fókuszában az egynapos, szabadban eltöltött, informális jellegű utazások álltak. Az informális jelleg alatt a kutatók azt értik, hogy a legtöbb esetben az utazás célja a séta, nézelődés, piknikezés, és nem kapcsolódik hozzá semmilyen specifikus tevékenység (pl. horgászat, evezés, madárles stb.). Megjegyzik, hogy turisztikai/rekreációs szempontból ez utóbbi tevékenységek is nagyon jelentősek, különösen a horgászat, melyre Angliában évente kb. 1 milliárd GBP-t fordítanak (közvetlen költség formájában), ám a közgazdasági értékeléshez felépített részletes modellben ez nem szerepel. A rekreáció, mint ökoszisztéma szolgáltatás kapcsán megjegyzik, hogy ebben az esetben a természeti javak által nyújtott érték nem csak a javak belső jellemzőiből adódik, hanem nagymértékben függ azok elhelyezkedésétől is (hiszen ez döntő hatással van a látogatások számára). A lokációtól független, egységes értékek megállapítása ezért nem lehetséges, térbeli modellt kell létrehozni.

A modell megalkotásához rendkívül gazdag adatok álltak a kutatók rendelkezésére, az angol statisztikai hivatal ugyanis 2009 óta minden évben nagymintás (45 000 fős) felmérést végez a lakosságnak a természetben eltöltött idejével és szokásaival kapcsolatban (Monitor of Engagement with the Natural Environment, MENE). (Ez tehát nem az egész Egyesült Királyság, csak Anglia vonatkozásában áll rendelkezésre, ezért a kutatók azzal a feltételezéssel éltek, hogy az ország többi részén a lakosság hasonló preferenciákkal rendelkezik.) A modell három fő részből áll:

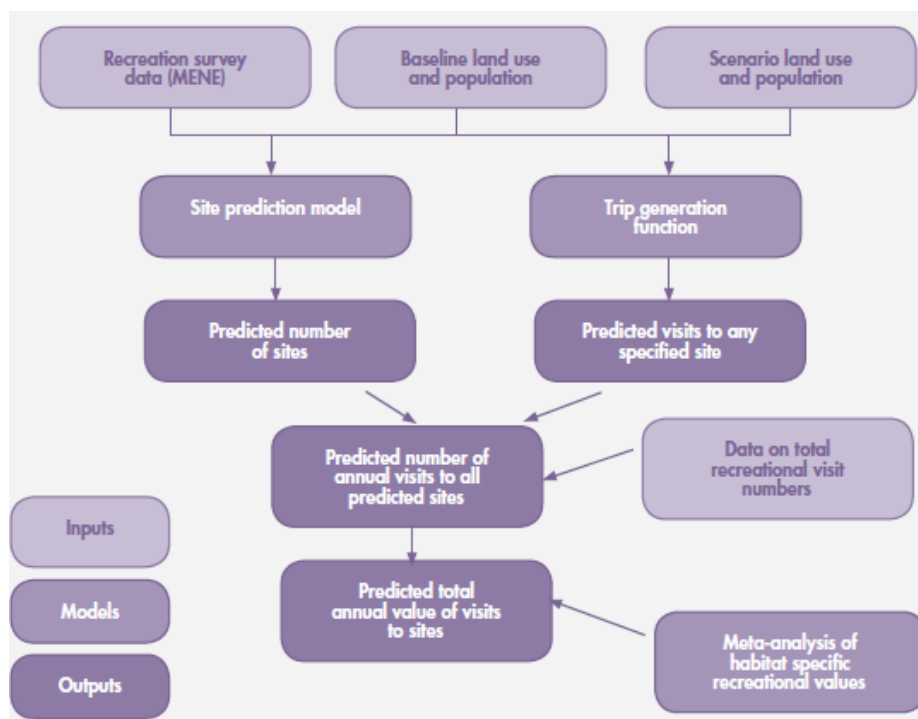
1. Egy helyszín-előrejelző modell (site prediction model, SPM). Ezen elem célja a potenciális rekreációs területek elhelyezkedésének azonosítása. Erre azért van szükség, mivel a tényleges helyszínekkel kapcsolatos információ csak a jelenben, és csak Anglia vonatkozásában áll rendelkezésre. Az értékelés azonban kiterjed Nagy-Britannia teljes területére, valamint jövőbeli scenáriók elemzését is magában foglalja, ezért szükség van a potenciális rekreációs helyszínek térbeli eloszlásának modellezésére. (A cél ugyanis az volt, hogy ne csak a hivatalosan nyilvántartott rekreációs területeket azonosítsák, hanem mindazokat, amelyek az emberek számára tényleges fontossággal bírnak.) A modell ezért a MENE-felmérésből ismert rekreációs

helyszínekre alapozva írja le a kapcsolatot a területek elhelyezkedése, valamint a helyszínen rendelkezésre álló természeti javak, a környékbeli lakosság lélekszáma és a helyszínrre való utazási idő között. Ennek segítségével az ország egész területére becsülhető a potenciális rekreációs területek száma és típusa, amit 5x5 km-es cellákra lebontva tesznek meg.

2. A látogatási rátát előrejelző függvény (trip generation function, TGF). A függvény a népszámlálásoknál használt legkisebb (400-600 háztartást magukban foglaló) statisztikai körzetek szintjén modellezi az egyes régiókból várható látogatások számát az egyes rekreációs helyszínekre. Ez lehetővé teszi, hogy nagy pontossággal jellemezzenek egy sor tényezőt, ami hatással lehet a látogatások számára, mindenképp a lakóhely elhelyezkedését, a körzet népességét, továbbá demográfiai és társadalmi-gazdasági jellemzőit, valamint a közelben található rekreációs területeket és ezek potenciális helyettesítőit.
3. A rekreációs területek elhelyezkedésének és a látogatások számának meghatározása után a következő lépés a látogatások gazdasági értékének becslése. Ebben a fázisban a modell közel 200, különböző módszerekkel készült korábbi kutatásból származó becslésre támaszkodik, melyek segítségével vizsgálható a rekreációs helyszínek környezeti jellemzőinek hatása a rekreáció értékére.

A modellezési folyamat menete az alábbi ábrán (23. ábra) látható. A vizsgálathoz MENE-Felmérés adatain túl felhasználták a népszámlálás demográfiai és társadalmi gazdasági adatait, felszínborítási térképeket, Az utazási időket és a potenciális helyettesítő területeket pedig térinformatikai eszközök segítségével becsülték.

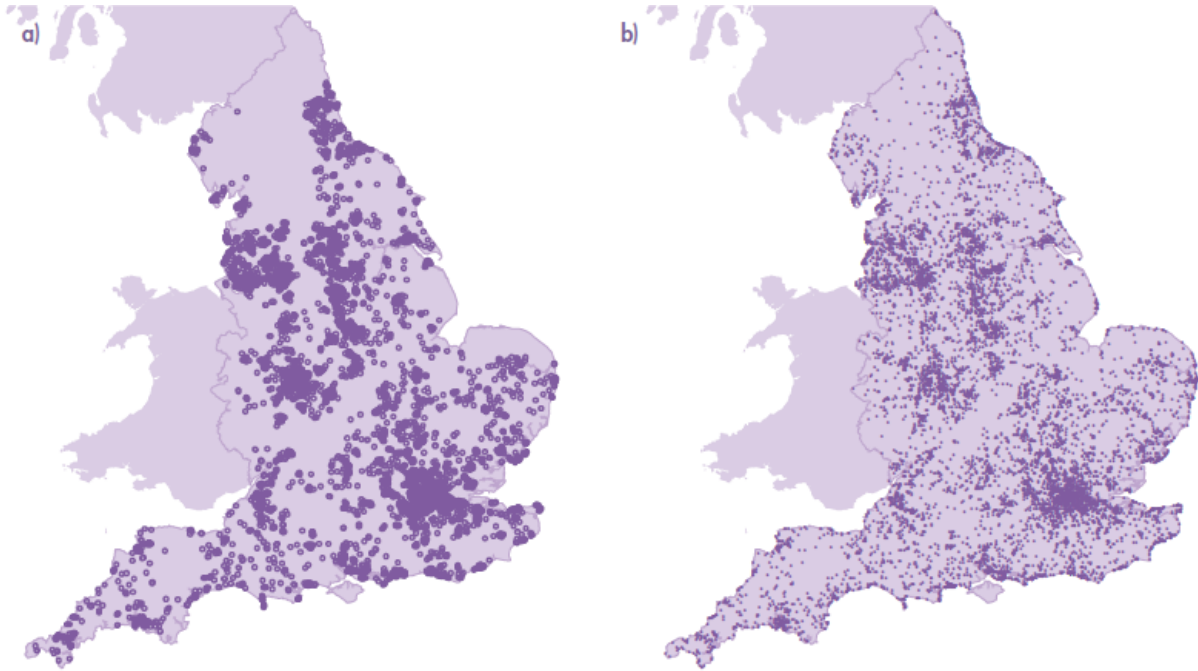
23. ábra A rekreáció értékének modellezése az Egyesült Királyság Nemzeti Ökoszisztéma Értékelésének keretében



Forrás: Bateman et al., 2011., p. 1124.

Az alábbi térképek mutatják a MENE-felmérés segítségével azonosított kiindulási (bal oldal), illetve célterületeket (jobb oldal). A célterületek környezeti jellemzői a rendelkezésre álló, nagyfelbontású felszínborítási térképek alapján határozhatók meg. A kiindulási és a célterületek közötti utazási időt a közúthálózat térképezésével adták meg, vagyis kizárólag autós utazást feltételeztek.

24. ábra A MENE-felmérés azonosított kiindulási (bal oldalon) és célterületei (jobb oldalon)



Forrás: Bateman et al., 2011, p. 1125.

A látogatási rátát előre jelző függvény paramétereit az alábbi, 38. táblázat mutatja. A rekreációs területek jellemzőit illetően a viszonyítási alapot a mezőgazdasági terület jelenti; látható, hogy ehhez képest a legtöbb, más jellegű területtípus nagyobb számú látogatást generál, legerőteljesebben a vízparti és hegyvidéki területek, ezt pedig az erdő követi. (A várakozásoknak megfelelően az utazási idő és a helyettesítési lehetőségek rendelkezésre állása csökkenti a látogatások számát, a kiindulási területek népességének nagysága és a lakosság jövedelme viszont pozitív hatással bír. A demográfiai tényezőket illetően érdekes, hogy a nyugdíjas népesség magasabb aránya a kiindulási területen pozitív hatással van a látogatások számára, a különböző etnikai kisebbségek jelenléte ugyanakkor csökkentőleg hat. Ez arra vezethető vissza, hogy a MENE-felmérés tanulságai szerint a kisebbségekhez tartozók átlagosan kevesebb időt töltenek el a természetben.)

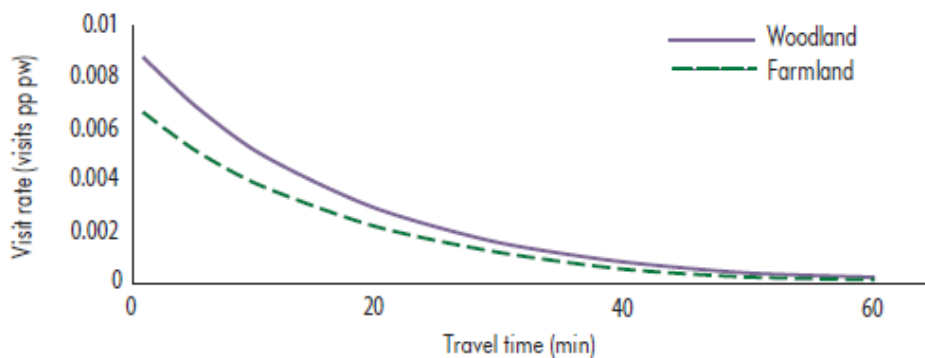
38. táblázat A látogatási rátát előrejelző függvény (TGF) paraméterei

Variable	Coefficient	t-statistic
Travel time from a LSOA/DZ to a site [†]	-0.0594***	-106.3
Coast substitute availability [‡]	-0.0115***	-4.156
Urban substitute availability [‡]	-0.0211***	-32.99
Freshwater substitute availability [‡]	-0.0633***	-5.109
Grassland substitute availability [‡]	-0.0225***	-10.16
Woodland substitute availability [‡]	-0.0168***	-8.446
Other marine substitute availability [‡]	0.000710	0.738
Mountain substitute availability [‡]	0.0148***	3.725
% of coast in site [†]	0.00940***	6.504
% urban in site [†]	-0.00219***	-4.464
% of freshwater in site [†]	0.0102***	4.220
% of grasslands in site [†]	0.00158	1.343
% of woodlands in site [†]	0.00286**	2.948
% of estuary and ocean in site [†]	-0.0156***	-11.89
% of mountain and heath in site [†]	0.0226***	10.54
% non-white ethnicity [†]	-0.00580***	-6.537
% retired [†]	0.00642***	3.678
Median household Income [†]	0.00000874***	9.414
Total population of outset area [†]	0.000225***	5.899
Constant	-3.195***	-37.84
Insig2u[†]		
Constant	-0.737***	-21.76
Observations	4,141,089	

Forrás: Bateman et al., 2011., p. 1129.

Az utazási idő hatását a látogatások számára a mezőgazdasági, illetve az erdős területek vonatkozásában külön mutatja az alábbi, 25. ábra. Látható, hogy az utazási idő növekedésével a látogatási ráta meredeken csökken.

25. ábra A látogatási ráta alakulása az utazási idő függvényében



Forrás: Bateman et al., 2011., p.1129.

A közgazdasági értékek becsléséhez korábbi kutatások meta-elemzése segítségével létrehoztak egy regressziós függvényt, melyben a rekreációs szolgáltatás értéke (vagyis az ezzel kapcsolatos fizetési hajlandóság/ fogyasztói többlet) a rekreációs terület típusának, illetve a vizsgálat jellemzőinek (pl. a vizsgálat éve, helyszíne, az alkalmazott értékelési módszertan stb.) függvényeként írható le. A függvény paraméterei az alábbi táblázatban olvashatóak. Látható, hogy az egy látogatása jutó érték a hegyvidéki területek esetén a legmagasabb (sajnos a táblázat nem közöl elkülönített értéket az erdőkre vonatkozóan). Módszertani szempontból érdekes, hogy a kinyilvánított preferencia eljáráson alapuló módszerek szignifikánsan magasabb becslést eredményeznek, mint a feltárt preferencia eljárások (feltételes értékelés, feltételes választás), illetve az utóbbiakon belül magasabb becslést eredményez a nyílt kérdések alkalmazása.

39. táblázat A rekreáció értékének meghatározására szolgáló meta-elemzés regressziós paraméterei

Variable [‡]	Variable definition	Coefficient	t-statistic
Good characteristics [‡]			
Mountains & heathlands	1 if recreational site valued is mountain or heath; 0 otherwise	1.771*	1.834
Grasslands, farm & woods	1 if recreational site valued is grasslands, farm and woodlands; 0 otherwise	0.579*	1.886
Freshwater, marine & coastal	1 if recreational site valued is freshwater, marine & coastal; 0 otherwise	0.222	0.763
Designated site	1 if recreational site holds some official designation; 0 otherwise	0.0225	0.121
Study characteristics [§]			
Published	1 if study published in peer-reviewed journal or book; 0 otherwise	0.133	0.468
Survey year	Discrete variable: 1 = published in 1975, to 29 = published in 2008	0.0360	1.364
Log sample size	Logarithm of sample size	-0.493**	-2.143
In-person interview	1 if survey mode is in-person; 0 otherwise	0.130	0.469
Use value only	1 if use value study; 0 otherwise	0.372*	1.787
Substitutes considered	1 if substitute sites included in the valuation study; 0 otherwise	-0.117	-0.570
Valuation unit [§]			
Per household per year	1 if value in terms of per household per year; 0 otherwise	2.825****	8.583
Per person per year	1 if value in terms of per person per year; 0 otherwise	2.090****	6.251
Other valuation unit	1 if value in terms of per household/ person, per day/ month; 0 otherwise	2.101****	4.648
Valuation method ^{**}			
RPM & mixed valuation	1 = revealed preference or mixed valuation methods; 0 otherwise	1.494**	2.335
Open-ended format	1 = stated preference using open-ended WTP elicitation format; 0 otherwise	-0.363*	-1.838
Payment vehicle tax	1 = payment vehicle is a tax; 0 otherwise	0.351	1.316
Study country characteristics			
Log of population density	Population density of state/country in which the site is located	0.360	1.206
Non-UK countries ^{††}	1 = study conducted overseas; 0 otherwise (UK)	1.193***	3.215
Constant		-0.110	-0.123
Observations		193	

[‡] This was insignificantly different from a cluster robust model allowing for the fact that the meta-analysis dataset consist of some studies which report multiple value estimates.

[§] Dependent variable is logarithm of recreational value (willingness to pay or consumer surplus) (£, 2009).

[†] Omitted land use base case = urban environments.

[§] Base case for valuation units is per person per visit.

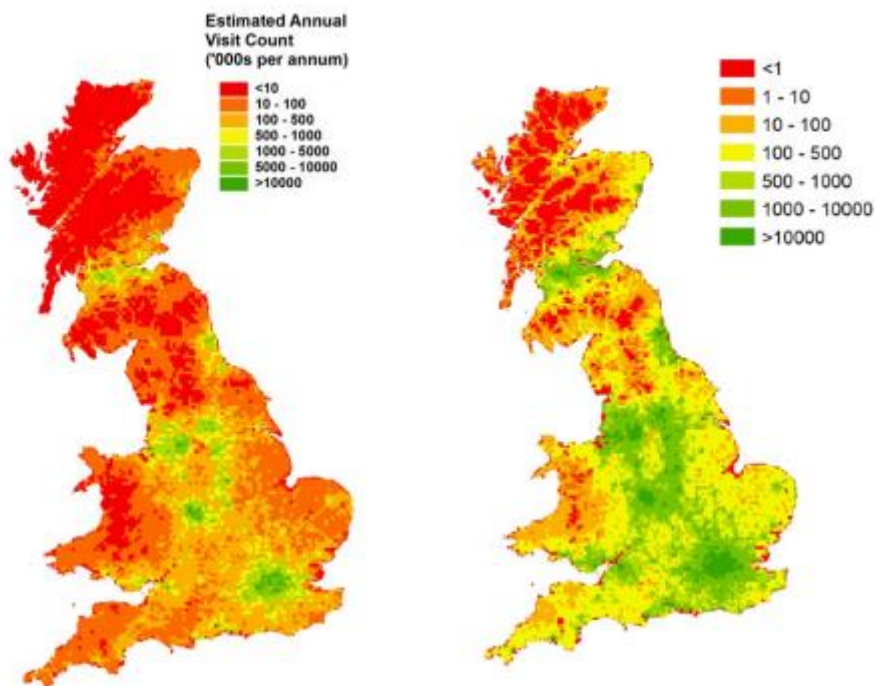
^{**} Base case for valuation method is close-ended stated preference methods.

^{††} Non-UK countries considered: North America, Western Europe, Australia and New Zealand.

Forrás: Bateman et al., 2011, p. 1130.

A kutatók a fenti három modell segítségével elvégezték az (egynapos utazásokra vonatkozó) éves rekreációs érték becslését Nagy-Britannia teljes területére. Az eredményeket az alábbi ábra mutatja. A bal oldalon látható a látogatások becsült éves száma, a jobb oldali térkép pedig ezek összesített GBP értékét mutatja a 2000-es évre vonatkozóan (a jelmagyarázatban látható értékek mindkét esetben az elemzés alapját képező, 5x5km-es cellákra vonatkoznak). Látható, hogy a legtöbb látogatás és a legmagasabb értékek a sűrűn lakott területeken jellemzőek.

26. ábra Az egynapos látogatások becsült éves száma (bal oldalon), illetve értéke (jobb oldalon) az Egyesült Királyságban



Forrás: Sen et al., 2011, p. 21-22.

A tanulmány közli az átlagos értékeket is (40. táblázat), sajnos azonban csak összesített módon, az egyes terület-típusokra vonatkozóan külön nem, ezért nem tudjuk megállapítani az erdős vagy egyéb területekre eső átlagos rekreációs értéket, ami a NÖSZTÉP projekt szempontjából leginkább releváns lenne.

Közölnek ugyanakkor egy esettanulmányt, amelyből áttételesen mégis következtetni lehet az erdős területekre tett látogatások értékére. A példa lényege, hogy több lehetséges helyszín közül a fent bemutatott modellek (a látogatási rátát előre jelző függvény, illetve a közgazdasági értékelő függvény) segítségével kiválasszák, hol eredményezné a legmagasabb hozzáadott rekreációs értéket egy mezőgazdasági terület erdősítése. Ehhez több, véletlenszerűen kiválasztott helyszínt elemeznek Anglia Yorkshire megyéjében, az eredmények az alábbi, 41. táblázatban láthatók. Számunkra mindebből az az érdekes, hogy az erdősítés következtében várható többlet-látogatások száma és értéke között mindenütt egy

körülbelül 3,3-es szorzó van, ami azt jelenti, hogy egy erdős területre irányuló látogatás átlagos értéke Anglia ezen területén 3,3 GBP.

40. táblázat Az egynapos látogatások átlagos és összesített száma, illetve értékei az Egyesült Királyság különböző térségeire vonatkoztatva

	Great Britain	England	Scotland	Wales
Predicted visit per annum				
Mean (No. per 5km cell)	394	559	130	94
Median (No. per 5km cell)	72	133	12	24
Country total	3,231,000	2,860,000	290,000	81,000
Value of predicted visit per annum				
Mean (£/5km cell)	1,223	1,732	414	303
Median (£/5km cell)	241	436	44	79
Country total (£)	10,040,000	8,854,000	926,000	260,000

Forrás: Sen et al., 2011, p. 22.

41. táblázat A szántó erdővé történő átalakítása következtében keletkező többletlátogatások, illetve többletérték előrejelzések a különböző helyszínekre

Table 22.24 Predicted increase in recreational visits and valuations at alternative sites following conversion from farmland to woodland (£/yr, 2010 prices). Source: Sen et al. (2010) and the SEER project (2011).

Site No. →	P0		P1		P2		P3		P4	
Description	Very remote site but near to rural A-road		Close to York		A little remote and with substitutes like P7 nearer to York		Slightly further from Middlesbrough than site P8		Very remote and with no nearby major roads	
Travel bands (min)	Extra visits (p.a.)	Value of extra visits (£ p.a.)	Extra visits (p.a.)	Value of extra visits (£ p.a.)	Extra visits (p.a.)	Value of extra visits (£ p.a.)	Extra visits (p.a.)	Value of extra visits (£ p.a.)	Extra visits (p.a.)	Value of extra visits (£ p.a.)
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	195	643	0	0	0	0	0	0
20	162	537	541	1,788	0	0	595	1,967	0	0
30	241	796	3,159	10,444	90	298	451	1,492	0	0
40	201	664	602	1,991	251	830	1,004	3,318	33	111
50	931	3,076	1,042	3,445	875	2,891	958	3,168	28	92
60	709	2,342	1,671	5,523	290	957	822	2,719	67	222
Total	2,243	7,414	7,210	23,834	1,506	4,977	3,831	12,664	129	425
Site No. →	P5		P6		P7		P8		P9	
Description	Midway between York & Leeds with good road links		Remote site but near to rural A road		Very close to York		Quite near Middlesbrough but no main road link		Midway between York & Leeds with excellent motorway links	
Travel bands (min)	Extra visits (p.a.)	Value of extra visits (£ p.a.)	Extra visits (p.a.)	Value of extra visits (£ p.a.)	Extra visits (p.a.)	Value of extra visits (£ p.a.)	Extra visits (p.a.)	Value of extra visits (£ p.a.)	Extra visits (p.a.)	Value of extra visits (£ p.a.)
1	0	0	0	0	0	0	0	0	165	545
5	0	0	261	862	0	0	0	0	130	431
10	0	0	292	965	584	1,930	0	0	0	0
20	1,028	3,398	271	894	2,705	8,942	866	2,862	1,948	6,438
30	3,581	11,836	361	1,194	2,046	6,764	301	995	4,574	15,119
40	4,601	15,209	402	1,327	719	2,378	1,389	4,590	4,852	16,039
50	4,643	15,349	996	3,291	1,740	5,752	968	3,199	4,718	15,595
60	2,183	7,215	590	1,949	1,914	6,326	1,091	3,608	3,372	11,148
Total	16,036	53,008	3,171	10,483	9,708	32,092	4,614	15,253	19,759	65,315

Forrás: Bateman et al., 2011, p. 1131.

A kutatócsoport a nemzeti ökoszisztéma értékelési projekt lezárulása után is tovább dolgozott a modelleken (némileg módosították a látogatási rátát előrejelző függvény formáját és a becslések szélesebb körét vették figyelembe a pénzbeli értékelés alapjául szolgáló meta-elemzésben), így néhány évvel később újabb értékeket közöltek (Sen et al., 2014). A változtatások eredményeképpen az ország egészére számított rekreációs érték némileg csökkent (10 milliárd GBP-ről 6,7 milliárd GBP-re). A pénzbeli értékelésre vonatkozó meta-elemzés újra számított paramétereit az alábbi, 42. táblázat mutatja (a viszonyítási alap ezúttal nem a szántó, hanem a gyepes terület volt). Látható, hogy ebben a változtatban többféle területtypust különítettek el, így jobban differenciálható azok rekreációs értéke.

42. táblázat A rekreáció értékének meghatározására szolgáló, továbbfejlesztett meta-elemzés regressziós paramétereit

Variable	Variable definition	Coefficient	t stat
<i>Good characteristics</i>			
Coastal and marine	1 = recreational site valued is coastal or marine; 0 = Grasslands	0.944**	(1.67)
Freshwater and floodplains	1 = recreational site valued is freshwater and floodplain; 0 = Grasslands	0.170	(0.32)
Wetlands	1 = recreational site is wetlands; 0 = Grasslands	0.895**	(1.64)
Mountains and heathlands	1 = recreational site valued is mountain or heath; 0 = Grasslands ^a	1.184	(0.90)
Woodlands and forests	1 = recreational site is woodlands and urban forests; 0 = Grasslands	0.775*	(1.42)
Urban fringe	1 = recreational site is greenbelt & urban fringe farmlands; 0 = Grasslands	1.248***	(2.29)
<i>Study characteristics</i>			
Survey year	Discrete variable: 1 = survey year is 1975...29 = survey year is 2008	0.0437***	(2.21)
Sample size	Sample size of study	-0.00547 ****	(- 3.13)
<i>Valuation unit</i>			
Per household per year	1 = unit is per household per year; 0 = per person per trip	3.043*****	(9.21)
Per person per year	1 = unit is per person per year; 0 = per person per trip	2.164*****	(6.22)
Other valuation unit	1 = unit is per household/ per person per day/ per month; 0 = per person per trip	2.434*****	(6.85)
Use value only	1 = use value study; 0 = study of combined use and non-use	-0.0373	(-0.14)
<i>Valuation method</i>			
RPM and mixed	1 = revealed preference or mixed methods; 0 stated preference methods	0.685*****	(2.89)
<i>Study country characteristics</i>			
Non-UK countries	1 = study conducted overseas; 0 otherwise (UK)	0.703*****	(2.80)
Constant		-0.420	(- 0.71)

Forrás: Sen et al., 2014, p. 242.

A NÖSZTÉP projekt szempontjából releváns, hogy ebben a verzióban megadták a különböző típusú területekre irányuló látogatások egységértékeit is. Meglepő, de a legmagasabb értékkel eszerint a városok szélén található zöldterületek és mezőgazdasági területek bírnak (5,36 GBP/látogatás - sajnos a kutatók nem fejtik ki, hogy pontosan mit értenek a "greenbelt and urban fringe farmlands" kifejezés alatt). Az erdőkre 3,34 (ami gyakorlatilag megegyezik a 41. táblázat alapján következtetett értékkel), a gyepes területekre pedig 1,54 GBP az egy látogatásra jutó rekreációs érték (2010-es GBP értéken).

Az Egyesült Királyság nemzeti ökoszisztéma-értékelési projektjének folytatásaként 2014-ben is megjelent egy átfogó tanulmány, mely számos területen, így a rekreációra vonatkozóan is továbbfejlesztette az eredeti felmérést (Bateman et al., 2014). A modellezés fókusza ebben az esetben nem a rekreációs célú látogatások társadalmi értékének általános meghatározása volt (bár a kutatók ezt is elvégezték), hanem kifejezetten az erdősítési projektekkel kapcsolatos döntéstámogatás. Érdekes módon azonban nem a fent bemutatott modellekből indultak ki, hanem egy teljesen új modellt hoztak létre. A korábbi modell, illetve az új kutatás ahhoz való viszonya említésre sem kerül, így nem tudjuk meg, mi indokolta a számítások új alapokra helyezését.

Az új megközelítés az egyéni döntések modellezéséből indul ki. Ebben a megközelítésben az emberek minden alkalommal több, különböző tulajdonságokkal bíró helyszín közül választhatják ki, melyiket keresik fel kültéri kikapcsolódás céljából (vagy egyiket sem). Mindenki feltételezhetően azt a lehetőséget választja, amelyik számára a legnagyobb hasznossággal bír, ezért azt megfigyelve, hogy az emberek a rendelkezésre álló alternatívák közül melyik helyszíneket keresték fel ténylegesen, meghatározható az egyes helyszínek által nyújtott rekreációs lehetőségek értéke, továbbá elemezhető a helyszínek jellemzőinek hatása a rekreációs értékre. A látogatások számára és helyszínére vonatkozó adatokat (vagyis a tényleges egyéni döntésekre vonatkozó információt) itt is a fent bemutatott MENE-felmérés szolgáltatta.

Az összes lehetséges helyszín katalógusának megalkotásához azonban némileg más utat követtek, becslőfüggvény helyett hivatalos adatforrásokra és térképes rendszerekre támaszkodva azonosították ezeket. Megkülönböztették a területtípusú helyszíneket (parkok, erdők), a vonalszerű (turistautak, gyalogösvények), illetve a vízparti helyszíneket. Ezután a területek jellegét (pl. lombhullató erdő, tűlevelű erdő, gyep stb.) és méretét figyelembe véve 43 típusra osztották a lehetséges rekreációs helyszíneket, és minden válaszadó vonatkozásában meghatározták a lakóhelyéhez legközelebb eső 10 területet, minden egyes típusból. Ezek adták a modellben az egyének számára rendelkezésre álló választási lehetőségeket, kibővítve az otthon maradás, illetve a felsorolt lehetőségek között nem szereplő más helyszínre való látogatás lehetőségével. A döntési modellben a célterületek jellemzői mellett fontos paraméter volt az egyes helyszínekre való utazás költsége is. Ezt a közúti összeköttetések alapján számolták ki úgy, hogy egy 0,25 GBP/km-es közvetlen költséghez hozzáadták az utazással eltöltött idő költségét is, az adott egyén óránkénti nettó keresetének egyharmadával számolva.

A döntési modell (formáját tekintve többváltozós logit) paramétereire vonatkozó számítások eredményét az alábbi, 43. táblázat mutatja. (A modell valamennyi paramétere statisztikailag

szignifikáns, de ez a rendkívül nagy - közel 35 ezres - mintaelemszám tükrében várható.) Az utazási költség, illetve a célterület nagyságának (vagy hosszának) koefficiense a várt előjelű, vagyis az előbbi negatívan, a második pozitívan hat az utazás hasznosságára és így az adott helyszín választásának valószínűségére. A terület jellegére vonatkozó paraméterek negatív előjele első látásra meglepő - ez azzal magyarázható, hogy a mintában szereplő legtöbb személy nem tett utazást (a MENE felmérésben vizsgált egyhetes időszak alatt), ezért a modell sajátos logikájából az következik, hogy ez a lehetőség bír átlagosan a legnagyobb hasznossággal (azért választotta ezt a többség). Ehhez viszonyítva tehát a legkevésbé negatív paraméterrel jelzett helyszín típusok bírnak a legnagyobb hasznossággal (parkok, folyók és tavak), ezt követi az erdős területek hasznossága.

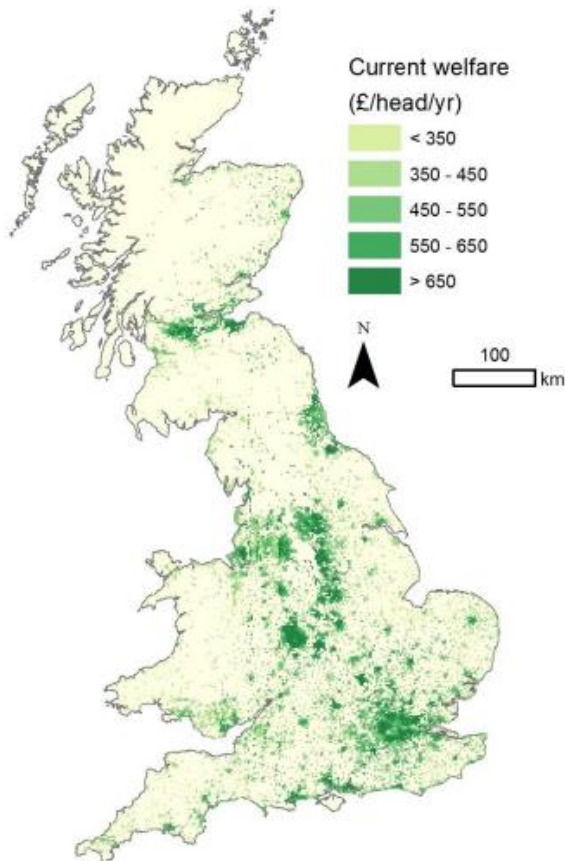
43. táblázat Az egyéni rekreációs döntéseket leíró modell paraméterei

Parameters	Coefficient	Robust s.e.	t-stat	p-stat
Travel Cost	-0.3353	0.0049	-68.4377	<0.001
No Trip (Baseline)	0			
Other Sites	-1.3179	0.0149	-88.4484	<0.001
Beach:				
Beach	-5.3490	0.3345	-15.9909	<0.001
Area Features:				
Municipal				
Parks & Rec. Grounds	-4.1898	0.1330	-31.5024	<0.001
Commons	-4.5799	0.1500	-30.5327	<0.001
ln(area)	0.0676	0.0125	5.4091	<0.001
Woods				
Broad Leaf	-5.1707	0.1882	-27.4742	<0.001
Coniferous	-5.1605	0.2021	-25.5342	<0.001
ln(area)	0.1296	0.0172	7.5362	<0.001
Rural				
Wetland	-5.7419	0.3586	-16.0120	<0.001
Mountains, Moors & Heaths	-7.1961	0.4171	-17.2526	<0.001
Semi-Natural Grassland	-6.8321	0.2943	-23.2149	<0.001
Country Park	-6.0077	0.3266	-18.3948	<0.001
National Trust	-6.0448	0.3454	-17.5007	<0.001
ln(area)	0.2856	0.0239	11.9491	<0.001
Water:				
Rivers & Lakes	-4.7912	0.5657	-8.4695	<0.001
ln(area)	0.1992	0.0473	4.2114	<0.001
Linear Features (Paths):				
Natural:				
Mountains, Moors & Heaths	-6.2508	0.3221	-16.814	<0.001
Woodland	-7.4496	0.3053	-21.429	<0.001
ln(length of path)	0.4411	0.0317	13.295	<0.001
Farm and SNG				
Farm and Grassland	-6.8321	0.2489	-25.498	<0.001
ln(length of path)	0.4377	0.0278	15.145	<0.001
Water				
Coastal	-7.5609	0.6157	-11.096	<0.001
River or Lake	-8.3692	0.5994	-12.642	<0.001
ln(length of path)	0.5982	0.0679	8.704	<0.001

Forrás: Bateman et al., 2014, p. 110.

A következő lépésben a kutatók a modell segítségével megbecsülték a brit lakosság által élvezett teljes rekreációs értéket (a becslés felbontása 2x2 km, az előző modellel ellentétben itt nem az egy utazásra, hanem az egy személyre vonatkoztatott éves értéket látjuk) (27. ábra).

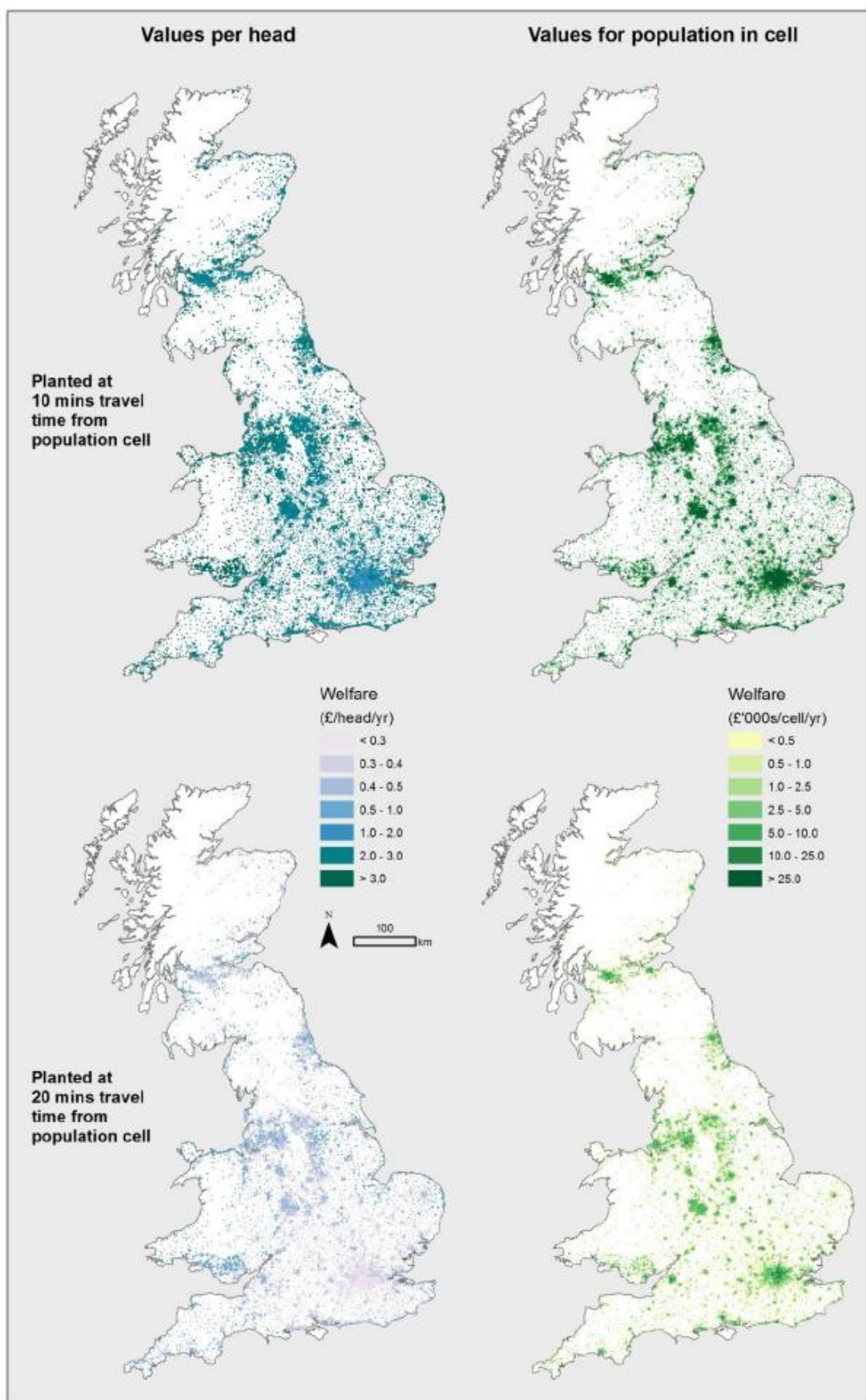
27. ábra Az egy főre eső éves rekreációs érték alakulása az Egyesült Királyságban (GBP/fő/év)



Forrás: Bateman et al., 2014, p. 111.

Mivel a modellezés célja, ahogy fentebb említettük, az erdőtelepítéssel kapcsolatos döntések hatásának elemzése volt, elvégezték egy vizsgálatot arra nézve, hogy mekkora jóléti nyereség származik egy 100 hektáros lombhullató erdő telepítéséből, amennyiben azt az egyének lakóhelyétől (autóval) 10, illetve 20 perc távolságra telepítenék. Az alábbi, 28. ábra mindkét lehetőség vonatkozásában mutatja az egy főre eső, illetve a 2x2 kilométeres cellák teljes lakosságára vonatkoztatott (többszörös) értékeket. A közelebbi telepítés fejenként országos átlagban 3,02 GBP rekreációs hasznosság-többletet eredményezne, de láthatóan nagyok a területi eltérések - ez abból fakad, hogy egyes helyeken eleve több szabadterei rekreációs lehetőség áll rendelkezésre (vagyis az új erdőnek több helyettesítője lenne). A teljes lakosságra számított értékek természetesen a sűrűbben lakott területek közelében magasabbak. A modell azt is megmutatja, hogy a távolság növekedésével a rekreációs érték erőteljesen csökken, 20 perces utazási idő mellett az egy személyre vetített átlagos többlet-hasznosság már csupán 0,29 GBP.

28. ábra Az új erdő telepítése által generált többletértékek



Forrás: Bateman et al., 2014, p. 113.

Németország

A német nemzeti ökoszisztéma értékelési program a rekreáció értékét nem vizsgálta a klímához hasonló részletességgel. Az erdők rekreációs értékére vonatkozóan mégis megadnak egy összeget (1,9 milliárd EUR/év az ország egészére), mely egy korábbi, feltételes értékelés módszerrel zajló vizsgálaton alapul. Ez a felmérés (Elsasser és Weller, 2013) 2011-ben készült egy 1011 fős, Németország 14 év feletti lakosságára reprezentatív mintán. (A kutatók egy másik, 1049 fős mintát is vettek egy online közvéleménykutató panel tagjai közül. Ezzel elsődlegesen az volt a cél, hogy a két mintán kapott eredményeket összehasonlítva megállapítsák, hogy a jóval költséghatékonyabb online módszer kellően megbízható-e ahhoz, hogy a jövőben kizárólag erre alapozzák az értékelést.)

A felmérés megmutatta, hogy a német népesség 76,4%-a keresi fel legalább évente egyszer valamely lakóhelyéhez közeli erdőt kikapcsolódás céljából (ebben az egynapos és hétvégi kirándulások szerepelnek, az ennél hosszabb utazások nem). Az egy főre eső látogatások átlagos száma 27,5 volt, azonban a szórás igen magas, az átlagot a kiugró értékek erősen felfelé húzzák, miközben a megkérdezettek közel fele esetében a látogatások száma évente 3 vagy kevesebb.

A fizetési hajlandóságra vonatkozó kérdést a kutatók úgy tették fel, hogy amennyiben a jövőben az erdők meglátogatásáért fizetni kellene, mennyit lennének hajlandóak áldozni a válaszadók egy éves belépőre, amely a lakóhelyük környékén található valamennyi erdő felkeresésére feljogosítja őket. A lekérdezést fizetési kártyák segítségével hajtották végre. (A felmérés módszertana és kérdőíve szándékosan megegyezett egy korábbi, az 1990-es évek során végrehajtott felméréssel. A korábbi felmérésben a kutatók azt találták, hogy a fizetési kártyák használata viszonylag óvatos becsléseket eredményez, melyek ugyanakkor összemérhetőek egy utazási költség módszerrel kapott felmérés eredményeivel.)

A fizetési hajlandóság vizsgálat eredményeit az alábbi, 44. táblázat mutatja. A válaszmegtagadás (protest-zérók) aránya magas, 41%-os volt, a fennmaradó válaszadók átlagos fizetési hajlandósága 27 EUR/fő/év, ami az erdőt ténylegesen használók esetében magasabb, 32 EUR. Előbbi összeget a 14 év fölötti népesség egészére felszorozva adódik a fent említett 1,9 milliárd EUR országos érték. (Látható, hogy az internetes felmérés eredményei némileg magasabbak, a használók vonatkozásában azonban gyakorlatilag megegyeznek a személyesen lekérdezett mintáéval.) (A kutatók explicite nem közlik, de az átlagos fizetési hajlandóság és a látogatások átlagos éves száma alapján látható, hogy az egy látogatásra jutó fizetési hajlandóság kb. 1 EUR.)

44. táblázat Az erdők használatára vonatkozó fizetési hajlandóság Németországban

felmérés	érvényes válaszok (db)	átlag EUR/fő/év	szórás EUR/fő/év	medián EUR/fő/év	min érték EUR/fő/év	max érték EUR/fő/év	érvényes 0 felajánlások (db)
személyes	596	26,94	59,2	10	0	1000	167
ebből csak használók	453	32,06	63,2	20	0	1000	78
online	908	30,32	59,6	15	0	1000	92
ebből csak használók	784	32,38	62,5	15	0	1000	57

Forrás: Elsasser és Weller, 2013, p. 87. (saját fordítás)

A fizetési hajlandóságra ható tényezőket vizsgáló regresszió-elemzésből kiderült, hogy pozitív hatással van rá a jövedelem, illetve a legutóbb felkeresett erdő és a lakóhely közötti távolság (ami várható, hiszen azt mutatja, hogy akik messzebbre hajlandóak utazni egy erdő felkereséséért, azok belépőjegy formájában is többet lennének hajlandóak áldozni erre). A nagyobb látogatási gyakoriság éves szinten növeli a fizetési hajlandóságot, az egy látogatásra eső fizetési hajlandóságot azonban csökkenti (ami megint csak megmagyarázható, hiszen ebben az esetben az egy látogatásra eső hasznosság csökken). A többi vizsgált tényező hatása nem volt szignifikáns (így pl. az sem, hogy pontosan milyen típusú rekreációs tevékenységet pl. kirándulás, biciklizés, fotózás stb. - végzett az illető az erdőben, kivéve a vadászatot és horgászatot is magában foglaló „egyéb” kategóriát, ami jelentősen növelte az éves fizetési hajlandóságot). Az elemzés így azt is megmutatta, hogy a fizetési hajlandóság az ország egyes részei között tapasztalható különbségek alapvetően a jövedelem és a látogatási gyakoriság különbségeire vezethetők vissza, nem más, értékrendbeli vagy az erdő jellemzőivel kapcsolatos tényezőkre.

A felmérésben azt is vizsgálták, hogy az emberek milyen fejlesztéseket, változásokat tartanának kívánatosnak a német erdőkben, és ezek megvalósítása hogyan hatna a látogatási gyakoriságra, illetve a fizetési hajlandóságra. A válaszadók legnagyobb arányban a „kevesebb szemét” iránti vágyukat fejezték ki, a válaszok egyébiránt megoszlottak a több fejlesztést és kikapcsolódási lehetőséget, illetve a természetesebb állapotot preferálók között. Érdekes módon azonban a válaszadók túlnyomó többsége a kívánatosnak tartott változások megvalósulása esetén sem növelné az erdőbe tett látogatásainak gyakoriságát (80%), még kevésbé a fizetési hajlandóságát (92%).

A rekreáció értékelésének egyéb szakirodalmi esetei

Az erdők által nyújtott rekreációs szolgáltatás pénzbeli értékét vizsgáló (2001-ig megjelent) európai tanulmányok összegzését adja Zandersen és Tol (2009). Mintájukban 26 tanulmány szerepel, melyek (különböző paraméterekre végzett érzékenységi vizsgálatoknak köszönhetően) összesen 251 becslést tartalmaznak. A kutatások mindegyike utazási költségek

módszerrel készült, a mintában a legnagyobb számban az Egyesült Királyság és Olaszország területén készült felmérések vannak jelen. A különböző tanulmányokban szereplő értékeket az inflációt figyelembe véve, vásárlóerő paritáson számították át 2000-es EUR összegekre. Az egy látogatásra vonatkozó fogyasztói többlet átlagos értéke 17,3 EUR volt, igen jelentős (28,14 EUR) szórás mellett. A medián érték csupán 4,52 EUR, vagyis az eloszlás erőteljesen ferde, az átlagot néhány kiugró érték húzza felfelé. A szerzők az összegyűjtött tanulmányok alapján azt modellezték, hogy számos különböző tényező hogyan hat a rekreációs értékekre. Ezek között találunk az eredeti vizsgálatok alapvető jellemzőivel (pl. ország, év) és módszertanával kapcsolatos tényezőket (pl. figyelembe veszik-e az utazási idő költségét vagy a helyettesítési lehetőségeket), valamint a vizsgált helyszínek jellemzőit (pl. az erdő mérete, típusa). Mindezek alapján a szerzők három modellt hoztak létre, melyek paramétereit az alábbi, 45. táblázat mutatja (a függő változó az egy hektárra eső fogyasztói többlet nagysága). Az első modellhez (I) csak a forrásként szolgáló tanulmányokban szereplő adatokat használták fel, a másodikban (II) ezt kiegészítették az egy főre eső GDP és a népsűrűség értékével (a vizsgált erdő környezetében, 1x1 szélességi, illetve hosszúsági fok méretű cellákat használva), a harmadikban (III) pedig a vizsgált területet jellemző négy további tényezővel (az erdő korösszetétele, fajgazdagsága, földrajzi elhelyezkedése, illetve a nyílt területek aránya).

A modell paramétereit alapján több érdekes összefüggés is kirajzolódik. Látható, hogy a vizsgálat éve negatív előjellel szerepel a modellben, vagyis a későbbi tanulmányok átlagosan kisebbre becsülik a rekreációs értéket. A szerzők szerint ez valószínűleg annak tudható be, hogy az idő előrehaladtával az értékelési módszerek fejlődnek és a becslések óvatosabbá válnak. A várakozásokkal ellentétben az erdők mérete nem gyakorol szignifikáns hatást a hektáronkénti rekreációs értékekre. Nem mutatkozott továbbá jelentős különbség az egynapos utazásokat, illetve a többnapos üdüléseket vizsgáló kutatások eredményeiben. Érdekes módon nem befolyásolja a becsléseket az sem, hogy a kutatók milyen összeget vettek alapul az utazás km-enkénti költségét tekintve, magasabbak az értékek viszont abban az esetben, ahol a látogatók átlagosan nagyobb távolságról érkeztek az erdőbe. Szignifikáns pozitív hatással bír továbbá az utazással töltött idő költségként való figyelembevétele. Módszertani szempontból fontos észrevétel továbbá, hogy az egyéni utazási költség módszer alkalmazásával kapott értékek szignifikánsan magasabbak, mint a zonális módszer esetében (elméleti alapon az egyéni utazási költség módszer pontosabb eredményt ad).

45. táblázat Az erdők rekreációs értékének meta-elemzéséből kapott regressziós modellek paraméterei

Dependent variable	Consumer surplus per hectare (€ 2000 PPP)		
	I	II	III
Species diversity index			0.00041 (0.0024)
Age diversity index			-.00177 (0.0044)
Open land			0.0024 (0.0036)
Latitude			-2.52e-7 (2.51e-07)
GDP per capita		1.11e-07 (3.10e-07)	2.52e-07 (2.51e-07)
Population density		-7.66e-10 (1.69e-09)	5.51e-11 (2.22e-09)
Thesis	-0.0020 (0.0040)	-0.0027 (0.0027)	-00.53 (0.0079)
Year of study	-0.0010** (0.0037)	-0.00098** (0.00041)	-6.1-04 (8.692e-03)
Willis	0.0065 (0.0059)	0.00617 (0.0060)	(dropped)
Elsasser	0.022*** (0.0058)	0.0219*** (0.0061)	0.0141 (0.0142)
Size	-3.46e-07** (1.11e-07)	-3.49e-07*** (1.10e-07)	-3.37e-07** (1.28e-07)
Size ²	1.73e-12* (7.93e-13)	1.77e-12** (8.00e-13)	1.91e-12* (9.13e-13)
Cost/km	0.0004 (0.0067)	0.00031 (0.00068)	4798-04 (0.0022)
Expenditures	0.00015 (0.00094)	0.000164 (0.00102)	-7.756e-04 (8.139e-04)
Holiday	-0.0034** (0.0013)	-0.0034** (0.0014)	-0.0032 (0.0019)
Opportunity cost of time	0.0065* (0.0035)	0.0066* (0.0036)	0.0081* (0.0036)
Individual tcm	0.0197** (0.0086)	0.0181** (0.0079)	(dropped)
Average distance	0.00003** (0.00001)	0.00003** (0.00001)	1.98e-05 (2.16e-05)
Constant	1.999** (0.726)	1.943** (0.8027)	1.2217 (1.7206)
<i>N</i> observations	189	189	166
<i>N</i> studies	12	12	6
<i>R</i> ²	0.2832	0.2837	0.3052
Log-likelihood score	701.56	701.62	612.72

Brackets contain standard errors corrected for heteroskedasticity and serial correlation using the robust Huber-White variance estimator.

**p* < 0.10.

***p* < 0.05.

****p* < 0.01.

Forrás: Zandersen és Tol, 2009, p. 121.

A II és III modell kibővített tényezői közül a népsűrűség hatása szignifikáns és pozitív, vagyis (amint az várható is), a sűrűbben lakott területek közelében fekvő erdők rekreációs értéke nagyobb. Az egy főre eső GDP mértéke ezzel szemben érdekes módon nem befolyásolja a becsléseket, vagyis a gazdagabb területek lakói nem feltétlenül szánnak több időt, illetve pénzt az erdőkben való kikapcsolódásra. Az erdők jellemzői közül a fák korösszetétele, illetve a nyílt területek aránya bizonyult szignifikánsnak, vagyis nagyobb rekreációs értékkel bírnak a változatos összetételű, nyílt térségekkel tarkított erdők, az Európa északi és déli területein található erdők rekreációs értékei között ugyanakkor nincs szignifikáns különbség.

Kifejezetten a hegyi erdőségek rekreációs értékére vonatkozóan végeztek meta-analízist Grilli és szerzőtársai (2014). Összesen 32 kutatást gyűjtöttek össze, melyek közül 18 feltételes értékelés, 1 feltételes választás, 19 pedig utazási költség módszerrel készült. Az értékeket különböző társadalmi diszkontráták alkalmazása mellett számította át 2012-es értékekre, az összesített eredményeket az alábbi, 46. táblázat tartalmazza (egy látogatásra vonatkozóan). Az értékek eloszlása hasonló Zandersen és Tol (2009) fent bemutatott eredményeihez (magas

szórás, pozitív ferdeség). Módszertani szempontból azt találták, hogy az utazási költség módszerrel végzett vizsgálatok magasabb értékeket eredményeztek, mint a feltételes értékelés (az 1%-os diszkontráta mellett kapott medián érték 5,72, illetve 3,13 EUR).

46. táblázat A hegyvidéki erdőségek rekreációs értékét vizsgáló tanulmányok meta-elemzéséből kapott, egy látogatásra jutó értékek (EUR-ban)

	Value per visit (€)		
	0.5%	1%	2%
Mean	9.96	10.57	11.78
St.dev.	16.62	17.57	19.47
Median	5.15	5.30	5.60
Min	0.78	0.89	1.12
Max	93.32	98.60	109.17

Forrás: Grilli et al., 2014, p. 171.

Lengyelországban végeztek átfogó kutatást az erdők rekreációs értékével kapcsolatban Bartczak és munkatársai (2008). Mivel Lengyelországban korábban nem készült felmérés az erdők rekreációs célú használatával kapcsolatban, ezért nemcsak a pénzbeli értékek meghatározására, hanem a látogatási szokásokra vonatkozó információk gyűjtésére is szükség volt. A kutatás két felmérésből állt: először tíz (jellegét és elhelyezkedését tekintve változatos) erdei helyszínen készítettek interjúkat összesen 1000 kirándulóval, egyesítve az utazási költség módszer és a feltételes értékelés elemeit. A második lépésben egy 1000 fős országos reprezentatív mintán végeztek további interjúkat a rekreációs szokásokkal kapcsolatban (ezekre az interjúkra a válaszadók otthonában került sor, hogy így megismerhetővé váljanak az erdőt nem látogatók szokásai is).

Az utazási költség módszerrel történő vizsgálathoz a látogatások gyakoriságával, céljával, a helyszínen töltött idő hosszával, az utazás módjával és hosszával, valamint a helyettesítő úticélokkal kapcsolatos kérdéseket tettek fel. Az utazási időhöz ugyanakkor nem rendeltek pénzbeli értéket. A feltételes értékelés keretében pedig azt kérdezték a válaszadóktól, mekkora összeget lennének hajlandóak áldozni az erdő meglátogatására, amennyiben ez a jövőben csak fizetés ellenében lenne lehetséges. (Ezt a belépődíjat a helyi erdőgazdálkodási szervezet részére kellene megfizetni.) Azt is megkérdezték, hogy csökkentenék-e az erdőbe tett látogatásaik gyakoriságát abban az esetben, ha ezért fizetni kellene. A fizetési hajlandóságra vonatkozó kérdést kétféleképpen, a megkérdezettek felénél fizetési kártyák (sok összeget tartalmazó kártyáról választhatják ki az általuk felajánlott összeget) segítségével, másik felénél pedig egykörös dichotóm kérdés formájában tették fel (elfogadnak-e kifizetésre egy, a kutatók által megadott fizetési összeget). A fizetést megtagadók aránya igen magas (51, illetve 41%) volt, ami főleg annak tudható be, hogy az erdők meglátogatásáért Lengyelországban korábban sohasem kellett fizetni, és az emberekből tiltakozást váltott ki ennek felvetése (ezeket a protest-zérókat az eredmények elemzése során figyelmen kívül hagyták).

Az országos felmérésből kiderült, hogy a lengyel felnőttek 85%-a felkeresett valamilyen erdőt az elmúlt 12 hónap folyamán. A látogatások átlagos száma 41 alkalom/év, a medián érték

16,5. A pénzbeli értékelés eredményeit az alábbi, 47. táblázat tartalmazza. Látható, hogy a különböző módszerekkel, illetve modellekkel számított értékek között elég nagy a különbség, a feltételes értékelés eredményeit erőteljesen befolyásolja a fizetési kérdés formája. Az utazási költségek esetében kétféle modellt látunk, a második tartalmazza az utazással eltöltött idő hosszát is (ez utóbbi jobb magyarázó erővel bírt). Mivel a fizetési hajlandóság vizsgálatoknál magas volt a protest-válaszok aránya, a teljes rekreációs érték kiszámításához a kutatók az utazási költség módszerrel kapott értékeket használták. Ennek alapján a lengyel erdőségek által nyújtott rekreációs érték 5-8,5 milliárd euróra becsülhető, a hektáronkénti érték pedig 570-970 EUR között van (2005-ös értéken).

47. táblázat A lengyel erdők rekreációs értéke egy látogatásra vonatkozóan (2005-ös EUR)

Recreation value of forests in Poland (per trip per person), Euros, 2005

Method	Value per trip per person	
CV; Payment Card	Parametric 0.66	Non-parametric 0.64
CV; Single-Bounded Dichotomous-choice	Parametric 4.69	Non-parametric 3.56
TC; Negative Binomial	TC 4.17	TC-TR.TIME 6.93

Note: 1 Euro=3.97 PLN (nominal exchange rate).

Forrás: Bartczak et al., 2008, p. 470.

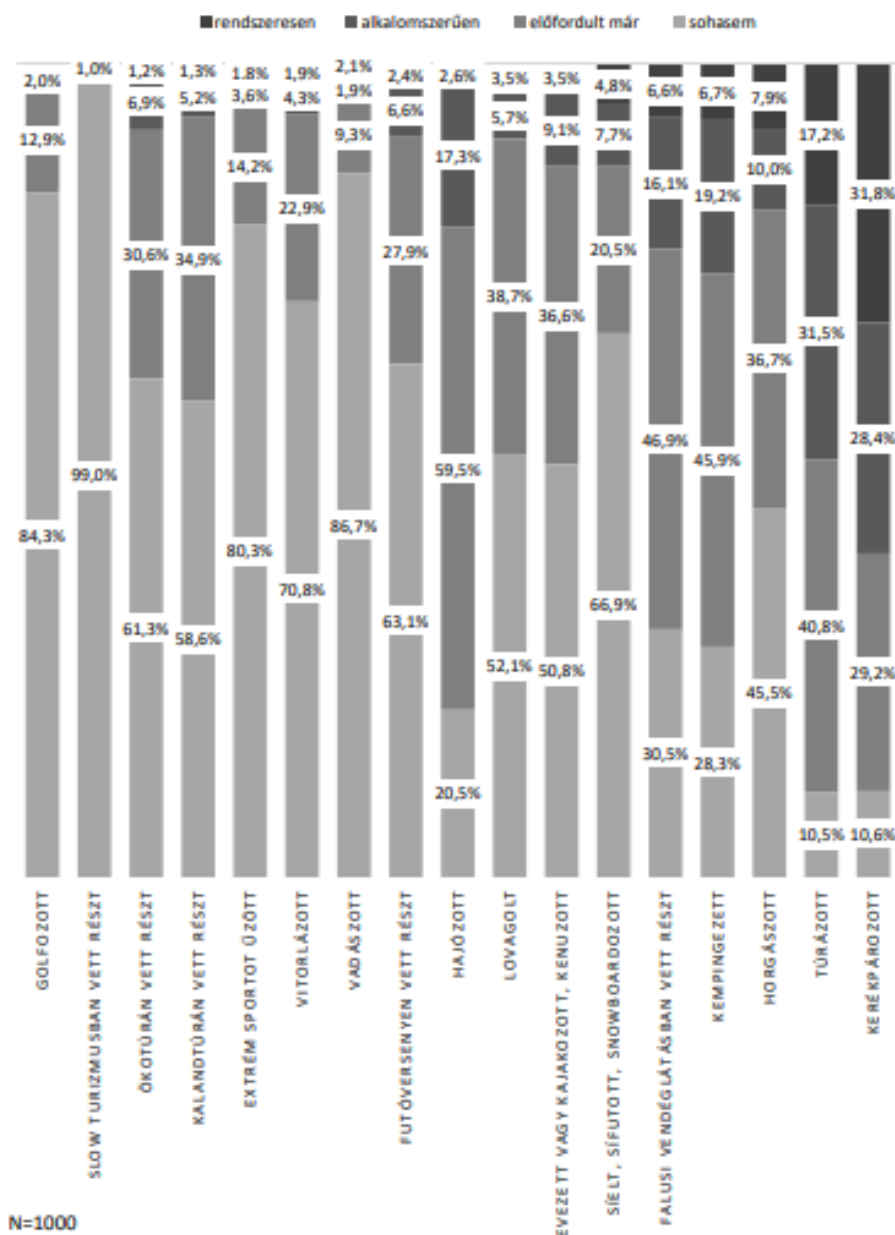
Eredményeiket más, nyugat-európai vizsgálatok becsléseivel összehasonlítva a szerzők megállapítják, hogy mind az erdők meglátogatásának gyakorisága, mind az egy látogatásra jutó érték magasabb Lengyelországban. Ez tehát óvatosságra int a használati eljárások alkalmazásával kapcsolatban, hiszen egy ilyen eljárás során a nyugat-európai értékeket a jövedelmi különbségek miatt éppen, hogy lefelé kellett volna módosítani, ami ebben az esetben tehát jelentős tévedést, az értékek súlyos alulbecslését eredményezte volna.

A rekreáció ÖSz közgazdasági értékelése szempontjából releváns hazai kutatások

Magyarországon nem készült olyan kutatás, amely kifejezetten az erdőkhöz, illetve a gyalogos természetjáráshoz kapcsolódó ökoszisztéma szolgáltatást értékelte volna. Közgazdasági értékelés tehát nem készült, a közelmúltban azonban született több olyan felmérés, melyek révén a hazai lakosság kirándulási szokásaiba betekintést kaphatunk.

A Magyar Turisztikai Ügynökség megbízásából 2017-ben készült felmérés (Mártonné Máthé és Császár, 2019) 1000 fős országos, az aktív korú lakosságra reprezentatív mintán vizsgálta a magyar lakosság aktív-, illetve természeti turizmussal kapcsolatos keresletét. A felmérésben sokféle, szabadban végezhető tevékenység szerepelt, köztük külön kategóriaként a túrázás/természetjárás, mely a vizsgált tevékenységek közül a második legnépszerűbbnek bizonyult (a kerékpározás mögött). A megkérdezettek 17,2%-a nyilatkozott úgy, hogy rendszeresen túrázik, 31,5% alkalmanként, míg 40,8% az “előfordult már” válaszlehetőséget jelölte meg, 10,5% pedig sohasem túrázik/túrázott (29. ábra).

29. ábra Az aktív turizmushoz kapcsolódó tevékenységek végzésének gyakorisága a hazai lakosság körében



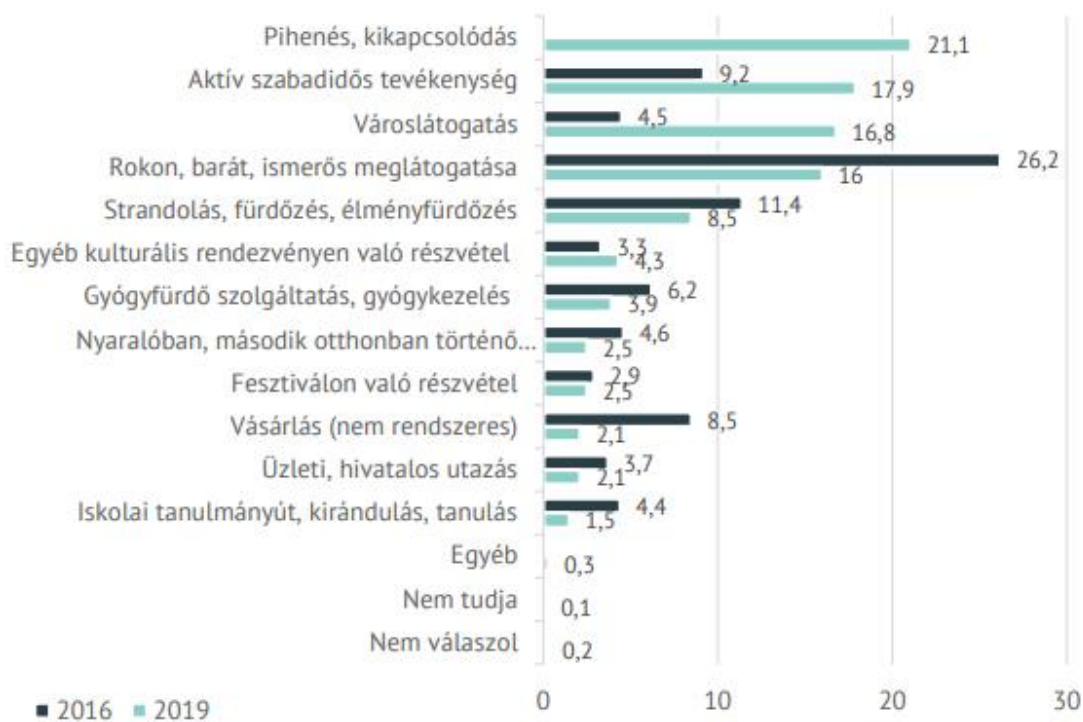
Forrás: Mártonné Máthé és Császár, p. 47.

A természetjárás iránti érdeklődést erősen befolyásolja az iskolai végzettség, a felsőfokú végzettséggel rendelkezők közül 53,6%, a középfokú végzettséggel rendelkezők közül 45%, az alacsonyabb végzettséggel rendelkezők közül viszont csak 26,4% nyilatkozott úgy, hogy érdekli a túrázás. Jellemző továbbá, hogy a többség (57,9%) sohasem egyedül túrázik. A válaszadók által a leggyakrabban felkeresett túrázási helyszín a Pilis volt, de sokan említették a Börzsönyt, a Mátrát, a Bükköt, illetve a Balaton-felvidéket is. Érdeemes megemlíteni továbbá, hogy a természetjárás - szemben a legtöbb más aktív turisztikai tevékenységgel - nem mutat jelentős szezonális ingadozást, a válaszadók minden évszakban egyformán végzik. A természetjáráshoz kapcsolódó költségekről a felmérés nem ad információt, annyi kiderül

azonban, hogy a válaszadók majdnem fele (48,4%) a túrázás során igénybe szokott venni valamilyen étkezési lehetőséget (étterem, büfé).

Ugyancsak a Magyar Turisztikai Ügynökség megbízásából 2019-ben készült egy másik felmérés (Századvég, 2019), mely a magyar lakosság utazási szokásait vizsgálta 5 000 fős, a hazai felnőtt népességre reprezentatív mintán. A felmérésben külön szerepeltek az egynapos utazások, különböző célok (tevékenység típusok) szerint lebontva. A felmérés eredményei szerint az elmúlt év során a válaszadók 34,5%-a vett részt egynapos utazáson, átlagosan 5,6 alkalommal. Közülük 17,9% az “aktív szabadidős tevékenységet” jelölte meg utazás a fő céljaként (a leggyakrabban említett cél 21,1%-kal a “pihenés, kikapcsolódás” volt). Fontos megjegyezni, hogy az aktív szabadidős tevékenység népszerűsége jelentősen emelkedett egy korábbi, 2016-os felméréshez képest, melyben csupán az egynapos utazások 9,2%-át tette ki 30. ábra).

30. ábra A legutóbbi egynapos utazás fő célja a hazai lakosság körében



Forrás: Századvég, 2019, p. 17.

Az aktív szabadidős tevékenységgel kapcsolatos egynapos utazásokra szánt összeg (egy utazásra és egy főre vonatkozóan) átlagosan 11 129 Ft volt. A felmérésben az “aktív szabadidős tevékenység” kifejezés összefoglalóan jelölte az alábbi tevékenységeket: természetjárás, gyalogtúrázás, kerékpározás, síelés, kalandpark, lovaglás, vízitúrázás - vagyis külön a túrázással kapcsolatban sajnos sem az utazások gyakoriságára, sem az átlagos költségre vonatkozóan nincsenek adatok. Az utazások célpontjával kapcsolatban csak regionális szinten kapunk információt, a megtett távolság pedig az egynapos utazások összességére vonatkozóan áll rendelkezésre, külön az aktív szabadidős tevékenység vonatkozásában sajnos nem ismert.

A Századvég felméréséből az is kiderül, hogy a többnapos belföldi utazások során (melyen az elmúlt év során főszezonban a megkérdezettek 31,5%-a, főszezonon kívül pedig 23,8%-a vett részt) is nagy arányban végeztek aktív szabadidős tevékenységet: mind főszezonban, mint főszezonon kívül 34%. Azok aránya, akiknél kifejezetten ez a tevékenység volt az utazás fő motivációja, főszezonban 9,2, főszezonon kívül 10,5% volt. (Itt azonban sajnos megintcsak nem tudjuk, hogy az aktív szabadidős tevékenység hogyan oszlik meg a túrázás, illetve az egyéb aktív tevékenységek között.)

Érdeemes megemlíteni a hazai utazási szokásokat vizsgáló korábbi, 2016-os felmérést is (Magyar Turisztikai Ügynökség, 2016), mégpedig azért, mert itt az egynapos utazások motivációi között külön szerepelt a természetjárás. A felmérés eredményei szerint a kutatást megelőző évben (vagyis 2015 november és 2016 október között) a háztartások 64,78%-ában fordult elő egynapos belföldi utazás, átlagosan 4,8 alkalommal, 1,8 fő részvételével. (Ebben a kutatásban tehát nem kizárólag a válaszadó, hanem a teljes háztartás tagjai által megtett utazásokról érdeklődtek, ezért látunk jóval magasabb eredményt, mint 2019-ben). Ezen belföldi utazások közül a természetjárás, mint fő cél 5,5%-os arányban volt jelen. Sajnos az átlagos költsékre vonatkozóan ez a felmérés nem ad információt.

A fentiekben túl rendelkezésre áll egy harmadik felmérés (Benkhard és Csákvári, 2019), mely bár nem országos, de a Pilis és a Börzsöny vonatkozásában részletesebb információkkal szolgál a természetjárás céljából érkezők jellemzőivel kapcsolatban. A helyszínen lekérdezett kérdőíveket a Börzsönyben 2010-2012 folyamán 329 fő, a Pilisben (a Pilisi Bioszféra Rezervátum területén) pedig 2017-2018-ban 1194 fő töltötte ki. Az összesen 1523 kitöltőből a gyalogos természetjárók száma (ami magában foglalja a sportolás, pl. futás, illetve a kutyasétáltatás céljából érkezőket is) 1 132 fő volt (a többi kerékpáros). Az alábbi ábra (31. ábra) a látogatás időtartama szerint mutatja a válaszadók megoszlását.

31. ábra A Pilis és a Börzsöny látogatóinak megoszlása a látogatás időtartama szerint



Forrás: Benkhard és Csákvári, 2019, p. 171.

A felmérésben a látogatás időtartama mellett a megkérdezettek lakóhelyére (település) vonatkozó kérdés is szerepelt. Ennek alapján a kutatók kiszámították az utazás távolságát a lakóhely (Budapest esetében a 0 km pont) és a kirándulás helyszíne (az erdőbe való belépési pont, pl. parkoló) között. A távolságot közúton mérték (a Google Maps útvonaltervező alkalmazás segítségével), egyébként a megkérdezettek többsége (74,5%) valóban autóval érkezett a területre. Az átlagos távolság (a többnapos utazásokat nem számítva) a Pilis esetében 46, a Börzsöny esetében pedig 71 km volt.

Mindezek mellett érdemes megemlíteni, hogy az Országos Erdészeti Egyesület megrendelésére 2017-ben készült egy országos reprezentatív erdőismereti közvélemény-kutatás, azonban ennek anyagát sajnos többszöri megkeresésre sem bocsátották rendelkezésünkre. Így ennek eredményeiből egyedül azt a széleskörben publikált információt tudjuk felhasználni, mely szerint a Pilisi Parkerdő Zrt által kezelt erdők területére (melyek az ország leglátogatottabb erdei) évente összesen mintegy 25 millió látogatás irányul (a 90-es években ez a szám még csak 10 millió körül volt). Ebből mintegy 1,5 milliót tesznek ki a kerékpárosok, ugyanennyit a futók, 3 milliót a kutyasétáltatás és 0,5 milliót a lovaglás céljából érkezők (Pilisi Parkerdő, 2018a).

Összefoglaló megállapítások a rekreáció ŐSz közgazdasági értékelésére vonatkozóan

A szakirodalom áttekintése alapján látható, hogy a rekreáció, mint ökoszisztéma-szolgáltatás közgazdasági értékelésére leginkább az utazási költség, illetve a feltételes értékelés módszere használatos. Az összegyűjtött tanulmányok alapján látszik, hogy ezen belül az utazási költség módszer valamivel magasabb értékeket ad, mint a feltételes értékelés (illetve a feltételes értékelésen belül is jelentős eltérések vannak, az egyébként gyakran alkalmazott fizetési kártyás megoldás nagyon alacsony becsléseket eredményez.) Az utazási költség módszerrel kapott értékek alkalmazása mellett szól, hogy ez a módszer a tényleges viselkedés megfigyelésén alapul, így az eredmények általában véve reálisabbnak tekinthetők, mint a feltételes értékelés esetében. Meg kell jegyezni továbbá, hogy az a fajta rekreációs tevékenység (gyalogos természetjárás), amelyet a NÖSZTÉP projekt keretében értékelni kívánunk, a legtöbb országban, így Magyarországon sincs általában semmilyen (pl. belépő)díj fizetéséhez kötve, ezért (amint az a fent bemutatott német és lengyel kutatásból is kiderült), az emberek jelentős részéből ellenérzést vált ki, ha a kutatók egy feltételes értékeléses vizsgálat keretében felvetik valamilyen díj bevezetésének lehetőségét. Ez tehát lefelé torzíthatja a feltételes értékelés módszerével kapott eredményeket (még akkor is, ha a kimondottan tiltakozó válaszokat kizárják az elemzésből). Összességében ezért az utazási költség módszerrel készült kutatások értékeinek használatát ajánljuk a haszon-átviteli eljárásban. (Az utazási költség módszer esetében az egyes tanulmányok között alapvető különbség, hogy a közvetlen költségeken túl az utazással eltöltött időt figyelembe veszik-e külön költségként. E tényező figyelembevétele természetesen növeli a kapott értékeket, ezért azok a tanulmányok, amelyek ezt nem teszik meg, tekinthetők inkább óvatos becslésnek.)

Ezen túlmenően az alábbi kérdésekre kell választ adni a gyalogos természetjáráshoz kapcsolódó rekreáció, mint ökoszisztéma szolgáltatás közgazdasági értékelésével kapcsolatban:

- **Mi legyen az értékelés alapegysége?**

Láttuk, hogy a legtöbb esetben az egy látogatásra, esetleg egy napra jutó értékeket becsülik a kutatók. Egyes kutatások (pl. a brit tanulmányok) megadnak egy személyre vagy adott területre (pl. egy hektárra vagy valamilyen térkép cellára) vonatkozó

értéket is, azonban ezek kiszámításának alapját szintén minden esetben az egy látogatásra jutó érték adja (ezt szorozzák meg aztán az egy személyre vagy egységnyi területre jutó látogatások számával). Noha a NÖSZTÉP projekt keretében egyes területekre vonatkozóan szeretnénk a rekreáció értékét kiszámítani, mégsem volna célszerű közvetlenül ezeket az értékeket átvenni a külföldi szakirodalomból, mivel ezzel rengeteg pontatlanságot és potenciális torzítást vinnénk a becslésbe. (Az egységnyi területre jutó értékekben ugyanis jelentős eltérések tapasztalhatók a népsűrűség, a terület jellege, megközelíthetősége stb. alapján, ami végső soron az egységnyi területre jutó látogatások különböző számában csapódik le - az egységnyi területre vonatkozó átlagos értékek átvételével ezek egyikét sem tudnánk figyelembe venni.)

Sokkal célszerűbb tehát az egy látogatásra jutó értékek átvétele, ahhoz azonban, hogy ebből Magyarország egyes területeire vonatkozóan hektár vagy km² alapú értékeket számoljunk, **szükség lesz a látogatások számának ismeretére.** A 2. jelentés számol is ilyen jellegű adatok beszerzésével és felhasználásával - ezen adatok szükségessége a közgazdasági értékelés irodalmának áttekintése alapján is egyértelmű. (Az értékelés konkrét modellje tehát abban az esetben tervezhető meg, ha már ismert, mennyi és milyen jellegű adat áll rendelkezésre a látogatások számát illetően.)

- **Milyen konkrét értékeket vegyünk át a szakirodalomból?**

Láthattuk, hogy a korábbi kutatások különböző mértékben differenciálják az egy látogatásra jutó értékeket területtípus (pl. erdő, vízpart, gyepek stb., illetve tevékenység-típus (pl. kirándulás, biciklizés, horgászat stb.) szerint. Ezért mindenképpen olyan értékek átvétele tűnik célszerűnek, amelyek a leginkább megfelelnek a NÖSZTÉP keretében értékelni kívánt területeknek, illetve tevékenységnek (gyalogos természetjárás) - pl. Sen et al. (2012), Zandersen és Tol (2009) vagy Bartczak et al. (2008) értékei. (Szintén relevánsak lehetnek az amerikai értékek - Rosenberger et al. (2016) -, ezek azonban nagyságrendjüket tekintve erősen kilógnak az előzőek közül.)

Sajnálatos módon a kutatások többsége a terület minősége (természetesség, vonzerők) alapján nem differenciál (legalábbis nem ad meg erre vonatkozóan konkrét értékeket), így legfeljebb szakértői becslés alapján lehet mód az átlagos értékek ezek figyelembevételével történő módosítására.

- **Szükség van-e ezen értékek módosítására, és ha igen, hogyan?**

- Az egyik legfontosabb módosító tényező az lehet, ha a magyar lakosság természetjárással kapcsolatos preferenciái eltérnek az eredeti kutatások helyszínén jellemző preferenciáktól. Primer kutatás híján azonban sajnos ezt nem tudjuk figyelembe venni (ebből a szempontból biztató, hogy Zandersen és Tol (2009) metaelemzésében nem talált jelentős eltéréseket Nyugat-Európa egyes területei között, másrésről viszont Bartczak et al. (2008) Lengyelországban magasabb értékeket talált). Esetleg érdemes megvizsgálni,

hogyan hazai szinten létezik-e bármilyen felmérés a lakosság általános kirándulási szokásaival kapcsolatban, ebből kiderülhet, hogy indokolt-e például a lengyel vagy a brit eredmények módosítása.)

- A másik, a környezetértékelésben általánosan megjelenő módosító tényező a jövedelem. Zandersen és Tol (2009), illetve Bartczak et al. (2008) eredményei azonban ismét kérdésessé teszik, hogy a rekreáció vonatkozásában indokolt-e ilyen korrekciót alkalmazni.
- Mindenképpen szükség lesz azonban az összegek mai értékre történő átszámítására (melyhez nemcsak a tanulmány megjelenésének évét, hanem a tényleges kutatás elvégzésének évét kell figyelembe venni, ami sokszor több évvel korábbra tehető).

- **Hogyan vegyük figyelembe a többnapos látogatások értékét?**

Érdekes módon a rekreáció közgazdasági értékét vizsgáló szakirodalom (legalábbis azok a tanulmányok, amelyek a gyalogos természetjárás szempontjából leginkább relevánsak) többnyire az egynapos utazások értékét vizsgálja (ezen belül nem tesznek különbséget a látogatás időtartama szerint). Esetünkben azonban indokolt lehet a többnapos utazások figyelembevétele is, amire természetesen csak akkor van mód, ha valamilyen információval rendelkezünk a többnapos utazások számáról (pl. szálláshelyek statisztikái). Ebben az esetben ki tudjuk számítani a szállásra elköltött összegeket, ami az utazási költség módszer logikája alapján szintén hozzátartozik az utazás értékéhez. (Az egy látogatásra jutó értékeknek a napok számával történő felszorozása az utazási költség módszerrel kapott értékek használata esetén nem tűnik jó megoldásnak, mivel a területre való eljutás költsége a hosszabb látogatások esetén sem magasabb.)

A közgazdasági értékelés korlátai a fenti esetekben

Az ökoszisztéma-szolgáltatások pénzbeli értékelésével kapcsolatosan számos probléma említhető, amelyeket az alábbiakban tárgyalunk. Az egyes módszerek hátrányaira itt nem térünk ki, inkább olyan kérdéseket vetünk fel, amelyek holisztikusabban értelmezhetők.

Az általános problémák a következők:

Kovács és szerzőtársai (2015) röviden megemlítenek néhányat a pénzbeli értékelés kapcsán az alábbiakról:

- gondot okozhat a többszörös számbavétel, amely abból adódhat, hogy egyes szolgáltatások közreműködhetnek abban, hogy más szolgáltatások nyújtására is képes legyen egy élőhely, és ebben a szakirodalom nem egységes; ez felveti annak kérdést is, hogy értékelhetők-e külön-külön vagy összeadhatók-e egymással az értékek (Ojea et al., 2012, Fu et al., 2011), emiatt – bármelyik eljárást is alkalmazzuk, - mindig körültekintően kell végig gondolni, milyen mértékben tulajdonítható az érték csakis egy ökoszisztéma-szolgáltatásnak, és mennyiben jelenhetnek meg azok más szolgáltatásokban is;
- az érintettek száma jelentősen befolyásolhatja a kialakított egységértéket (ez különösen az árvízi kockázat csökkentése és a rekreáció ÖSz-e esetén fontosak), így azok meghatározása döntő lehet, ugyanakkor ismert, hogy ezek az adatok gyakran nehezen kideríthetők, becsülhetők;
- a NÖSZTÉP-projektben először egy adott évre vonatkoznak a becslések, de a későbbiekben az időbeli változások figyelembevétele is lényeges szempont lesz (maguk az ökoszisztémák, így szolgáltatásaik is időben dinamikusan változhatnak, ezt az értékelésnél problematikus számba venni, de az emberek preferenciái is változhatnak (Mavsar et al., 2008), illetve a megelőzési költségek is módosulhatnak);
- az ökoszisztémák és szolgáltatásaik között általában nem lineáris a kapcsolat (ahogy ezt a tanulmányban is többször jeleztük), a pénzbeli értékelés ezt nem igazán tudja kezelni; ráadásul a pénzbeli értékelésnél jelentősen leegyszerűsítik az ökoszisztéma-szolgáltatásokat, ezért Kelemen és Pataki (2014) nem javasolják annak alkalmazását akkor, ha egy nagyon összetett ökoszisztéma-szolgáltatást kívánunk értékelni.

A közgazdasági érték mindig relatív, viszonylagos, kontextusfüggő. Ez megnehezíti azt, hogy egy általános, bárhol alkalmazható egységértéket alakítsunk ki az egyes ökoszisztéma-szolgáltatásokra. Ez alól talán kivételt jelenthet a klímaszabályos, de ez valószínűleg annak globális jellegéből is adódik, illetve abból, hogy árát nemzetközi piacok alakítják.

Közgazdasági értelemben a kinyilvánított és feltárt preferencia módszerek megalapozottabb eredményeket adnak, ugyanakkor ezeknek a módszereknek a segítségével a gyakorlatban inkább egy-egy élőhelyet értékelnek, semmint egy adott ökoszisztéma-szolgáltatást, önmagában. A feltételes választás ebben a tekintetben kivétel, hiszen az lehetőséget teremt egy-egy ÖSz önálló értékelésére is. Részben ezért tapasztaljuk azt, hogy a költségalapú eljárások nagyobb népszerűségnek örvendenek.

Mindenképpen ki kell térni arra a kérdésre, hogy az ökoszisztéma-szolgáltatások nem függetlenek egymástól, hanem átváltások vannak közöttük (Fitter et al., 2010). A szerzők többféle átváltást nevesítenek (helyenként saját példákkal kiegészítve, mivel a szerzők a biodiverzitás szempontjából foglalkoztak ezekkel, de a közgazdasági értékelés szempontjából is relevánsak):

- *időbeli átváltás*: lehetnek olyan hasznok, melynek költségeit a jövőben fizetik meg (pl. a mezőgazdasági területhasználat csökkentheti a talaj szervesanyag-tartalmát, amely akár a jövőbeli szén-megkötési képességet is befolyásolhatja); természetesen ennek ellenkezője is előfordulhat, hogy a jelenleg kifizetett költségek hasznot hoznak a jövőben, csak ez ritkább a szerzők szerint,
- *térbeli átváltás*: egy adott területen hasznok keletkeznek, míg a költségek máshol (és vice versa); például kivágják az erdőt, faanyagot állítanak elő belőle, ennek jövedelme is ott keletkezik, az árvízi kockázat növekedése viszont a térben messzebb lévőket érintheti súlyosabban,
- *a haszonélvezők közötti átváltás*: ha ismét egy árvízi példára gondolunk, egy gazda elveszítheti a termését, ezzel nála veszteség keletkezik, mások viszont hatalmasat nyerhetnek azzal, hogy ők megmenekültek az árvíz következményeitől; ez gyakran okozhat konfliktusokat, ha nem kezelik,
- *szolgáltatások közötti átváltás*: ha egy területen egy ökoszisztéma-szolgáltatásra koncentrálnak, akkor ez a többi ÖSz rovására is mehet; egymással konfliktusban lévő célok mindegyikét nem tudja egy egy terület egyidejűleg nyújtani, ez azonban abban az esetben, ha külön-külön, összeadható módon értékeljük az ökoszisztéma-szolgáltatásokat, nem jelent problémát.

Az utolsó átváltás kapcsán mégis felmerül egy probléma: a NÖSZTÉP keretében három ÖSz-t értékelünk, így a térképi megjelenítés során fontos az is, hogy ezeknek egymáshoz képest mekkora értékeket adunk. Ha például az árvízi kockázat csökkentése értékének nagyságrendekkel magasabb értéket kalkulálunk, akkor ez a tény a másik két ÖSz-t teljes mértékben „elnyomhatja”, akkor is, ha egyébként az adott terület például a klímaszabályozásban is jelentős szerepet tölthet be.

Hogyan illeszthetők be a közgazdasági értékelésbe az SZMCS-k inputjai?

Az SzMCs-k 1.-3. kaszkádszintre készített anyagai alapját képezik a kialakítandó közgazdasági értékelési modelleknek, tagjaikkal szorosan együttműködtünk azok létrehozásában, a (mintaterületi) számításokban, illetve azok előkészítésében.

2019. júliusa után a Klíma SzMCs-vel két alkalommal egyeztettünk, továbbá egy szűkebb körben, a projekt vezetőivel is tarottunk egy megbeszélést. Ekkor adatigénnyel fordultunk a résztvevők felé, valamint a lehetséges módszereket, modelleket tekintettük át.

A Hidrológiai SzMCs 2019. július 11-én tartott megbeszélésén részt vettünk, áttekintettük ennek a tanulmánynak a releváns részeit, valamint átbeszéltük a felmerülő lehetőségeket, az azokkal kapcsolatos kérdéseket. A síkvidéki árvízi kockázat csökkentésének értékelésében nem értelmezhető a tényleges használat, mivel jelenleg – az esetek döntő részében – a hullámtérben történik a víz levezetése, viszont a jövőképelemzéssel szorosan harmonizálva alternatíva-elemzésben gondolkodunk, amelyhez a Tisza-menti mélyárterek vízmegtartó képességére építve képzeltük el a modell kialakítását.

A Kulturális SzMCs-vel egy alkalommal egyeztettünk, ahol bemutattuk a tervezett modelleket, és adatokat kértünk.

Az egyes modellekben tehát a legtöbb esetben azokat az indikátorokat használtuk a közgazdasági értékelés során, amelyet az egyes SzMCs-k is megfogalmaztak.

A klímaszabályozás ökoszisztéma-szolgáltatás közgazdasági értékelésére vonatkozó javaslatok

Az ÜHG-egységérték meghatározása

A klímaszabályozás ökoszisztéma-szolgáltatás értékelésénél a korábbiakban leírtaknak megfelelően egy tonna üvegházhatású gáz „árából” indulunk ki. Emellett szükségünk van a hazai ökoszisztémák által megkötött, illetve tárolt ÜHG mennyiségének ismeretére - az erre vonatkozó adatokat a klíma és energia SzMCs szakértői biztosították számunkra. Az ökoszisztéma-szolgáltatás értéke ezek birtokában a mennyiség és az egységár egyszerű szorzataként számítható ki.

Az első lépés tehát az egységérték (az egy tonna CO₂-egyenértékre vonatkozó érték) meghatározása, amit a szakirodalmi összefoglalóban bemutatott káralapú, illetve költségalapú modellek segítségével teszünk meg. Amint láttuk, noha mindenütt jelentős a bizonytalanság, a költségalapú számítások összességében megbízhatóbban becsülhetők, viszont a káralapú értékek elméletben jobban mutatják a klímaváltozás megelőzésének tényleges társadalmi hasznát. Emiatt úgy döntöttünk, hogy a központi érték meghatározásánál a költségalapú megközelítésből indulunk ki, ám a becslési intervallum alsó és felső értékénél a káralapú modelleket is figyelembe vesszük. Mindezek során elsősorban a hivatalos (más országok, illetve nemzetközi intézmények által elfogadott) értékeket használjuk fel.

A külföldi értékek átvételénél természetesen szükség van bizonyos korrekciók elvégzésére, ami elsősorban a devizanemek közötti átváltást, illetve, ahol szükséges, a NÖSZTÉP szempontjából releváns 2015-ös évre való átszámítást jelenti. Utóbbihoz az inflációval való korrekció mellett szükség van annak figyelembevételére is, hogy az értékek az idő előrehaladtával reálértéken is növekednek, ennek okait fentebb szintén részletesen bemutattuk.

Az ÜHG-egységérték meghatározása költségalapú számítások alapján

A fentiekben láttuk, hogy Németország (UBA, 2012) és az Egyesült Királyság (DEEC, 2019a) közöl olyan hivatalos ÜHG-egységárakat, melyek a klímacélok teljesítéséhez kapcsolódó költségek becslésén alapulnak. Az Egyesült Királyság esetében ugyanakkor problémát jelent, hogy az értékek megállapításánál kifejezetten a saját klímacéljaikból indultak ki. (A nem-ETS ágazatokra vonatkozóan az EU tagországonként eltérő kibocsátás-csökkentési célokat állapít meg az úgynevezett “effort sharing” rendszer keretében.) Mivel tehát itt a célok nem azonosak a hazaiakkal, ezért a költségek is jelentősen eltérhetnek, így az Egyesült Királyság hivatalos értékeinek átvételét elvetettük.

Németországban ezzel szemben a költségalapú értékek meghatározásánál a Párizsi Egyezményben foglalt 2°C-os klímacélt vették alapul, ami Magyarországra nézve is irányadó, ezeket az értékeket ezért fel tudjuk használni. Amint a 15. táblázatban láttuk, 2010-re vonatkozóan 77, 2020-ra vonatkozóan pedig 104 EUR/tCO₂-egyenérték a becslések középértéke. A 2015-ös érték külön nem szerepel a táblában, azonban látható, hogy az érték növekedése megközelítőleg 3%-os évente, ennek alapján 2015-re 89-EUR-t számolhatunk. Ez

azonban még mindig 2010-es EUR értéken van kifejezve, a német inflációs adatokat (lásd később, a 68. táblázatban) figyelembe véve 2015-ös árakon kifejezett értéke 96 EUR. A 2015-ös hivatalos árfolyam az MNB szerint 309,9 HUF/EUR, ez tehát **29 750 Ft**-ot jelent. A középértékek mellett az Umweltbundesamt közölt alsó és felső becslést is (44, ill. 135 EUR), ezek a fenti módon számítva 2015-ös hazai értéken **17 077-52 396 Ft**-ot tesznek ki.

Természetesen, ahogy fentebb már utaltunk rá, felmerül a kérdés, hogy a kibocsátás-csökkentés költségei egyformák-e a két ország között. Itt azonban meg kell jegyezni, hogy a német becslések érdekes módon nem kifejezetten a német kibocsátás-csökkentési költségekből indulnak ki, hanem globális számításokból, amelyeket mindenfajta korrekció nélkül alkalmaznak, így tehát mi sem módosítjuk azokat.

Szintén a 2°C-os klímacélból és a globális kibocsátáscsökkentési költségekből indul ki a Világbank tanulmánya (Stern-Stiglitz 2017), mely 2020-ra 40-80 USD/t egységes karbon-árat javasol, ami 2030-ra 50-100 USD-re emelkedne. Ebben a tanulmányban nem találunk 2015-re vonatkozó értéket, azonban, ha feltételezzük, hogy az emelkedés mértéke állandó (10 év alatt 25%, ami évente 2,26%-ot jelent), akkor 2015-re 35-70 USD-t kapunk (itt végig folyó árról van szó, ezért inflációs korrekcióra nincs szükség). A 2015 évi átlagárfolyam az MNB szerint 279,46 HUF/USD, ez tehát **9 781-19 562 Ft**-ot jelent, ami a német becslések alsó határához áll közel.

Az IPCC legfrissebb jelentésében (IPCC, 2018) 2030-ra vonatkozóan adott meg költségalapú becsléseket a különböző klíma-szenáriókhoz tartozó ÜHG-árakról (8. ábra). Az ábra alapján nehéz lenne 2015-re vonatkozó pontos hazai értéket számolni, de látható, hogy a 2°C-os forgatókönyvhöz tartozó becslések középértéke nagyon hasonló a német számokhoz. Az ábra fő érdekessége viszont, hogy jól láthatóan megmutatta, hogy a 1,5°C-os (a súlyos károk elkerülése érdekében a tudományos közösség által egyértelműen kívánatosnak tartott) klímacél viszont ennél jóval magasabb, pusztán a becslések középértékét nézve is 200-1 000 USD/t ÜHG értékeket kíván meg.

Az ÜHG-egységérték meghatározása káralapú számítások alapján

A hivatalos költségalapú becslések egyik forrása szintén Németország, hiszen láttuk, hogy az Umweltbundesamt erre vonatkozóan is megad értékeket, méghozzá több különféle forgatókönyv szerint (16. táblázat) (UBA, 2012). Ezek közül azt tekintik irányadónak, amelyik nyugat-európai súlyozást és 1%-os időpreferencia rátát alkalmaz. Véleményünk szerint azonban a nyugat-európai súlyozás alkalmazása indokolatlanul felnagyítja az értékeket, a valóságot jobban tükrözi a világtágra való súlyozás (a súlyozás okaival és mikéntjével kapcsolatban lásd „A klímaszabályozási szolgáltatás értékelése az elkerült károkon keresztül” c. fejezetet). Az időpreferencia rátával kapcsolatban ugyanakkor megállja a helyét az az érvelés is, amely ezt 0-nak veszi (az időpreferencia ráta csupán az egyik komponense a diszkontrátának, tehát ez nem jelenti azt, hogy maga a diszkontráta is nulla, lásd erről is a fenti fejezetet). Mi ezért a 16. táblázatban található becslések közül a 103,7 EUR/t értéket tekintjük irányadónak, illetve alternatívaként megvizsgáljuk az 1%-os

időpreferencia rátához tartozó 28,6 EUR/t értéket is. Előbbi 2015-ös EUR-ban kifejezve (vagyis az inflációval korrigálva) 112 EUR, azaz **34 718 Ft**, utóbbi pedig 31 EUR, azaz **9575 Ft**.

Tisztán költség alapú becsléseket alkalmaz az Egyesült Államok (IWG-SCGG 2016), ahol az alapfeltevések az alacsonyabb értékek irányába hatnak, mivel magasabb a diszkontráta és egyáltalán nem alkalmaznak regionális súlyozást. Az általuk közölt legalacsonyabb, 2,5%-os diszkontráta mellett a 2015-re vonatkozó ÜHG érték 56 USD/t CO₂eqv (2007-es USD értéken) (13. táblázat). Ez 2015-ös USD-ben kifejezve (a hivatalos amerikai inflációs értékeket lásd alább, a 48. táblázatban) 64 USD, vagyis **17 880 Ft** – ami érdekes módon mégis magasabb az utolsó (1%-os időpreferencia rátát és világszerte való súlyozást használó) német értéknél. Ennek oka az, hogy Amerikában a három nagy kárbecslő IAM modell (DICE, FUND, PAGE) eredményeinek átlaga adja a hivatalos becslést, a németek azonban kizárólag a FUND modellre támaszkodtak, ami, mint az elméleti részben láthattuk, módszertanából fakadóan a három közül a legalacsonyabb értékeket adja.

48. táblázat A fogyasztói árindex alakulása az USA-ban

1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
3%	2,3%	1,6%	2,2%	3,4%	2,8%	1,6%	2,3%	2,7	3,4%
2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
3,2%	2,8%	3,8%	-0,4%	1,6%	3,2%	2,1%	1,5%	1,6%	0,1%

Forrás: U.S: Bureau of Labor Statistics, 2020

Itt tehát – különböző okból – mind a német, mind az amerikai érték alsó, vagy legfeljebb középső becslésnek tekinthető, ezért érdemesnek tartjuk a tartományt a szakirodalomból vett további értékekkel kiegészíteni. Ehhez jó alapot ad Tol (2009) metaelemzése, melyben a különböző IAM modellek számításait foglalja össze különböző paraméterek függvényében (lásd 8. táblázat). Ebben láthattuk, hogy a súlyozott becslések medián értéke 1%-os időpreferencia mellett 91 USD, 0%-os időpreferenciával pedig 116 USD 1995-ös USD értéken (sajnos a cikkből nem derül ki, hogy a becslések mely évre vonatkoznak – elképzelhető, hogy a metaelemzés alapjául szolgáló cikkek nem egyformák e tekintetben) így csak az infláció mértékével tudunk korrigálni. A 2015-ös érték tehát 510, illetve 650 USD/t, vagyis **142 543**, illetve **181 703 Ft**. És ezek csupán a medián értékek, a becslések felső tartománya ezek 3-4-szeresét is eléri (8. táblázat).

A számításokhoz használt ÜHG-egységértékek

A 49. táblázatban összefoglaljuk a fenti becslések eredményeit.

49. táblázat Az egy tonna ÜHG-egyenérték pénzbeli értékére vonatkozó becslések összefoglalása (2015-ös Ft értéken)

	költségalapú megközelítésben (Ft/tCO ₂ eqv)	káralapú megközelítésben (Ft/tCO ₂ eqv)
legalsó becslés	9 781	9 575
javasolt érték	29 750	34 718
legfelső becslés	52 396	181 703

A fentiek alapján (figyelembe véve, hogy, amint írtuk), a költségalapú becsléseket megbízhatóbbnak tekintjük a káralapú értékeknél, a további számításokhoz középső értéként a **30 000 Ft/t ÜHG** egyenérték értéket használjuk fel. Mivel a legalsó, illetve legfelső becslések közötti tartomány igen tág, ezért az érzékenységvizsgálatokhoz alsó értéként **15 000 Ft**-ot (ami nagyjából megfelel a költségalapú megközelítésben a német alsó becslésnek, ill. a Világbank által megadott tartomány közepének) használunk, felső becslésként pedig arányosan **45 000 Ft**-ot (50. táblázat).

Mindehhez hozzá kell tenni, hogy – amint arra az elméleti fejezetben többször is felhívtuk a figyelmet – a klímakárokkal kapcsolatos becslések felső határa rendkívül magas, mint ahogy az elkerülési költségek alapján is rendkívül magas értékeket kapnánk, ha egy, a 1,5°C-os felmelegedést túllépés nélkül biztosító forgatókönyvet vennénk alapul. A számításoknál nem láttuk értelmét ilyen extrém, akár az 1 000 EUR/tCO₂eqv-t is elérő értékekkel számolni, azonban látni kell, hogy a becslések között több ilyen is található, ezért az általunk továbbiakban számolt értékek inkább óvatos közelítésnek tekinthetők.

A másik fontos tényező, amire ismételten szükségesnek tartjuk felhívni a figyelmet, az, hogy ezek az egységértékek (és így a velük alább számolt valamennyi érték) a 2015-ös évről vonatkoznak, ezután azonban az inflációtól függetlenül is emelkednek. Ezért közöltünk a jövőre vonatkozó értékeket is (1000 Ft-ra kerekítve), de természetesen a számításoknál mindenütt a 2015-ös értékeket használtuk fel. (A szakirodalom alapján megállapítható, hogy rövidebb távon az értékek kb. évi 3%-os növekedésével számolnak, a trend azonban hosszabb távon nem lineáris, így a számítások alapjául szolgáló modell-paraméterek ismeretének hiányában csak 2030-ig számoltunk.)

50. táblázat A klímaszabályozás ökoszisztéma-szolgáltatás gazdasági értékének számításához használt egységértékek (2015-ös Ft értéken)

	alsó érték (Ft/tCO ₂ eqv)	középső érték (Ft/tCO ₂ eqv)	felső érték (Ft/tCO ₂ eqv)
2015	15000	30000	45000
2020	17000	35000	52000
2030	23000	47000	70000

A hazai ökoszisztémák által nyújtott klímaszabályozási szolgáltatás értéke

A fent megállapított egységértékekkel a klíma és energia SzMCs szakértőinek (Koncz Péter, Horváth László, Kottek Péter, Kröel-Dulay György, Weidinger Tamás, Ács Ferenc) javaslata alapján, az általuk biztosított adatok segítségével négy vonatkozásban számoljuk ki a hazai ökoszisztémák által nyújtott klímaszabályozási szolgáltatás értékét. Ezek a következők:

- Az ökoszisztémák éves üvegházgáz-mérlegének értéke
- A földhasználati változások értéke
- Az erdők szénkészletének értéke
- A talajok szénkészletének értéke.

Az ökoszisztémák éves üvegházgáz-mérlegének értéke

Az üvegházgáz-mérleg egy adott ökoszisztéma (élőhely) által egy év során megkötött, illetve kibocsátott üvegházhatású gáz összmenyisége közötti különbséget fejezi ki. (Ebben az esetben a nettó megkötés jelenti a kedvező, pozitív értékkel bíró szolgáltatást, ezért ezt fejezzük ki pozitív előjellel, míg a nettó kibocsátó területek esetében negatív értéket, kárt kapunk.) A különböző üvegházhatású gázokat CO₂-egyenértékre átszámítva hozzuk közös nevezőre, és így szorozzuk meg az előző fejezetben számolt egységértékekkel. Az eredmények a 51. táblázatban láthatók.

51. táblázat A hazai ökoszisztémák becsült nettó üvegházgáz-mérlege és ennek becsült gazdasági értéke (2015-ös Ft értéken)

Élőhely	Nettó üvegházgáz-mérleg (tCO ₂ eqv /ha/év)	Egy hektárra vonatkoztatott érték (Ft/ha/év)			Terület (ha)	Országos érték (milliárd Ft/év)		
		alsó érték	közép-érték	felső érték		alsó érték	közép-érték	felső érték
Erdők	3,82	57310	114620	171930	1 832 600	105,03	210,05	315,08
Gyep	-0,36	-5379	-10758	-16137	1 027 700	-5,53	-11,06	-16,58
Szántók	-4,06	-60830	-121660	-182490	4 500 700	-273,78	-547,56	-821,33
Összesen	-1,58	-23676	-47352	-71028	7 361 000	-174,28	-348,56	-522,84

A Nemzeti Üvegházgáz Leltár célja, módszertana a NÖSZTÉP-től eltérő, így az éves áramlások elemzésére nem használható. A táblában látható ÜHG mérleg adatok alapja ezért a Biome BGC1 (2002-2009) biofizikai modellje (Barcza et al., 2010). (A NÖSZTÉP keretében elkészült a modell új változata is, mely azonban túl sok bizonytalanságot tartalmaz a gazdasági elemzésben való felhasználáshoz.) A felhasznált modell az erdők esetében számol a fakitermeléssel, a szántók esetében pedig a trágyázás általi N₂O és CH₄ kibocsátással, megfelelő adatok hiányában ugyanakkor a gyepes esetében nem tartalmazza az állatoktól származó kibocsátást.

Látható, hogy – noha eredetileg minden ökoszisztéma nettó szénfelvételt mutatott – de a laterális szén-transzferek (kitermelt fa, lekaszált széna, elvitt takarmány stb.) és a trágyázással összefüggő N₂O, illetve CH₄ kibocsátás miatt több ökoszisztéma nettó ÜHG kibocsátóvá fordult át. Az **erdők** továbbra is nettó üvegházgáz megkötéssel bírtak (3,8 tCO₂eqv/ha/év), melynek értéke (középtételek számolva) **114 620 Ft/ha/év**, az ország teljes erdőterületére vonatkoztatva pedig az éghajlat-szabályozási ökoszisztéma-szolgáltatás értéke **évente 210 milliárd forintot képvisel**. A gyepek ÜHG-mérlege nagyon közel áll a nullához, attól statisztikailag nem tért el szignifikánsan (száraz évben jellemzően kibocsátó, míg csapadékos évben megkötő), így ennek gazdasági értékét nem érdemes figyelembe venni. A **szántók** azonban jelentős nettó üvegházgáz-kibocsátással bírtak, elsősorban az N₂O figyelembevétel miatt. Ez a kibocsátás országosan **kb. 550 milliárd Ft veszteséget** termel évente.

A földhasználati változások értéke

A földhasználati változások (erdősítés, gyepesítés, szántó létesítés) során jelentős mennyiségű üvegházgáz kerülhet a légkörbe, vagy ellenkezőleg, kerülhet megkötésre, ezért e változások gazdasági értékét is érdemes számszerűsíteni. Itt ismét a nettó ÜHG megkötés jelenti a pozitív, a kibocsátás pedig a negatív értéket. A számításokat a 52. táblázat tartalmazza.

52. táblázat A földhasználati változásokból származó ÜHG megkötés/kibocsátás gazdasági értéke

	A változás ÜHG mérlege egy hektárra (tCO ₂ eqv /ha/év)	A változás értéke egy hektárra (Ft/ha/év)			Érintett terület a teljes országra vetítve (2014-ről 2015-re, ha)	A változás összértéke a teljes országra vetítve (2014-ről 2015-re, millió Ft/év)		
		alsó értéken	közép-értéken	felső értéken		alsó értéken	közép-értéken	felső értéken
Erdőtelepítés	0,68	10165	20330	30495	144390	1 467,7	2 935,5	4 403,2
Gyepesítés	0,10	1540	3081	4621	94 951	146,3	292,5	438,8
Szántó létrehozása	-0,17	-2609	-5218	-7827	87 966	-229,5	-459,0	-688,5

Az ÜHG mérleg számítások alapja a Nemzeti Üvegházgáz Leltár (NIR 2015). A NÖSZTÉP bázis év miatt a 2014-ről 2015-re történt földhasználati váltást elemeztük. A váltások hatása 20 éves időtávot figyelembe véve kerül meghatározásra, itt az ennek alapján számolt egy évre vonatkozó értékeket adtuk meg.

Látható, hogy a földhasználat-változások közül az erdőtelepítés és a gyepesítés nettó ÜHG megkötéssel és így pozitív gazdasági értékkel jár, a szántó létrehozása viszont a keletkező kibocsátások miatt veszteséget eredményez. A 2014-ről 2015-re lezajlott tényleges földhasználati változásokra kiszámoltuk a teljes gazdasági értéket, azonban itt talán érdekesebb az egy hektárra vetített értékek alakulása, ez ugyanis a jövőre nézve is megmutatja, hogy egységnyi területet érintő földhasználat-váltás révén mekkora nyereséggel, illetve veszteséggel kell számolni a klímaszabályozás ökoszisztéma-szolgáltatást illetően. (Természetesen az egységértékek fent bemutatott növekedése miatt az értékek idővel nőnek.)

Látható, hogy egy évre vonatkoztatva az **erdőtelepítés során** egy hektáron 0,68 tCO₂-egyenérték az üvegházgáz megkötés, amelynek értéke az éghajlat-szabályozást tekintve **20 330 Ft/ha/év**. **Gyep**ek esetében 0,1 t/ha CO₂ egyenérték az üvegházgáz megkötés, amelynek értéke **3 081 Ft/ha/év**. **Szántók** esetében a talajok szén vesztenek a megnövekedett talajlégzés miatt, így hektáronként 0,17 CO₂eqv-nak megfelelő ÜHG szabadul fel, ezáltal **5 218 Ft/ha/év veszteség** keletkezik. Hozzá kell tenni, hogy ezek az értékek egy évre vonatkoznak, egy földhasználati változás (pl. erdőtelepítés) miatt bekövetkező ÜHG-megkötés vagy kibocsátás azonban nyilván hosszabb távon jelentkezik, így egy-egy változás teljes értékének megragadásához több évet, vagy akár évtizedet kellene összegeznünk (a fenti táblázatban szereplő számítások alapjául szolgáló módszertan 20 éves időszakot vesz alapul).

Az erdők szénkészletének értéke

A különböző ökoszisztémák élő anyagában (biomasszájában) raktározott szénkészletnek fontos szerepe van az éghajlat-szabályozásban, mert ez adja azt a zöld növényi anyagot, amely a CO₂ felvételére és végső soron a talajban, faanyagban történő megkötésre és raktározásra képes. Az alábbiakban ennek a "zöld" raktárnak a pénzületi értékére adunk becslést – egyelőre csak az erdőkre vonatkozóan, mert csak ezekre van megfelelően részletes adat, bár a gyepeseken, agrárterületeken lévő biomasszában tárolt szén mennyisége is jelentős (gyepek esetében a felszín alatti biomassza a felszín feletti 5-10 szerese is lehet). Természetesen a biomasszában (ill. lásd alább a talajban), tartósan tárolt szénkészlet mennyisége jóval nagyobb, mint az éves szinten elnyelt vagy kibocsátott mennyiség, így a pénzületi értékek is nagyságrendekkel magasabbak lesznek. A számításokat a 53. táblázat mutatja.

53. táblázat A hazai erdők szénkészletének gazdasági értéke

Erdő kategória	Az egy hektáron tárolt szénkészlet nagysága (t C-CO ₂ /ha)	Az egy hektáron tárolt szénkészlet értéke (ezer Ft/ha)			Terület a teljes országra vetítve (ha)	A tárolt szénkészlet értéke a teljes országra (milliárd Ft)		
		alsó értéken	közép-értéken	felső értéken		alsó értéken	közép-értéken	felső értéken
Bükkösök	437	6 552	13 104	19 655	138 700	908,7	1 817,5	2 726,2
Ny-Dunántúl erdeifenyő-elegyes lomberdei	419	6 291	12 582	18 874	5 814	36,6	73,2	109,7
Ny-Dunántúl erdeifenyvesei	363	5 452	10 904	16 356	27 713	151,1	302,2	453,3
Többletvízhatás alatti gyertyános kocsányos tölgyesek	331	4 972	9 945	14 917	13 534	67,3	134,6	201,9

Erdő kategória	Az egy hektáron tárolt szénkészlet nagysága (t C-CO ₂ /ha)	Az egy hektáron tárolt szénkészlet értéke (ezer Ft/ha)			Terület a teljes országra vetítve (ha)	A tárolt szénkészlet értéke a teljes országra (milliárd Ft)		
		alsó értéken	közép-értéken	felső értéken		alsó értéken	közép-értéken	felső értéken
Többletvízhatással érintett cserések	326	4 893	9 787	14 680	4 437	21,7	43,4	65,1
Gyertyános kocsánytalan tölgyesek	315	4 723	9 445	14 168	161 994	765,0	1 530,1	2 295,1
Keményfás ártéri erdők	308	4 625	9 250	13 874	13 832	64,0	127,9	191,9
Egyéb elegyes lomberdők	303	4 538	9 077	13 615	55 553	252,1	504,3	756,4
Cserések	285	4 278	8 555	12 833	263 144	1 125,7	2 251,3	3 377,0
Egyéb, többletvízhatással érintett őshonos dominanciájú erdők	281	4 221	8 443	12 664	7 970	33,6	67,3	100,9
Gyertyános kocsányos tölgyesek	277	4 150	8 301	12 451	14 304	59,4	118,7	178,1
Egyéb, többletvízhatástól független őshonos dominanciájú erdők	273	4 095	8 190	12 285	62 889	257,5	515,1	772,6
Egyéb, többletvízhatással érintett elegyes lomberdők	267	4 007	8 013	12 020	1 879	7,5	15,1	22,6
Tűlevelűek dominálta ültetvények	248	3 713	7 427	11 140	153 670	570,6	1 141,3	1 711,9
Elegyetlen és kőriselegyes kocsányos tölgyesek TVHA	242	3 634	7 268	10 903	78 850	286,6	573,1	859,7
Egyéb idegenhonos lombos fajok dominálta erdők	242	3 627	7 253	10 880	50 337	182,6	365,1	547,7
Nyíresek	236	3 544	7 087	10 631	1 425	5,1	10,1	15,2
Puhafás ártéri erdők	220	3 296	6 593	9 889	31 824	104,9	209,8	314,7
Égeresek	219	3 286	6 572	9 859	44 655	146,7	293,5	440,2
Elegyetlen és kőriselegyes kocsányos tölgyesek	214	3 204	6 409	9 613	48 907	156,7	313,4	470,1
Hegy- és dombvidéki pionír erdők	204	3 063	6 127	9 190	3 209	9,8	19,7	29,5
Ártéren kívüli fűzesek	196	2 933	5 866	8 799	3 130	9,2	18,4	27,5

Erdő kategória	Az egy hektáron tárolt szénkészlet nagysága (t C-CO ₂ /ha)	Az egy hektáron tárolt szénkészlet értéke (ezer Ft/ha)			Terület a teljes országra vetítve (ha)	A tárolt szénkészlet értéke a teljes országra (milliárd Ft)		
		alsó értéken	közép-értéken	felső értéken		alsó értéken	közép-értéken	felső értéken
Folyamatban lévő felújítás	169	2 528	5 057	7 585	61 170	154,7	309,3	464,0
Akác dominálta ültetvények	151	2 263	4 525	6 788	452 701	1 024,3	2 048,6	3 072,9
Molyhos tölgyesek	140	2 096	4 192	6 289	31 411	65,8	131,7	197,5
Ártéren kívüli, többletvízhatás alatti nyárasok	123	1 845	3 690	5 535	12 223	22,6	45,1	67,7
Nemesnyár- és fűz dominálta ültetvények	110	1 655	3 310	4 965	115 657	191,4	382,8	574,2
Hazai nyárasok	105	1 582	3 164	4 746	47 519	75,2	150,4	225,5
Pusztavágás	0,3	5	10	15	23 890	0,1	0,2	0,4
Összesen					1 932 344	6 757	13 513	20 270

A számítások az Országos Erdőállomány Adattár adatai alapján készültek a NÖSZTÉP szerinti 29 erdő-kategóriára vonatkozóan. Természetesen az erdők szénkészlete nem CO₂ formájában van jelen, azonban a tárolt szén mennyiségének ismeretében kiszámítható az ennek megfelelő CO₂ mennyiség – ezt adtuk meg a táblázatban, mivel ennek alapján számítható a pénzbeli érték.

Látható, hogy bizonyos, hazánkban jellemző erdőtípusok, pl. a bükkösök, cserések, gyertyános kocsánytalan tölgyesek jellemzően magas biomasszával (szénkészlettel) rendelkeznek, így ezek egységnyi területre vetített becsült gazdasági értéke az éghajlat-szabályozást tekintve magas, **8,5-13 millió Ft/ha körül van**. Ezzel szemben a gyors vágásfordulójú faültetvények, akácok, nemesnyárasok alacsony aktuális szénkészlettel és ebből fakadóan alacsonyabb, **1,5-2,3 millió Ft/ha** körüli értékkel rendelkeznek. Fontos, hogy utóbbiak esetében a letermelt fában lévő szén rövid (tűzifa), vagy hosszabb távon (ipari fa) visszakerül a légkörbe CO₂ formájában, illetve a talajukban is jellemzően csekély mennyiségű szén halmozódik föl (lásd lentebb). Országosan összesítve a bükkösök, cserések és akácok (nagy kiterjedésük miatt) jelentős szénmennyiséget raktároznak az élő anyagukban. A hazai erdők biomasszájának szénkészlet-tárolása, mint éghajlatszabályozási ökoszisztéma-szolgáltatás **teljes pénzbeli értéke mintegy 13 513 milliárd Ft**.

A talajok szénkészletének értéke

A különböző ökoszisztémák nem csak élő anyagukban, hanem talajukban is jelentős szénkészletet raktároznak, melynek ugyancsak fontos szerepe van az éghajlat-szabályozásban, stabilitásban. A szénkészlet meghatározza a produkciót (indirekten a talaj víz és tápanyag gazdálkodásán keresztül), illetve a talaj szénvesztése (a raktár csökkenése) negatív

szolgáltatás az éghajlat-szabályozás szempontjából (az elraktározott pedig pozitív). A NÖSZTÉP az alapállapotra koncentrált, ezért fontos az alapállapotok elemzése, értékelése. Az erre vonatkozó számítások a 54. táblázatban láthatók.

54. táblázat A hazai talajok szénkészletének gazdasági értéke

Élőhely típusa	Az egy hektáron tárolt szénkészlet nagysága (t C-CO ₂ /ha)	Az egy hektáron tárolt szénkészlet értéke (ezer Ft/ha)			Terület a teljes országra vetítve (ha)	A tárolt szénkészlet értéke a teljes országra (millárd Ft)		
		alsó értéken	közép-értéken	felső értéken		alsó értéken	közép-értéken	felső értéken
Szántóföldek	204,8	3071	6143	9214	4261,3	13 088,5	26 177,0	39 265,5
Szőlők	168,9	2533	5066	7599	66,0	167,2	334,4	501,5
Gyümölcsösök, bogyósok	160,8	2412	4824	7236	100,8	243,1	486,2	729,3
Energia-ültetvények	182,2	2733	5466	8199	7,7	21,1	42,2	63,3
Komplex művelési szerkezet épületekkel	177,5	2663	5326	7988	42,0	111,9	223,8	335,7
Komplex művelési szerkezet épületek nélkül	174,4	2616	5232	7848	33,1	86,7	173,4	260,1
Agrárterületek összesen					4511,0	13 718,5	27 436,9	41 155,4
Nyílt homokpuszta gyepek	128,5	1928	3856	5784	63,1	121,6	243,3	364,9
Zárt gyepek homokon	175,6	2634	5267	7901	79,5	209,3	418,5	627,8
Szikes és szikesedésre hajlamos gyepek	233,7	3505	7011	10516	210,8	738,9	1 477,7	2 216,6
Szikla-kibúvásokkal tarkított mészkedvelő gyepek	234,1	3511	7022	10534	2,0	7,1	14,2	21,4
Szikla-kibúvásokkal tarkított egyéb gyepek	198,1	2971	5942	8913	2,7	7,9	15,9	23,8
Zárt gyepek kötött talajon vagy domb és	210,5	3157	6314	9471	457,0	1 442,8	2 885,6	4 328,5

Élőhely típusa	Az egy hektáron tárolt szénkészlet nagysága (t C-CO ₂ /ha)	Az egy hektáron tárolt szénkészlet értéke (ezer Ft/ha)			Terület a teljes országra vetítve (ha)	A tárolt szénkészlet értéke a teljes országra (millárd Ft)		
		alsó értéken	közép-értéken	felső értéken		alsó értéken	közép-értéken	felső értéken
hegyvidéken								
Máshová nem besorolható lágyszárú növényzet	203,2	3048	6097	9145	107,5	327,6	655,1	982,7
Gyepterületek és egyéb lágyszárú növényzet összesen					922,5	2 855,2	5 710,4	8 565,7
Bükkösök	210,3	3154	6308	9461	138,7	437,5	874,9	1 312,4
Gyertyános kocsánytalan tölgyesek	202,0	3030	6059	9089	162,0	490,9	981,7	1 472,6
Cserések	197,9	2968	5936	8905	263,1	781,1	1 562,1	2 343,2
Molyhos tölgyesek	242,0	3630	7259	10889	31,4	114,0	228,0	342,0
Ny-Dunántúl erdeifenyvesei	169,4	2542	5083	7625	27,7	70,4	140,9	211,3
Ny-Dunántúl erdeifenyő-elegyes lomberdei	170,9	2564	5128	7693	5,8	14,9	29,8	44,7
Hazai nyárasok	128,0	1920	3840	5761	47,5	91,2	182,5	273,7
Hegy- és dombvidéki pionír erdők	175,0	2625	5249	7874	3,2	8,4	16,9	25,3
Gyertyános kocsányos tölgyesek	173,4	2601	5203	7804	14,3	37,2	74,4	111,6
Elegyetlen és kőriselegyes kocsányos tölgyesek	190,1	2851	5702	8553	48,9	139,4	278,8	418,3
Egyéb, többletvízhatástól független őshonos dominanciájú erdők	183,3	2749	5498	8247	62,9	172,9	345,8	518,7
Egyéb elegyes lomberdők	191,2	2867	5735	8602	55,6	159,3	318,6	477,9
Puhafás ártéri erdők	215,1	3226	6453	9679	31,8	102,7	205,4	308,1
Keményfás ártéri erdők	217,1	3256	6512	9767	13,8	45,0	90,1	135,1
Ártéri égeresek	203,2	3048	6095	9143	22,3	68,0	136,1	204,1

Élőhely típusa	Az egy hektáron tárolt szénkészlet nagysága (t C-CO ₂ /ha)	Az egy hektáron tárolt szénkészlet értéke (ezer Ft/ha)			Terület a teljes országra vetítve (ha)	A tárolt szénkészlet értéke a teljes országra (millárd Ft)		
		alsó értéken	közép-értéken	felső értéken		alsó értéken	közép-értéken	felső értéken
Elegyetlen és kőriselegyes kocsányos tölgyesek TVHA	188,8	2832	5663	8495	78,9	223,3	446,6	669,9
Égeresek	175,2	2628	5255	7883	22,3	58,7	117,3	176,0
Többletvízhatás alatti gyertyános kocsányos tölgyesek	195,0	2926	5851	8777	13,5	39,6	79,2	118,8
Ártéren kívüli fűzesek	202,8	3043	6085	9128	3,1	9,5	19,1	28,6
Ártéren kívüli, többletvízhatás alatti nyárasok	186,4	2796	5592	8389	12,2	34,2	68,4	102,5
Nyíresek	158,3	2375	4750	7125	1,4	3,4	6,8	10,2
Többletvízhatással érintett cseresek	185,4	2781	5562	8343	4,4	12,3	24,7	37,0
Egyéb, többletvízhatással érintett őshonos dominanciájú erdők	206,8	3102	6204	9306	8,0	24,7	49,4	74,2
Egyéb, többletvízhatással érintett elegyes lomberdők	189,0	2834	5669	8503	1,9	5,3	10,7	16,0
Tűlevelűek dominálta ültetvények	154,3	2314	4628	6942	153,7	355,6	711,2	1 066,8
Akác dominálta ültetvények	158,1	2372	4743	7115	452,7	1 073,6	2 147,3	3 220,9
Nemesnyár- és fűz dominálta ültetvények	175,1	2627	5253	7880	115,7	303,8	607,6	911,4
Egyéb idegenhonos lombos fajok dominálta erdők	177,7	2666	5331	7997	50,3	134,2	268,4	402,5
Pusztavágás	158,2	2373	4745	7118	23,9	56,7	113,3	170,0
Folyamatban lévő felújítás	192,3	2885	5770	8655	61,2	176,5	353,0	529,5
Máshová nem	183,8	2757	5515	8272	479,5	1 322,1	2 644,3	3 966,4

Élőhely típusa	Az egy hektáron tárolt szénkészlet nagysága (t C-CO ₂ /ha)	Az egy hektáron tárolt szénkészlet értéke (ezer Ft/ha)			Terület a teljes országra vetítve (ha)	A tárolt szénkészlet értéke a teljes országra (millárd Ft)		
		alsó értéken	közép-értéken	felső értéken		alsó értéken	közép-értéken	felső értéken
besorolható fás szárú növényzet								
Erdők és egyéb fás szárú növényzet összesen					2 411,9	6 566,5	13 133,1	19 699,6
Vízben álló mocsári/lápi növényzet	220,4	3306	6612	9918	228,8	756,3	1 512,6	2 268,9
Időszakos vízhatás alatt álló gyepek valamint láp- és mocsárrétek	229,1	3437	6873	10310	119,4	410,4	820,9	1 231,3
Láp- és mocsárerdők	219,3	3290	6579	9869	7,8	25,5	51,1	76,6
Vizes élőhelyek összesen					356	1 192,3	2 384,6	3 576,8
Mindösszesen					8 201,3	24 332,5	48 665,0	72 997,5

A számítás a NÖSZTÉP szerinti 47féle élőhely-kategóriára az MTA TAKI adatainak (Szatmári et al., 2019) alapján készült. Ahogy az erdők, úgy a talajok szénkészlete sem CO₂ formájában van jelen, azonban a tárolt szén mennyiségének ismeretében kiszámítható az ennek megfelelő CO₂ mennyiség, ezt adtuk meg a táblázatban, mivel ennek alapján számítható a pénzületi érték.

Látható, hogy a különböző élőhelyek talajának szénkészlete eltérő, de pl. **ártéri erdők, bükkösök és bizonyos gyepek esetében magas (pénzületi értéke 6 milliárd Ft/ha feletti)**, míg akácok, ill. nemesnyár ültetvények esetében alacsonyabb. Országosan összesítve az **agrárterületek** nagy kiterjedésük miatt talajukban sok szenet raktároznak, és ezáltal jelentős – mintegy **27 500 milliárd forint** értéket képviselnek. A hazai talajok szénkészlet-tárolása, mint éghajlatszabályozási ökoszisztéma-szolgáltatás **teljes pénzületi értéke mintegy 48 665 milliárd Ft**.

Az árvízi kockázat csökkentése ökoszisztéma-szolgáltatás közgazdasági értékelésére vonatkozó javaslatok

Az árvízi kockázatcsökkentés ökoszisztéma-szolgáltatás indikátora

Az árvízi kockázatcsökkentés ökoszisztéma-szolgáltatás esetén legfontosabb indikátorként a következőt választottuk:

egy adott élőhely egy hektárja által megkötött (eső)víz mennyisége.

Ezt a szolgáltatást – az adottságaiknak megfelelően – különböző mértékben nyújtja az erdő, a gyepek vagy a szántóföld, ezek típusai, alcsoportjai alapján pedig további finomítások végezhetők, amennyiben ez természettudományos szempontból indokolt. Ugyanakkor ez az indikátor önmagában nem ad arról információt, hogy az árvízi kockázatok milyen mértékben enyhíthetők az ökoszisztéma-szolgáltatásnak köszönhetően (erről bővebben lásd a következő fejezetet).

A fenti indikátor összhangban van a Hidrológiai SzMCs 3. jelentésével.

A másik nagyon fontos indikátor

a fajlagos kárértékekben bekövetkező változás mértéke az ökoszisztéma-szolgáltatásnak köszönhetően, a jelenlegi helyzet és egy alternatív megoldás esetére vonatkoztatva, amelynek során a természetet, a tájat vesszük igénybe az árvízi károk csökkentése érdekében.

Ez a mutató valóban az árvízi kockázat csökkentésének mértékét képes jelezni, tehát összhangban van az eredetileg kiválasztott ŐSz-szel. Ugyanakkor a tényleges alkalmazását korlátozza, hogy ez már egy jövőképelemzési feladatot, valamint árvízi modellezést is kíván, ezért a NÖSZTÉP-projektben alkalmazása csak korlátozottan lehetséges.

Javaslat az ökoszisztéma-szolgáltatás elnevezésének módosítására – mit is értékelünk közgazdaságilag?

A Hidrológiai SzMCs az alábbiak szerint különíti el a dombvidéki és a síkvidéki árvízi kockázatcsökkentés ökoszisztéma-szolgáltatást:

„A másik két témakör (ti. a dombvidéki és a síkvidéki ŐSz - a szerzők kiegészítése) leginkább domborzati alapon választható el: a kisvízfolyások vízgyűjtőin, illetve a nagyobb folyók felső szakasza mentén található ökoszisztémák képessége arra, hogy a lehulló csapadékot visszatartsák, a lefolyást lassítsák, a vízfolyásban egyszerre megjelenő víz mennyiségét mérsékeljék. Ezt tekinthetjük a lényegi árvízi kockázat csökkentésének, a továbbiakban a **„dombvidéki árvízi kockázat csökkentés”** címszó alatt hivatkozunk rá, mivel ez a megnevezés tükrözi funkcionális minőségét az árvizek kialakulásának szabályozásában. A másik ökoszisztéma-funkció az ártereken, leginkább a nyílt, természetes ártereken valósulhat meg, már kialakult áradások mérséklésében, az árhullámot csökkentve, azáltal, hogy megadja a víznek a teret, amennyiben van erre lehetőség a tájban. Ezt a szolgáltatást „síkvidéki árvízi kockázat csökkentés” névvel láttuk el” (Vári et al., 2019b).

A szakirodalom feltárása során tapasztalható volt, hogy az értékelt ökoszisztéma-szolgáltatás elnevezése nagyon változatos, leggyakrabban árvízvédelmi szolgáltatásról beszélnek. A konkrét értékelési modellekről való gondolkodás, a megbeszéléseken, SzMCs-ken elhangzottak azonban egyre inkább azt erősítették meg, hogy ennek az ökoszisztéma-szolgáltatásnak „árvízi kockázat csökkentési ÖSz” elnevezése nem kellőképpen fejezi ki azt, mit is tudunk a NÖSZTÉP keretein belül közgazdaságilag értékelni.

Az árvízi kockázat is már egy összetett fogalom, az ezzel kapcsolatos legfőbb fogalmak definícióit ismételtelen közöljük, az ÁKK (2016a) alapján, ugyanis annak minden szava igen lényeges:

„Kockázat alatt az ár- és belvízi elöntésből fakadó hatások várható értékét értjük, azaz az elöntés előfordulási valószínűségének, a kitétségnak és a kitett értékek elöntéssel szemben való érzékenységének szorzata.”

„Az előfordulási valószínűséget, a veszély paramétereivel egyetemben (vízmélység, vízsebesség) a veszélytérképek tartalmazzák.”

„A kitétség a vizsgált területen található vagyoni és nem-vagyoni értékek összessége (a területhasználati kategóriák szerint). Ezek érzékenységre utalnak a kárfüggvények és a nem-vagyoni értékek tekintetében az osztályba sorolás, azaz, hogy adott tulajdonságú elöntés milyen mértékben károsítja a különböző értékeket” (ÁKK, 2016a, p. 55.).

Ahhoz azonban, hogy egy terület árvízét csökkentő képességét meghatározhassuk, a vízgyűjtőterület természettudományos jellemzői mellett nagyon komoly, vízgyűjtő szintű, az árvízi események előfordulási valószínűségét célzó modellezésre, az elöntések hatásainak vizsgálatára van szükség, amely magában foglalja a területhasználati funkciók és területfejlesztési igényekre, az elöntött értékekre, a kárfüggvényekre, az árvízvédelmi infrastruktúrális elátottságára vonatkozó vizsgálatokat (veszély- és kockázati térképezési modellezés). E vizsgálatok – jelenlegi meglátásunk szerint – messze túlmutatnak a NÖSZTÉP feladatán, ráadásul éppen zajlik egy hatalmas munka az ÁKK felülvizsgálatával, újraértékeléssel kapcsolatban (ennek befejezését 2020 tavaszára várják), amelynek során a korábbi eredmények pontosulhatnak (Ganszky Márton, személyes közlés, 2019. november 27.).

A közgazdasági értékelésben alapvetően mi is kétféle megközelítést alkalmazunk, a visszatartott víz mennyisége alapján történő kalkulációt, valamint a kárelkerülés felőlit. Ez utóbbi esetében csak abban az esetben becsülhető az árvízi kockázat csökkentése ökoszisztéma-szolgáltatás, amennyiben konkrétan, minden egyes térségre, öblözetre modellezzük, hogy a természet által visszatartott víz mennyiben csökkenti magát a kockázatot, vagyis a kár nagyságának és a bekövetkezés valószínűségének szorzata várható értékét. Ebben az esetben költség-haszon elemzést végezhetünk, mégpedig a két alternatív helyzet közötti különbség értékét számszerűsítve. Ez egy olyan hatalmas munka, amely meghaladja a jelenlegi projekt kereteit. Ennek ellenére kísérletet teszünk erre a Zala vízgyűjtőjére vonatkozóan, ahol olyan egyszerűsítő feltételezésekkel élve végzünk számításokat, amelyek mentén nem alkalmazunk árvízi modellezést. Erre azért vállalkozunk, mert az ökoszisztéma-szolgáltatások vizsgálatának eredeti célja szerint területi alapú, de

országos szintű értékelést kell végezni, amely minden vizsgálati, értékelési folyamat során igényel, akár jelentős egyszerűsítéseket. Mindazonáltal a jelen dokumentum részét képező számításokat indokolt a korábban említett veszély- és kockázati modellezés alapján, illetve a 2020-ban esedékes eredmények alapján validálni.¹³

A víz visszatartásának beárazása viszont nem ad információt arról, hogy maga a kockázat milyen mértékben csökken az ökoszisztémáknak köszönhetően, mivel ebben nem szerepel az, hogy a víz visszatartása következtében mennyivel csökkenhet a kár várható értéke.

A fentiekből következően tehát nem elsősorban az árvízi kockázat csökkentése ökoszisztéma-szolgáltatást értékeljük közgazdaságilag, hanem sokkal inkább az árvíz megelőzésének lehetőségét, az ökoszisztéma közreműködését a kárt elszenvedő területek vízzel való elöntésének elkerülésében, a vízvisszatartó képességének köszönhetően.

A helyettesítési költség alapján történő megközelítés

A helyettesítési költség alapjául szolgáló fajlagos értékek meghatározása

A szakirodalom áttekintése során látható volt, hogy a helyettesítési költségek módszerét több alkalommal használták a nemzetközi példákban az árvízvédelemmel kapcsolatos ökoszisztéma-szolgáltatások értékelésére (pl. Ninan és Inoue, 2013; Biao et al., 2010). Magyar értékszámítások is készültek (Pinke, 2012, Pinke et al., 2017), amelyekben a Tisza-menti VTT-kkel összefüggő költségekből becsülték meg az egy m³ víz természetbeli tározásának fajlagos értékét.

A szakirodalomban, főként a hazánkra kapott adatok validálása érdekében (amelyek síkvidékre, a Vásárhelyi Terv Továbbfejlesztése kapcsán, hatalmas méretű vésztározók eseteire készültek¹⁴) a kisvízfolyások területein megépíthető, például záportározók kialakításával összefüggő költségekből újraszámoljuk a fajlagos értéket, több egyszerűsítő feltételezés figyelembevételével, melyek a következők:

- A teljes beruházási költséget vesszük alapul egy-egy konkrét eset kapcsán, akkor is, ha annak műszaki leírásában egyéb kiegészítő beruházási elemek is helyet kaptak (vagyis úgy tekintjük, hogy az összes költség magának a víz megtartásának, illetve az árvízi kockázat csökkentésének az érdekében került felhasználásra) (az eredményeket felfelé torzíthatja).
- A fenntartási költségektől eltekintünk (ennek összege éves szinten viszonylag alacsony, 2-3% körüli érték lehet¹⁵). A beruházási költséget jelenértéken kapjuk, azt feltételezzük, a teljes összeg a beruházás évében kerül elköltésre. A fenntartási költségek a jövőben jelentkeznének, azokat hasonló diszkontrátával kellene jelenértékre számítani, amely a teljes beruházási költségnek így még kisebb részét tenné ki, de pozitív értéket adna (a költségek lefelé torzítása).

¹³ A javaslatként fogalmazható meg, hogyha országos szinten szeretnénk a felszínborítás árvíz kármegelőző hatását becsülni, ahhoz teljes országot érintő modellezést javasolni rendkívül idő- és költségigényes, ezért a modellezést a feltételezések kalibrálására és validálására lenne célszerű ez esetben használni.

¹⁴ "A VTT keretében 2015-ig 6 árapasztó tározó valósult meg, amelyek összesen mintegy 700 millió m³-nyi tározási kapacitást biztosítanak, körülbelül 0,5 méteres átlagos árvízi vízszintcsökkentést lehetővé téve a teljes hazai Tisza-szakaszra vonatkozóan" (Derts, Koncsos, Simonffy, 2018, p. 6.).

¹⁵ Ganszky Márton személyes közlése 2019. november 8-án.

- Az egyes beruházásoknak számos egyéb haszna is lehet, például a záportározóban visszatartott vízzel öntözni lehet, csökkentheti az aszálykárokat stb.; ezeket az egyéb hasznokat figyelmen kívül hagyjuk az árvíz csökkentése ÖSz beárazása során (az eredményeket felfelé torzíthatja).
- Nem foglalkozunk azzal, hogy a tározók területén milyen tevékenység folyt, illetve, kellett-e kárpótlást fizetni például a területen mezőgazdasági tevékenységet végzőknek vagy meg kellett-e vásárolni a területet például kisajátítás révén (az eredményeket lefelé torzíthatja).
- Az egységnyi víz tárolásának értékét állandónak tekintjük, vagyis azt feltételezzük, hogy az teljesen független attól, hogy az első vagy az utolsó (pl. ezredik) egységnyi víz visszatartásáról van-e szó.

Összességében, a fenti feltételezések alapján elmondható, hogy az eredményeket nagyon óvatos, inkább alulbecsült értékeknek tekinthetjük, de az is elfogadható, hogy a felfelé és lefelé torzító hatások kiegyenlítik egymást.

A számításokhoz két, mostanában épített vagy már megpályáztatott záportározó építésének adatait választottuk, melyek a következők:

- a KEHOP-1.5.0-15-2015-00003 azonosító számú, a „Záportározó építési program - Vas és Zala megye” megnevezésű projekt keretében vízi létesítmények megvalósításának FIDIC Sárga Könyv szerinti tervezői és kivitelezői feladatainak ellátására (Közbeszerzési Értesítő 2017/37, iktatószám: 14575/2017), amely azért különösen releváns, mert éppen az egyik mintaterületünkhöz kapcsolódik (a Zala vízgyűjtője).
- a KEHOP-1.5.0-15-2016-00007 „Záportározók építése a Baranya csatorna vízgyűjtőjén” című projekt vízi létesítményei létesítési engedélyes tervének elkészítése, engedélyeztetése, kiviteli tervének elkészítése és megvalósítás FIDIC Sárga Könyv szerződéses feltételei szerint-TEE (Közbeszerzési Értesítő 2017/181, iktatószám: 2221/2017), amely szintén a mintaterülethez közelebb eső, kisvízfolyásokkal érintett, dombvidéki területet jelent.

Az első esetünkben (Vas és Zala megyei záportározók építése) lényegében öt kisebb vízfolyáshoz kapcsolódóan épülne záportározó, a hozzá kapcsolódó egyéb intézkedésekkel együtt¹⁶. A Zalatárnoki záportározó a Kozmadombi-patakon, a Murarátkai záportározó a Rátka-patakon, a Rönöki záportározó a Rönöki-patakon, a Rábagyarmati záportározó a Gyarmati-patakon, valamint a Kőszegdoroslói záportározó a Cádi-patakon. A költségeket és a záportározók tárolókapacitását egyben vesszük figyelembe. A tározókapacitás összesen 718.000 m³, a teljes beruházási költség (2017-es áron) 1.234.988.000 Ft. A tározók által előntött teljes terület nagysága 34,2 hektár.

¹⁶ A közbeszerzés teljes szövege megtalálható a https://www.kozbeszerzes.hu/adatbazis/megtekint/hirdetmeny/portal_14575_2017/ oldalon.

A Baranya megyei esetben Magyarorszáknál épül záportározó, de számos egyéb intézkedést is tartalmaz a munka¹⁷. A költségeket illetően eltérő adatokat találtunk, a Közbeszerzési értesítőben 1.278.000.000 Ft-ot, míg egy, a Dél-Dunántúli VIZIG kiadványában 1.907.000.000 Ft-ot, ezért mindkettővel számolunk. A főbb adatok a következők:

- Vízfelszín ÜV szinten: 28,0 ha
- Tározási térfogat ÜV szinten: 410.000 m³
- Vízfelszín ÁV szinten: 54,0 ha
- Tározási térfogat ÁV szinten: 1.280.000 m³
- Szabad árvíztározási kapacitás: 870.000 m³.

A tárolókapacitás nagyságát a szabad kapacitás értékével azonosítjuk, vagyis 870.000 m³-rel számolunk.

Az egységnyi tárolt víz értékének kiszámításához a Ninan és Inoue (2013) által alkalmazott módszert követjük, amely az annuitási értéket számolja ki¹⁸. Az eredményeket jelentős mértékben befolyásolja a választott diszkontráta értéke, ezért két különböző diszkontrátát alkalmazunk, 3 és 5%-osat. Természetesen, a beruházás létesítményeinek élettartama is jelentős hatást gyakorol a kapott víztározási kapacitás fajlagos értékére. Mivel egy beruházás esetén a költségek jelenértékére igen komoly hatást gyakorolhat a beruházás élettartamára vonatkozó feltételezés, ezért azt három különböző időtávval is figyelembe vettük, melyek 25, 30 és 50 évet jelentenek. Példaként a 30 éves élettartam számítási menetét mutatjuk be, majd egy összegző táblázatban mindhárom élettartamra vonatkozóan közöljük a legfontosabb paramétereket.

Az értékek számításának menete 30 éves élettartammal

A Vas és Zala megyei tározók a 718.000 m³ vizet 1.234.988.000 Ft (2017-es áron) befektetése mellett képesek tárolni, így az 1 m³ tározására jutó költség 1.720 Ft. 5%-os diszkontráta esetén a faktor értéke (itt a képlet $(1-(1/1,05^{30}))/0,05$) 15,37, amelyből a tárolt víz annuitási értéke 111,89 Ft/m³/év. A 2019. november 10-i, MNB által közzétett középárfolyam alapján 1 EUR = 333,65 Ft, így az évenkénti 1 m³ víz tározásának értéke 0,335 EUR/év. Ugyanezt a számítást 3%-os diszkontráta mellett megismételve a faktor értéke $(1-(1/1,03^{30}))/0,03$ 19,60, amelyből a tárolt víz annuitási értéke 87,76 Ft/m³/év, másképpen 0,263 EUR/m³/év.

A Magyarorszáki tározó (Baranya megye) esetén ugyanezt a procedúrát végrehajtva a következő eredményeket kaptuk 30 éves élettartamot feltételezve (mivel kétféle beruházási költséget találtunk, amelyek lényegesen eltérőek, ezért mindkettővel elvégezzük a számításokat):

- Az 1.234.988.000 Ft-os beruházási összeg esetén 1 m³ víz tározása 1.468,96 Ft-ba kerül, ennek annuitási értéke 5%-os kamatlábnál 95,56 Ft/m³/év, vagyis 0,286 EUR/m³/év, 3%-os kamatláb mellett pedig 74,94 Ft/m³/év, vagyis 0,225 EUR/m³/év.
- Amennyiben az 1,907 milliárd Ft-os beruházási költséget fogadjuk el, akkor 1 m³ víz tározása 2.191,95 Ft-ba kerül, az annuitási összeg pedig 5%-os kamatlábnál 142,60

¹⁷ A közbeszerzés teljes szövege megtalálható a https://www.kozbeszerzes.hu/adatbazis/megtekint/hirdetmeny/portal_2221_2017/ oldalon.

¹⁸ Az annuitás (A) azt jelenti, hogy x évig kapunk ugyanakkora összeget, aminek a jelenértéke egy adott szám. Ez képletszerűen: $PV = A \times (1-1/(1+r)^x)/r$, ahol r a kamatláb. Mi a PV-t és a faktort ismerjük, így a képlet: $A = PV / (1-1/(1+r)^x)/r$. X a beruházás élettartamát jelenti.

Ft/m³/év, amely egyenlő 0,427 EUR/m³/évvel. 3%-os kamatláb esetén az értékek: 111,83 Ft/m³/év, illetve 0,335 EUR/m³/év.

A 56. táblázat mindhárom élettartam, és mindkét diszkontráta esetére foglalja össze az eredményeket. A keresett paraméter az *A*, az annuitás értéke, amelyet Ft-ban és EUR-ban is közlünk.

Pinke a 2012-es cikkében 101 Ft/m³ árat mutatott be a VTT-tározók megépítéséhez kapcsolódó költségek alapján a természetben megkötött vízre vonatkozóan (feltételezzük, hogy 2012-es áron), az itt közölthöz képest eltérő módszertannal. Figyelembe véve a 2012 és 2017 között eltelt évek gazdasági változásait, az alábbi, kifejezetten az építőiparra vonatkozó termelői árindex (lásd a következő, 44. táblázatot) adatokból kalkulált 1,0963-as faktorral beszorozva azt, 110,73 Ft/m³-es eredményt kapunk, így az a más területekre kalkulált, 2017-es „árakkal” összehasonlíthatóvá válik.

Ha a különböző élettartamok melletti fajlagos értékek átlagát vesszük, 103,542 Ft/m³-es értéket kapunk, amennyiben ehhez hozzávesszük a VTT-tározókból számított, Pinke (2012) 2017-re átszámított értékét is, az átlag 107,14 Ft/m³-re változik, de ez a változás elhanyagolható mértékű.

2009-ben Balogh (2009) áttekintést adott a VTT I. keretén belül tervezett Nagykörűi Víz tározó lehetséges megoldásairól, a táj integrált használatának kívánatos megoldásairól. Abban kétféle tározási megoldás fajlagos költségeit is közli, a vízügytől kapott konkrét adatok alapján (Balogh Péter személyes közlése, 2019 november 18.): a b1) elnevezésű változat tározási szintje 85,00 mBf, a tározó térfogata 27,4 millió m³, vízfelülete 25,7 km², és az egy köbméter víz tárolásának fajlagos költsége 8 Ft (i.m. 27. oldal táblázata alapján); az öblözet természetes határáig húzódott volna. A c) változat fajlagos költségei jóval magasabbak, 88 Ft/m³, a tározási szint 88,95 mBf, térfogata 149 millió m³, vízfelülete pedig 32 km².¹⁹ A két lényegesen eltérő fajlagos költséget az magyarázza, hogy a kisebbik esetén a tájat sokkal természetesebben használnánk, a nagyobb esetén abban benne vannak bizonyos műtárgyak (nagyfeszültségű vezetékek) kiváltásának hatalmas költségei is (Balogh Péter személyes közlése, 2019 november 18.). Ha ezeket a fajlagos költségeket ugyancsak 2017-es szintre hozzuk az építőipari árindexek felhasználásával (1,154-es faktort kell alkalmazni a 2009-től 2017-ig tartó időszakra), a 2017-es egységköltségek értéke 9,2 Ft/m³, illetve 101,55 Ft/m³. Ez utóbbi igen hasonló a korábban számítottakhoz, és azt reálisabbnak is tartjuk, hiszen, főként a nagy folyóink erőteljes gáttal történő ellátottságával összefüggésben, komoly elbontási munkák is lennének, amelyek költségeitől nem tekinthetünk el.

¹⁹ Egy 2004-ben kiadott, a VTT I. ütemét, illetve a Nagykörűi Víz tározó bemutatását szolgáló dokumentumban (<https://web.archive.org/web/20050518121139/http://www.vizugy.hu/vtt/nagykorui.pdf>) a tározótérfogatra vonatkozóan a fentiekől valamelyest eltérő adat szerepel: 23,7 millió m³.

55. táblázat Az építőipar termelői árindexei 2008-2017 között

Az építőipar termelői árindexei, előző év =100 (%)	
2008	105,8
2009	103,1
2010	101,1
2011	102,2
2012	101,9
2013	101,9
2014	102,1
2015	102,5
2016	102,8
2017	105,2
2018	109,5

Forrás: <http://statinfo.ksh.hu/Statinfo/haViewer.jsp>

56. táblázat A jelenleg épülő záportározók adatai alapján az egy köbméter tárolt víz értéke 25, 30 és 50 éves élettartammal számolva

Terület	A teljes beruházási költség (Ft)	a tárolt víz mennyisége (m ³)	élettartam (év)	1 m ³ tárolásának költsége	kamatláb, r (%)	faktor	Annuitás értéke (Ft/m ³)	Annuitás értéke (EUR/m ³)
Vas és Zala megyei adatok	1234988000	718000	25	1720,039	5	14,09394	122,041	0,366
	1234988000	718000	25	1720,039	3	17,41315	98,778	0,200
Baranya megyei adatok	1278000000	870000	25	1468,966	5	14,09394	104,227	0,312
	1278000000	870000	25	1468,966	3	17,41315	84,360	0,253
	1907000000	870000	25	2191,954	5	14,09394	155,525	0,466
	1907000000	870000	25	2191,954	3	17,41315	125,879	0,377
Vas és Zala megyei adatok	1234988000	718000	30	1720,039	5	15,37245	111,891	0,335
	1234988000	718000	30	1720,039	3	19,60044	87,755	0,263
Baranya megyei adatok	1278000000	870000	30	1468,966	5	15,37245	95,558	0,286
	1278000000	870000	30	1468,966	3	19,60044	74,946	0,225
	1907000000	870000	30	2191,954	5	15,37245	142,590	0,427
	1907000000	870000	30	2191,954	3	19,60044	111,832	0,335
Vas és Zala megyei adatok	1234988000	718000	50	1720,039	5	18,25593	94,218	0,282
	1234988000	718000	50	1720,039	3	25,72976	66,850	0,200
Baranya megyei adatok	1278000000	870000	50	1468,966	5	18,25593	80,465	0,241
	1278000000	870000	50	1468,966	3	25,72976	74,946	0,225
	1907000000	870000	50	2191,954	5	18,25593	120,068	0,360
	1907000000	870000	50	2191,954	3	25,72976	111,832	0,335

Összességében megállapíthatjuk a fentiekből, hogy

- A kamatláb (diszkontráta) értéke hatással van az eredményekre, de nagyságrendi eltérést nem okoz.
- Ugyancsak befolyásolja a fajlagos értékeket a beruházás élettartamára vonatkozó feltételezés.
- A korábbi, a VTT tározóra készült, és a kisvízfolyások árvízi kockázatcsökkentésének mérséklésére épített záportározók alapján becsült fajlagos értékek 67 és 155 Ft/m³ között vannak, jelentősen nem különböznek egymástól.
- A fajlagos értékek tartománya: 67-155 Ft/m³/év, a két végpont egyszerű **átlaga** (kerekítve) **111 Ft/m³/év, amelyet fajlagos értéként választunk a további számításoknál.**

A térképezés 2015-re vonatkozik, amelyre átszámítható lenne a kapott érték, de csak némiképp adódna alacsonyabb összeg, és mivel egy-egy terület árvízi kockázatcsökkentésben betöltött szerepe relatív lesz, ez a kicsi értékbeli különbség nem befolyásolja az eredményeket. A relatív szót úgy kell érteni, hogy a terület értékét nem csak a víztározási képesség ára, hanem sokkal inkább víztározási képessége határozza meg, az ár, mint szorzószám pedig mindig azonos lesz.

Az árvízi kockázat csökkentése ökoszisztéma-szolgáltatás értékének modellje a helyettesítési költségek alapján

A modell az élőhelyek vízmegkötési képességére

Az első esetben a legegyszerűbb megközelítést használjuk, amelyben kizárólag az egyes élőhelyek fajlagos vízmegtartó képességét vesszük alapul, így a modell egy egyszerű szorzás:

$$\dot{E}_i = V_i \times P,$$

ahol \dot{E}_i az i -edik élőhely egy hektárjának pénzben kifejezett értéke, V_i az adott élőhely egy hektárja által visszatartott víz mennyisége, P a fajlagos, egy m^3 víz visszatartására vonatkozó ár.

Az eredmények finomsága (az adott modellen belül) azon múlik, milyen mélységű adatok állnak rendelkezésre a különböző élőhelyek egy hektárjának vízmegkötési képességére vonatkozóan.

A modell előnyei

- A modell legnagyobb előnye annak egyszerűsége és viszonylag alacsony adatigénye. Az egységáron kívül az egyes élőhelyek vízvisszatartási képességére van szükség.
- Nagyon jelentős előnye a modellnek, hogy a fajlagos „ár” kiszámításához hazai esetekre támaszkodik.
- A NÖSZTÉP-projekten belül a Hidrológiai SzMCs-ben elhangzottak alapján a Zala mintaterületére készítették egy becslést az egyes élőhelyek vízmegkötési képességére, így ténylegesen kiszámíthatók – mintaterületi léptékben – az egyes élőhelyek vízmegkötési képességének értékei (lásd később a konkrét számításokat).
- A modell alkalmazható mind a talajban és a növényzetben (lásd például a dombvidéki árvízcsökkentési ŐSz konkrét számításainál), mind a mélyárterekben mint tájban, a felszínen történő vízmegtartás (lásd a síkvidéki esetet) értékelésére.

A modell hátrányai

- Az egyik leglényegesebb hátránya az, hogy ez az érték semmit nem mond az árvízi kockázat csökkentésének értékéről, tehát az eredetileg választott ŐSz közgazdasági értékéről. Nem derül ki a számításokból, hogy az erdővel, gyepvel stb. borított területek által megkötött víz milyen mértékben enyhíti az árvíz kockázatát, a várható károk mértékét.
- Továbbá, a modell azt sem veszi figyelembe, hogy egy adott területen mekkora igény mutatkozik az árvíz elkerülésére, vagyis független attól, milyen potenciális károkat okozhatnak az árvizek az adott térségben. Így például egy adott típusú erdő egy hektárjának ugyanakkora értéke lesz akkor is, ha az komoly szerepet tölt be a csapadékvíz lefolyásának mérséklésében, mint akkor, ha erre valójában nincs is szükség, mert nincsenek a közelben vagyontételek, lakott területek, amelyekben a kockázat jelentkezhetne.
- Hátránya még, hogy a fajlagos értéket néhány vésztározó és záportározó költségei alapján alakítottuk ki, amely csak durva becslésnek tekinthető. Pontosabb adatok csak az egyes térségek egyenkénti vizsgálata adhatna.

- Elsősorban a síkvidéki területeken, ahol pl. hipotetikus mélyárterekre számítjuk ki a természet (felszíni) vízmegtartó képességének értékét, nem számolunk azzal, hogy ennek a lehetőségnek a kialakítása milyen egyéb költségekkel járna (például a töltések elbontásának, a víz kiáramlási lehetősége megteremtésének költségeit).

B modell az élőhelyek vízmegkötési képességére

A második modellben már figyelembe vesszük azt is, hogy egy térségben mennyire fontos szerepet tölt be a víz visszatartása. Eben az esetben a veszélyeztetettségi adatokkal is kalkulálunk.

$$\dot{E}_i = V_i \times P \times B_i$$

ahol \dot{E}_i az i -edik élőhely egy hektárjának pénzben kifejezett értéke, V_i az adott élőhely egy hektárja által visszatartott víz mennyisége, P a fajlagos, egy m^3 víz visszatartására vonatkozó ár, B_i pedig az adott egységnyi terület árvízi szempontú veszélyeztetettsége alapján képzett súlyozó tényező.

A súlyozó tényező nagy mértékben befolyásolja a végső pénzübeli értéket.

A modellhez tehát egy kisvízfolyás esetében a veszélyeztetettségi tényező értékének alkalmazását javasoljuk, amelyet a Pécsi Tudományegyetem munkatársai dolgoztak ki²⁰, elsősorban a villámárvizek kialakulásával kapcsolatban, és amely 1-től 6-ig terjedő skálán méri a veszélyeztetettséget (1 – alacsony, 6 – magas veszélyeztetettség)²¹. A 32. ábra a veszélyeztetettségek értékeit mutatja országos szinten a kisvízfolyásokra vonatkozóan. A modell használatához arra van szükség, hogy minden egyes élőhely minden egyes hektárjára ismerjük az adott hektárra érvényes átlagos B_i -értéket.

Amennyiben pontosabb értékeket kívánunk becsülni, magát a súlyozó tényezőt is súlyozás alapján állapíthatjuk meg. Ennek segítségével egy részvízgyűjtőre vonatkozóan vagyunk képesek az ott lévő erdők, gyepek, szántók stb. átlagos veszélyeztetettségét meghatározni és figyelembe venni. Ekkor egy adott kisvízfolyás vízgyűjtőjére vonatkozóan a különböző veszélyeztetettségi tényezők által érintett területek nagyságát is figyelembe vehetjük, az alábbi módon:

$$B_i = \text{sum}[(1 \times T_1 + 2 \times T_2 + 3 \times T_3 + 4 \times T_4 + 5 \times T_5 + 6 \times T_6) / (T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6)],$$

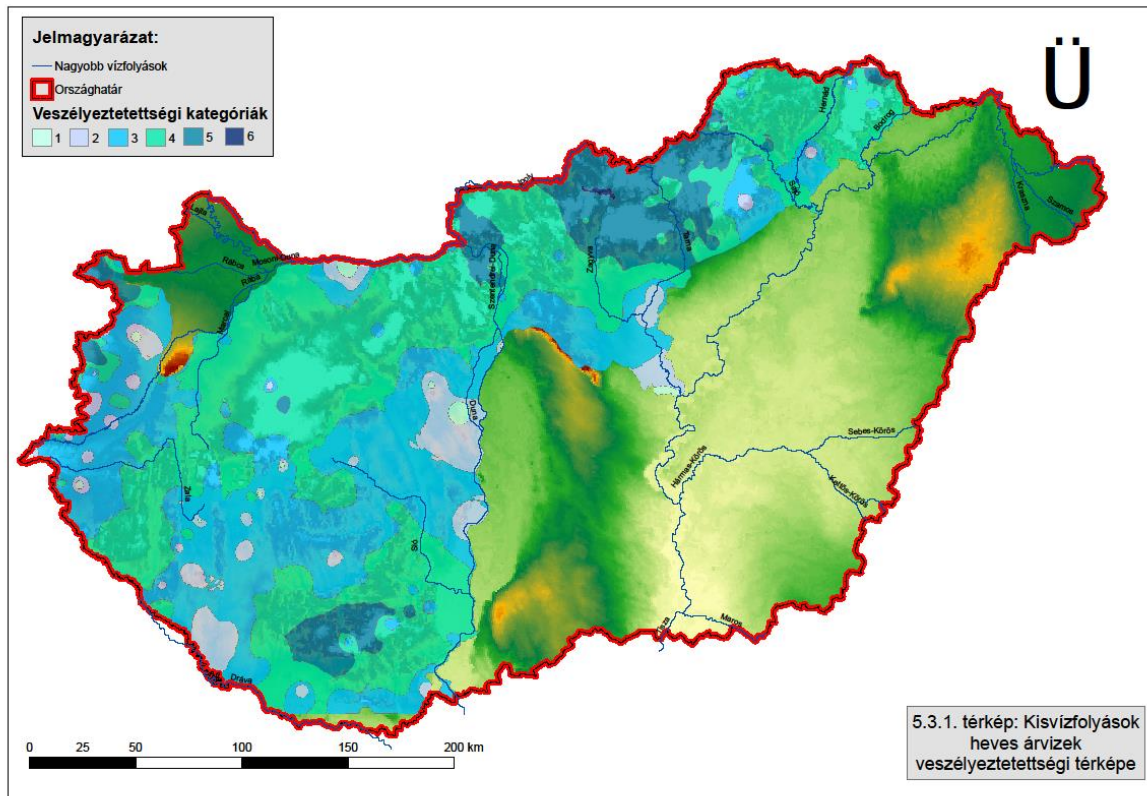
²⁰ <https://docplayer.hu/1722008-Villamarviz-kialakulasa-es-modellezhetosege-magyarorszagon-a-2010-evi-heves-esozesek-hatasai-a-del-dunantulon.html>

²¹ A veszélyeztetettségi tényező meghatározása a következőképpen történt:

„A vizsgált környezeti paraméterek három nagy csoportba sorolhatók: 1. a domborzat, valamint a domborzatból levezethető paraméterek; 2. a felszínborítottság/földhasználat; 3. a vízrendszer paraméterei. A domborzat tulajdonságai közül a veszélyeztetettség szempontjából három tulajdonságot választottunk ki: a lejtő átlagos meredekségét a vízgyűjtőn; a lejtőtartományt (a vízgyűjtő legmeredekebb és leglankásabb lejtőjének különbségét), valamint a völgyűrsűrűséget. A felszínborítottság/földhasználat szempontjából négy, a felszíni lefolyását, a beszivárgást és az intercepciót befolyásoló paramétert vizsgáltunk: a lefolyást (az összegyülekezést) elősegítő kopár felszínnek arányát a vízgyűjtőn, az erdők elhelyezkedését, a talaj fizikai féleségét és vastagságát, valamint a felszínközeli kőzetek közül a karbonátos típusok megjelenését” (<https://docplayer.hu/1722008-Villamarviz-kialakulasa-es-modellezhetosege-magyarorszagon-a-2010-evi-heves-esozesek-hatasai-a-del-dunantulon.html>).

ahol T_i az egyes veszélyeztetettségi fokozatoknak megfelelő területek nagysága ($i = 1, 2 \dots 6$), élőhelytípusonként (erdő, gyep, szántó, vizes élőhely). Itt tehát valójában az átlagos, területnagysággal súlyozott veszélyeztetettséget számítjuk ki és alkalmazzuk egy adott vízgyűjtőre vonatkozóan.

32. ábra Kisvízfolyások heves árvizekkel kapcsolatos veszélyeztetettségi térképe



Forrás: http://www.kotivizig.hu/doksik/akk/mellekletek/5_melleklet/5_3_1_terkep.pdf (letöltés dátuma: 2019. november 27.)

A modell előnyei

- A modell adatigénye ugyan nagyobb, mint az *A modellé*, mivel itt élőhelytípusonként szükség van az egyes felszínek veszélyeztetettségi tényezőjének ismeretére, ez azonban elvileg rendelkezésre áll a megfelelő szervezeteknél, így elvi felhasználása lehetséges. Ugyanakkor a káralapú megközelítésnél lényegesen egyszerűbb, mivel nincs szükség a kárfüggvények és a fajlagos kárértékek ismeretére, és előtési modellezést sem igényel.
- Valamivel pontosabb információt ad az ökoszisztémák árvíz-csökkentő képességének értékéről, mivel magának az ŐSz-nek az igényével is foglalkozik (minél nagyobb a veszélyeztetettségi tényező, annál nagyobb az igény az árvízi kockázat csökkentésére).

A modell hátrányai

- Magasabb az adatigénye, ráadásul a térképeken szereplő információk nem elegendők a közgazdasági becslésekhez, mivel a veszélyeztetettségi tényezők térképei mellett azok háttéradataira is szükség van.
- Az előnyöknél említettük, hogy ez a modell az egyes élőhelyek értékében bizonyos mértékben érvényre juttatja egy adott felszínborítás árvíz csökkentésében betöltött szerepét is. Ugyanakkor az, hogy például egy erdős terület maga egy árvízi szempontból nagyobb veszélyeztetettséggel rendelkező területen van, nem feltétlenül jelenti egyben azt is, hogy az ott megkötött víz nagyobb mértékben enyhítheti az árvíz bekövetkezését, ugyanis, ha egy terület ugyan messze vagy messzebb van magától a veszélyeztetett területtől, de nagy vízmegkötő képességgel rendelkezik, akkor annak szolgáltatása magasabb értéket képviselhet, amit az egyszerűbb számítási modell egyáltalán nem vesz figyelembe, de a bonyolultabb súlyozótényezős modell sem feltétlenül. Ennek oka, hogy az a terület kap majd magasabb értéket, amely a veszélyeztetett területen helyezkedik el, holott elképzelhető, hogy egy távolabb lévő, pl. erdő vízmegtartása sokkal komolyabb szerepet játszik a kockázat csökkentésében, ott viszont maga a veszélyeztetettségi tényező alacsony, vagyis annak pénzbeli értéke is alacsonyabb lesz. Nagy kérdés tehát, hogy ennek a bonyolultabb súlyozószámításnak az alkalmazása hoz-e a többletmunkának megfelelő pontosabb eredményt az *A* és az egyszerű *B* modellhez képest.
- Ez a hátrány úgy csökkenthető, ha a veszélyeztetettségi tényezőkkel súlyozott pénzbeli értékeket részvízgyűjtőkre összegezzük, és ebből számolunk egy hektárra vetített fajlagos értékeket, amelyeket összehasonlíthatunk egymással, ha több térségre is hasonló számítások készülnek.

Az árvízi kockázat csökkentése ökoszisztéma-szolgáltatás értékének kiszámítása a helyettesítési költségek alapján, a Zala vízgyűjtőterületére (dombvidéki ÖSz)

A legegyszerűbb (A) modellel végzett konkrét számítások

A helyettesítési költségek alkalmazásával a dombvidéki területekre tudunk az elérhető adatok segítségével becsléseket végezni az ökoszisztéma-szolgáltatások közgazdasági értékére vonatkozóan. Mintaterületünk a Zala vízgyűjtő-területe. A következőkben az A-modell eredményeit mutatjuk be, végigvezetve annak összes megfontolását és eredményét.

Az egyes ÖSz-ek vízmegtartó képességét Kozma Zsolt bocsátotta a rendelkezésünkre, aki szakértőként dolgozik a Hidrológiai SZMCs-ben, a vizsgált élőhelyek besorolásával együtt. Az alapadatokat a 57. táblázat tartalmazza.

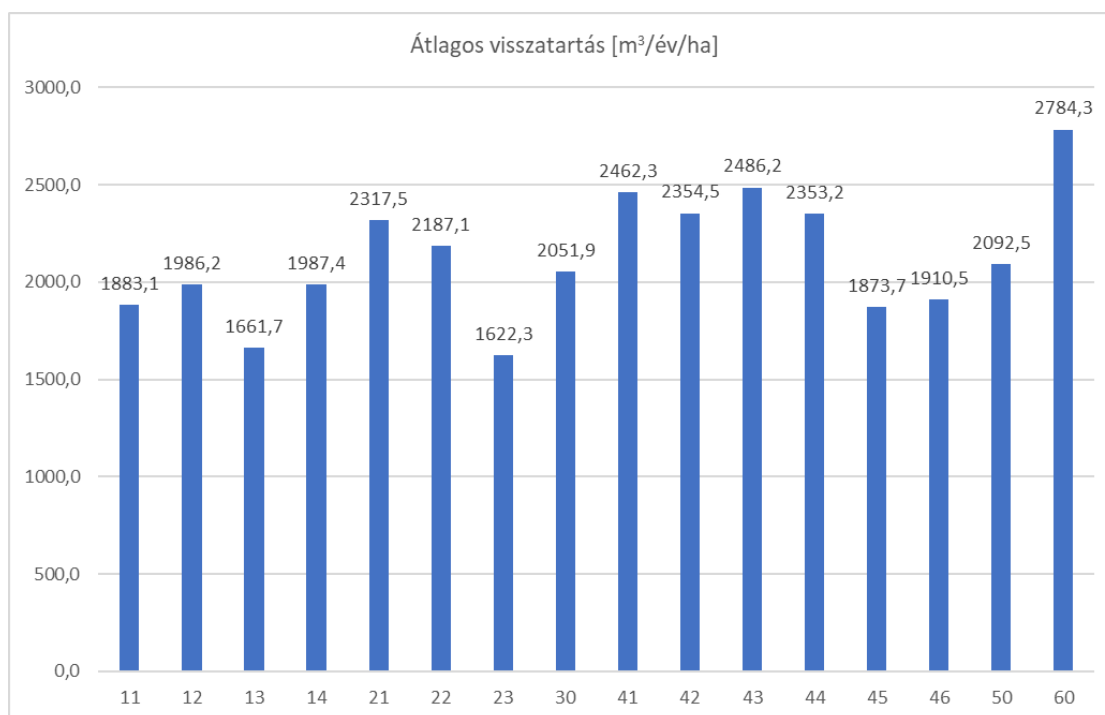
Az eredeti tervek szerint négy élőhellyel kapcsolatban kívántuk az általuk nyújtott szolgáltatások értékét becsülni, az erdők, a gyepek, a vizes élőhelyek és az agrárterületek (szántóföldek) tekintetében. A 33. ábra a 3. szintig mutatja egymáshoz viszonyítva a fajlagos vízvisszatartási képességet, míg a 34. ábra már a magasabb szintű kategóriák szerint, a négy kiválasztott élőhelyre vonatkozóan, átlagos értékeken. A táblázatból és az ábrákból látható, hogy a legnagyobb vízmegtartó képességgel az erdők rendelkeznek (átlagosan 2.240 m³/év/ha), ezen belül az egyéb vízhatás alatt álló (TVHA) erdők, valamint a többletvízhatástól független (TVFLN) erdők kötnek meg magasabb mennyiségű vizet. Második helyen a vizes

élőhelyek találhatóak, amelyek átlagosan évente 2.092,5 m³ vizet képesek visszatartani, de a gyeppel és egyéb lágyszárú növényekkel borított területek és az agrárterületek sem maradnak le számottevően a vizes élőhelyektől ebből a szempontból.

57. táblázat A Zala vízgyűjtőjének ökoszisztéma-kategóriái és átlagos vízvisszatartásuk

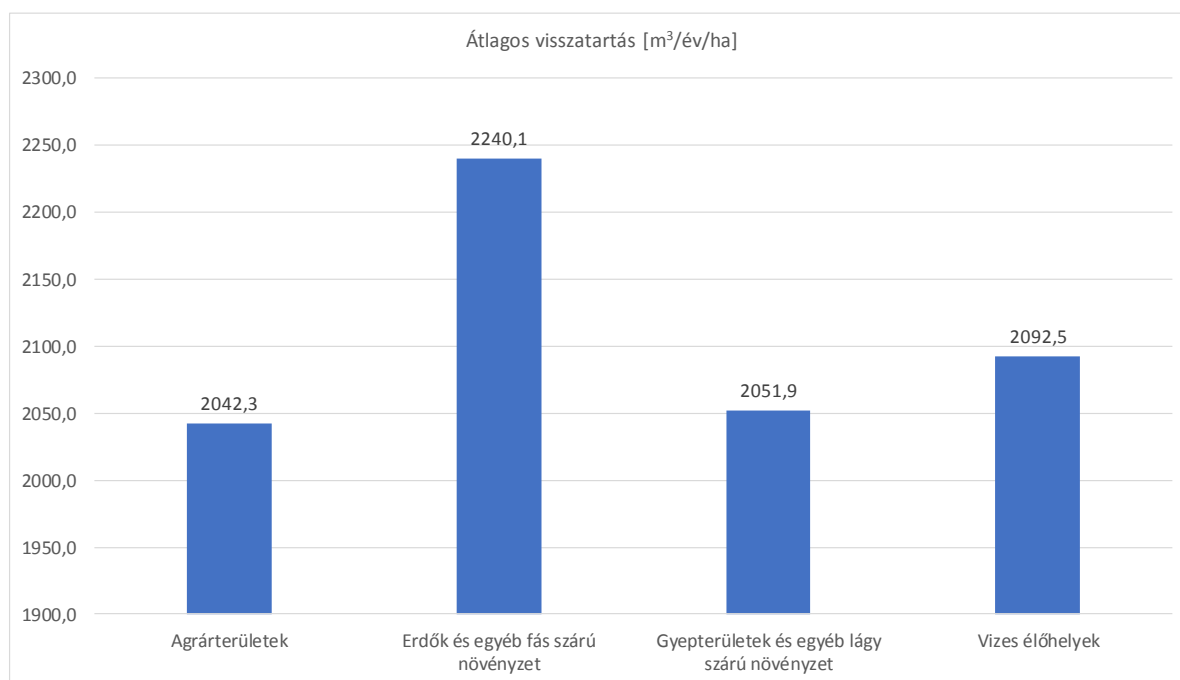
Összevont Nösztep kategória	Ökoszisztéma alaptérkép nomenklátúra (2. szint (~ EUNIS 2), illetve 3. szint)	2. szint (~ EUNIS 2)	Terület	Átlagos visszatartás
			[ha]	[mm/év/ha]
11	Épületek	Mesterséges felszínek (Urban)	1715	188,3
12	Utak és vasutak		2838	198,6
13	Egyéb burkolt vagy burkolatlan mesterséges felületek		317	166,2
14	Zöldfelületek mesterséges környezetben		11900	198,7
21	Szántóföldek	Agrárterületek (Croplands)	49793	231,8
22	Állandó kultúrák		1950	218,7
23	Komplex területek		4260	162,2
30	Gyepterületek és egyéb lágyszárú növényzet (Grasslands and other herbaceous vegetation)		8826	205,2
41	Többletvízhatástól független (TVFLN) erdők	Erdők és egyéb fás szárú növényzet (Forests and woodlands)	21718	246,2
42	Természeteszerűbb galériaerdők		5	235,5
43	Egyéb vízhatás alatt álló (TVHA) erdők		2693	248,6
44	Idegenhonos fajok dominálta erdők, faültetvények		19258	235,3
45	Erdőként nyilvántartott faállomány nélküli, vagy felújítás alatt álló területek		2256	187,4
46	Máshová nem besorolható fás szárú növényzet		14853	191,1
50	Vizes élőhelyek (Wetlands)		4045	209,3
60	Felszíni vizek (Rivers and lakes)		608	278,4

33. ábra Az egyes ökoszisztéma-kategóriák átlagos fajlagos vízvisszatartó képessége



Megjegyzés: a vízszintes tengely adatainak jelentését lásd a 57. táblázatban.

34. ábra A 2. szintű ökoszisztéma-kategóriák átlagos fajlagos vízvisszatartó képessége



A 58. táblázatból már a különböző felszínborítású területek évente nyújtott szolgáltatásának pénzbeli értéke is kiolvasható. Minden egyes köbméternyi megkötött víz értékét 111 HUF „árral” vettük számításba, a korábban bemutatott kalkulációknak megfelelően. Ennek következtében a fajlagos közgazdasági értékük sorrendje a vízvisszatartó képességükhöz hasonlóan alakul.

A felszínborításban azonban az egyes élőhelyek eltérő mértékben vesznek részt. Az erdővel borított felszín található meg a legnagyobb értékkel, összesen 60.783 hektárral, a szántók valamivel kisebb, 56.002 hektárt fednek, míg a gyepek jóval ritkábbak (8.826 ha), a vizes élőhelyek pedig még náluk is kisebb felületen jellemzőek (4.045 ha). Ha a vízgyűjtő-területen az általuk nyújtott összes szolgáltatás értékét vesszük, a 35. ábra szerinti eredményeket kapjuk.

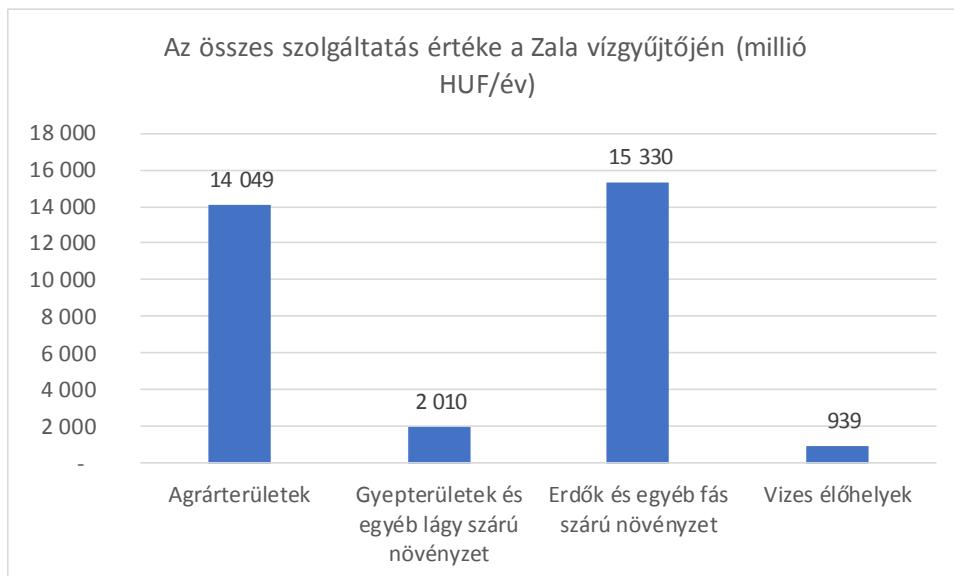
Össességében megállapítható, hogy a Zala vízgyűjtő területén az erdők évente 15,33 milliárd Ft-nyi hasznot szolgáltatnak a víz visszatartásával, az agrárterületek 14,05 milliárdnyit, míg a gyepterületek csak 2 milliárd körül. A vizes élőhelyek éves pénzbeli szolgáltatása összességében nem éri el az 1 milliárd Ft-ot.

A jobb átláthatóság érdekében egy kördiagrammon is ábrázoltuk a Zala vízgyűjtőn a vízvisszatartás ökoszisztéma-szolgáltatás megoszlását a főbb élőhely-típusok szerint (36. ábra), amelyből kiderül, hogy az erdők a szolgáltatás összértékéhez 47%-kal járulnak hozzá, az agrárterületek 44%-kal, míg a gyepek 4, a vizes élőhelyek 3%-át adják a szolgáltatás értékének. Továbbra is hangsúlyozzuk, hogy a víz visszatartásának Forintban kifejezett egységértéke azonos, bármelyik megtartott egységről, és bármelyik élőhelytípustól is származik az, ezért ezt az arányt a különböző besorolású területek vízvisszatartásának különbségei, illetve az azok által fedett területek nagysága határozza meg.

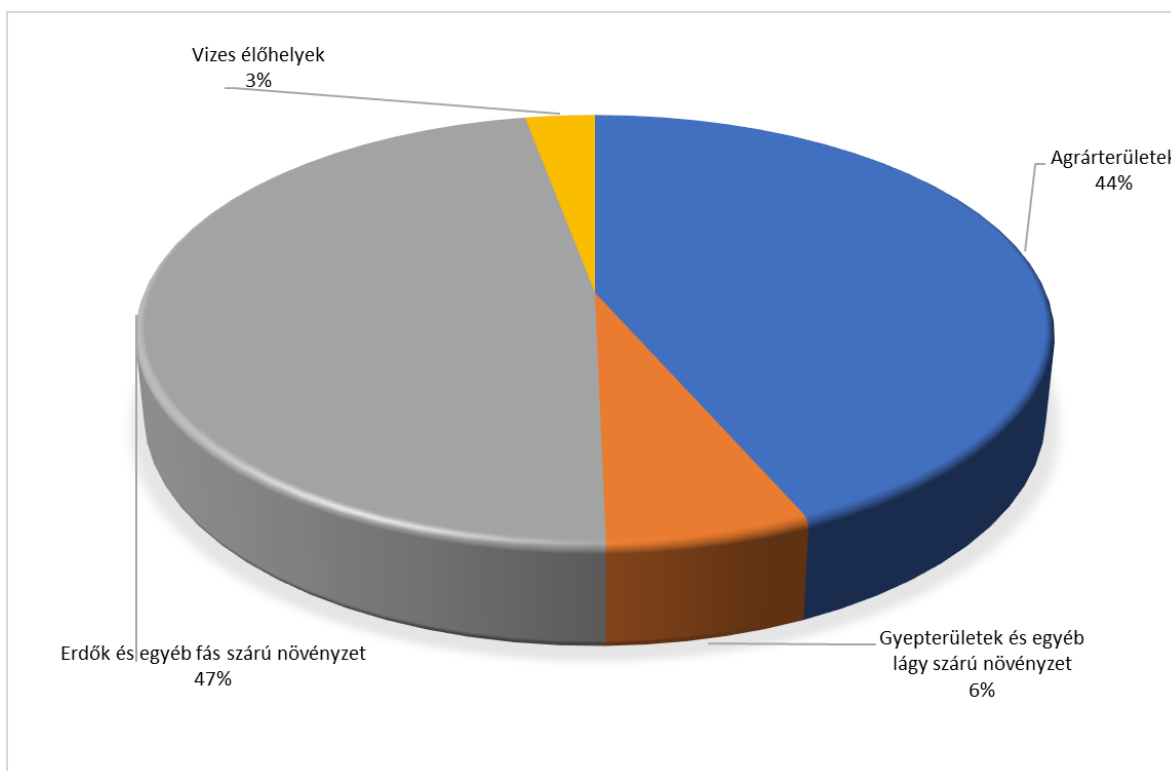
58. táblázat A Zala vízgyűjtőjén elhelyezkedő ökoszisztémák vízmegtartó képességének pénzübeli értéke

Ökoszisztéma alaptérkép nomenklatúra (2. szint (~ EUNIS 2), illetve 3. szint)	Terület	Átlagos visszatartás	Átlagos visszatartás	Egységnyi terület értéke	Zala-vízgyűjtőn nyújtott összes szolgáltatás értéke
	[ha]	[mm/év/ha]	[m ³ /év/ha]	[HUF/év/ha]	[HUF/év]
Épületek	1715	188,3	1883,1	209 028	358 549 336
Utak és vasutak	2838	198,6	1986,2	220 464	625 775 088
Egyéb burkolt vagy burkolatlan mesterséges felületek	317	166,2	1661,7	184 453	58 449 379
Zöldfelületek mesterséges környezetben	11900	198,7	1987,4	220 598	2 625 118 133
Szántóföldek	49793	231,8	2317,5	257 244	12 808 942 811
Állandó kultúrák	1950	218,7	2187,1	242 763	473 329 225
Komplex területek	4260	162,2	1622,3	180 071	767 051 697
Gyepterületek és egyéb lágyszárú növényzet (Grasslands and other herbaceous vegetation)	8826	205,2	2051,9	227 756	2 010 204 617
Többletvízhatástól független (TVFLN) erdők	21718	246,2	2462,3	273 320	5 936 100 494
Természetszerűbb galériaerdők	5	235,5	2354,5	261 355	1 400 863
Egyéb vízhatás alatt álló (TVHA) erdők	2693	248,6	2486,2	275 968	743 103 290
Idegenhonos fajok dominálta erdők, faültetvények	19258	235,3	2353,2	261 202	5 030 137 230
Erdőként nyilvántartott faállomány nélküli, vagy felújítás alatt álló területek	2256	187,4	1873,7	207 980	469 178 421
Máshová nem besorolható fás szárú növényzet	14853	191,1	1910,5	212 067	3 149 791 189
Vizes élőhelyek (Wetlands)	4045	209,3	2092,5	232 268	939 420 343
Felszíni vizek (Rivers and lakes)	608	278,4	2784,3	309 052	187 817 063
Mindösszesen					36 184 369 179

35. ábra A 2. szintű ökoszisztéma-kategóriák által nyújtott vízmegtartási szolgáltatás összértéke a Zala vízgyűjtőjére vonatkozóan



36. ábra A 2. szintű ökoszisztéma-kategóriák által nyújtott vízmegtartási szolgáltatások százalékos értéke a Zala vízgyűjtőjére vonatkozóan



A Zala vízgyűjtőjén lévő élőhelytípusok konvertálásakor nyújtott szolgáltatások közgazdasági értéke – alternatívaelemzés

Kíváncsiak voltunk arra, vajon egy hipotetikus élőhelyátalakítás hogyan hat a Zala vízgyűjtője által összességében szolgáltatott, vízvisszatartással kapcsolatos értékekre, ezért három különböző alternatívát elemeztünk, de már csak a 2. szintű kategóriákkal. Ugyanakkor az eredeti adatokból egy súlyozott vízmegtartási képességet számoltunk, amellyel azt feltételeztük, hogy ha például az erdők területét növeljük meg a szántók (pontosabban az agrárterületek) rovására, akkor az azon belüli arányok teljesen hasonlóak lesznek a 3. szinten a jelenlegihez (a súlyozott átlagokat és azok szolgáltatásának értékét lásd az 59. táblázatban).

59. táblázat A Zala vízgyűjtőjén elhelyezkedő ökoszisztémák vízmegtartó képességének súlyozott átlagos vízmegtartó képessége és pénzbeli értéke

	Terület (ha)	egy hektárra vetített átlagos visszatartás (2. szint) (m ³ /év/ha)	pénzbeli érték
Agrárterületek	56 002,5	2260,1	14 049 323 734
Gyepterületek és egyéb lágyszárú növényzet	8 826,1	2051,9	2 010 204 617
Erdők és egyéb faszárú növényzet	60 782,9	2272,1	15 329 711 486
Vizes élőhelyek	4 044,6	2092,5	939 420 343
Mindösszesen	129 656,1		32 328 660 179

Három esetet vizsgáltunk: (1) a vizes élőhelyen kívül minden más területet (a négy élőhely esetén) egy, a területre jellemző összetételű erdővé alakítjuk, (2) az agrárterületek 50%-át erdővé alakítjuk (az agrárterületen belül a jelenlegi, 3. szintű élőhelyarányokat megtartjuk), (3) a gyepeket erdővé alakítjuk. A 60. táblázat alapján látható, hogy a legnagyobb értéknövekményt akkor érjük el, ha a vizes élőhelyen kívül minden mást (agrárterületek és gyepek) erdővé alakítunk, ekkor évente 290,5 millió Ft-tal magasabb lesz a szolgáltatás értéke, százalékosan azonban ez egy igen kicsiny hányadot, mindössze 0,899%-ot jelent. Amennyiben az agrárterületek felét erdővé alakítanánk, a vízvisszatartás pénzbeli értéke évente kb. 37 milliós többletet nyújtana, és ez mindössze 0,1%-kal emeli az éves szolgáltatások értékét. A harmadik változatban a gyepeket alakítottuk erdővé, ekkor évente közel 216 millió Ft-nyi többlethasználattal számolhatunk, de százalékosan ez így is elég alacsony érték, mindössze 0,7%-nyi. Ezekből az elemzésekből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a Zala vízgyűjtőjén, ahol az egyes élőhely-típusok vízmegtartó képessége jelentősen nem különbözik egymástól, a legdrasztikusabb beavatkozással, az összes agrár- és gyepterület erdővé alakításával is alig tudjuk ennek az ökoszisztéma-szolgáltatásnak a teljes értékét növelni, ugyanakkor más ŐSz-eket pedig elveszíthetnénk, ha ez a hipotetikus változtatás megvalósulna, amelyeket azonban – jelen tanulmány keretei között – nem vettünk figyelembe. Összességében tehát az átalakításnak ebből a szempontból csak igen kis hozadéka lenne.

60. táblázat Három különböző hipotetikus helyzet szolgáltatásának értéke a Zala vízgyűjtőjén

Az egyes alternatívák legfőbb jellemzői, élőhelyei	A) A teljes területet erdő borítaná, átlagos víz visszatartó képességgel (kivéve a vizes élőhelyeket)	B) Az agrárterületek meghatározott részét (50%-át) alakítjuk erdővé	C) Gyepterületek erdővé alakítása
Agrárterületek	0	28 001	56 002
Gyepterületek és egyéb lágyszárú növényzet	0	8 826	0
Erdők és egyéb faszárú növényzet	125 611	88 784	69 609
Vizes élőhelyek	4 044	4 044	4 044
A vízmegtartás szolgáltatásának összértéke a vízgyűjtőn (Ft)	32 619 181 054	32 366 030 384	32 544 440 644
A jelenlegi helyzethez képesti értéknövekedés (Ft)	290 520 874,5	37 370 204,8	215 780 465
A jelenlegi helyzethez képesti értéknövekedés (%)	0,899	0,12	0,667

A veszélyeztetettség tényezőt is figyelembe vevő (B) modellel történő számítások lehetőségei

A Szerzők nem rendelkeznek térképezési ismeretekkel, és a veszélyeztetettség tényezők cellánként, élőhelytípusokként történő adatainak kialakítása további feladatokat jelentene a NÖSZTÉP-ben közreműködő szakértőktől, amelynek sem időbeli, sem anyagi feltételei nem biztosítottak. A projekt továbbvitele, a későbbi lehetőségek során érdemes ezt a modellt is tesztelni, ebben a tanulmányban azonban ez nem történik meg.

Az árvízi kockázat csökkentése ökoszisztéma-szolgáltatás értékének kiszámítása a helyettesítési költségek alapján a síkvidéki ŐSz esetére

Elvi síkon a helyettesítési költség módszert a síkvidéki vízmegtartás esetére is alkalmazhatnánk, abban az esetben, ha maga a táj szerepet játszana a víz visszatartásában, árvízvédelmi aspektusból. A Hidrológiai SzMCs 3. jelentése az alábbiak szerint fogalmaz:

„Míg a 100 éves gyakoriságú (1%-os) árvíz egy közepes előfordulási valószínűségű eseménynek tekinthető, melyet az árvízi létesítmények tervezésénél Magyarországon figyelembe kell venni (jogsabály, „mértékadó árvízszint”), addig az 1000 éves, alacsony valószínűségű árvizek bemutatása lehetőséget ad arra, hogy a klímaváltozás potenciális hatásait is számításba vegyük (ÁKK 2014). Amennyiben kiszámítjuk az adott valószínűséghez tartozó mélységek alapján (vagy a térképen szereplő vízmélységek, vagy domborzatmodell alapján) az ártér víztározó kapacitását (köbméterben), meg tudjuk adni, hogy egy alternatív vízgazdálkodás esetén egy potenciális ártér mennyi vizet tudna magába foglalni. Míg az ÁKK az elöntéseket kifejezetten ritka árvízi eseményekre számítja, addig ezek a területek a mi értelmezésünkben rendszeresen teret nyújthatnának a gyakoribb áradásoknak is, nem gátszakadás által, hanem a víznek természetes útját engedvén. Itt a potenciális ártér és a potenciális szolgáltatás nem összekeverendő: az előbbi elképzelt, alternatív lehetőségeket mutat fel és értékel, melyeket a jövőképtervezés során figyelembe lehet venni, de semmiképp sem a jelenlegi, tényleges helyzetet” (Vári et al., 2019b, p. 22.).

A síkvidéken azonban a táj – a töltésezett szakaszok jelentős mértéke miatt – jelen állapotban nem tud a vízmegtartásban jelentős szerepet játszani (kivéve a vésztározók, meghatározott

szabályok szerint; vannak kivételek is, lásd a gemenci hullámteret). Az SzMCs-üléseken felmerült, hogy például a Tisza mentén vannak olyan mélyártéri területek, amelyek természetes (vagy természetközeli), felszíni tározóként is használhatók lennének. Ebben az esetben az ott potenciálisan tárolható víz mennyisége alapján ugyanúgy számíthatnánk ki a helyettesítési költségekkel képzett árral az ökoszisztémák nyújtotta szolgáltatások pénzbeli értékét, mint azt tettük a dombvidék esetén. Ezekre a mélyárterekre azonban csak korlátozottan rendelkezünk további információkkal, ezért az azokra vonatkozó számításokat a 4. mellékletben tekintjük át, összevontan. Két példán keresztül azonban bemutatjuk a szolgáltatás pénzbeli értékének becslését: a Nagykőrüi Vésztározó természetközeli változatára (hipotetikus eset), valamint a gemenci térségre vonatkozóan.

Balogh (2009) munkájában a *nagykőrüi térségre* vonatkozóan vannak adatok, amelyekre egy hipotetikus számítást végzünk. Ez annyiban különbözik a dombvidékitől, hogy itt a felszínen történő vízmegtartás mennyiségét vesszük alapul, és nem a növényzetben és a talajban visszafogottat. Kétféle vésztározó-lehetőséget mutatott be Balogh (2009), amelyek közül a kisebb víz tárolására alkalmasat elemezzük, amely egy sokkal természetesebb megoldást jelentett volna, és az öblözet természetes határáig húzódott volna. Ez a b1) jelzésű változat. A tározó térfogata 27,4 millió m³, vízfelülete 25,7 km².²² Ha ezeket az adatokat úgy tekintjük, mint egy mélyártéri természetes víztározás, annak pénzbeli értéke a következő:

$$\dot{E}_i = V_i \times P,$$

ahol \dot{E}_i a nagykőrüi hipotetikus „mélyártér” vízmegtartásának pénzben kifejezett teljes értéke, vagyis a mélyártér által nyújtott összes szolgáltatás értéke, V_i az adott terület által visszatartott víz össz mennyisége, P a fajlagos, egy m³ víz visszatartására vonatkozó ár.

$\dot{E}_i = 27,4 \text{ millió m}^3 * 111 \text{ HUF/m}^3 = 3\,041,4 \text{ millió HUF}$, azaz 3,041 milliárd HUF.

Az adatokból megtudható a beborított felszín nagysága is, amely 25,7 km² (2 570 hektár). Ennek alapján az egy hektár által nyújtott hipotetikus ÖSz-t is kalkulálhatjuk, amely 1,18 millió HUF/hektár.

A síkvidéki terület árvízcsökkentési szolgáltatásának ezen mintaszámítása nem veszi figyelembe azt, hogy a feltételezett mélyártéri területen milyen élőhelyek találhatóak (erdő, gyepek, szántó)²³, ezt a mélységi vizsgálatot tehát nem tudjuk elvégezni, ráadásul itt egy folyamatos vízborítás alakulna ki, amely az eredeti tájhasználat átalakulását is jelenthetné.

A Hidrológiai SzMCs 3. jelentésében a *Gemencnél* található, Duna-menti, 30 km hosszúságú és 4-5 km széles hullámteret mutatják be, mint jó kezelési gyakorlatot. Itt 18.000 hektár

²² Egy 2004-es hivatalos kiadvány is tartalmazza a felhasznált adatokat, mely megtalálható a <https://web.archive.org/web/20050518121139/http://www.vizugy.hu/vtt/nagykorui.pdf> linken.

²³ Jász-Nagykun-Szolnok megyére a földhasználat jellemzői az alábbiak: „A földhasználat sajátossága a mezőgazdasági területeken belül a szántóterületek országos átlagot jóval meghaladó, 87%-os aránya. A gyepterületek 12%-os hányada alacsonyabb az országosnál, a mezőgazdasági terület fennmaradó részét képező konyhakert, szőlő- és gyümölcsültetvények aránya pedig együttesen alig haladja meg a mezőgazdasági terület 1%-át. A megye földterületének 5,5%-át borítja erdő, ami az egyik legalacsonyabb erdősültség a megyék között, a művelés alól kivett területek 29%-os aránya ugyanakkor itt a legmagasabb” (Kólyáné Sziráki Ágnes: Jász-Nagykun-Szolnok megye - Aranyló búzatáblák az ország szívében, AgroNapló, 2015. 05. 06., p. 22-23., <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2015/05/gazdasag/jasz-nagykun-szolnok-megye-aranylo-buzatablak-az-orszag-sziveben>).

területen összességében kb. 400 millió m³ víz tárolódhat, abból adóan, hogy a „a hullámtéren található nyári gáton kívüli területek is elöntésre kerülhetnek” (Vári et al., 2019b, p. 23.). Ez a terület azért is számít ennek az ŐSz-nek az értékelésénél különlegesnek, mert azon kevesek közé tartozik, ahol a hullámtérben ilyen jelentős vízvisszatartás valósulhat meg, ezzel komoly árvízcsökkentő hatást kifejtve. A fenti számításokat erre a területre is elvégezzük.

$$\dot{E}_i = 400 \text{ millió m}^3 * 111 \text{ HUF/m}^3 = 44\,400 \text{ millió HUF, azaz } 44,4 \text{ milliárd HUF.}$$

A 18 ezer hektáros kiterjedést alapul véve, az egy hektárra jutó szolgáltatás pénzbeli értéke 2,47 millió HUF évente.

Jól látható, hogy a nagyörüi és a gemenci eredmények hasonló, milliós Ft-értékű fajlagos eredményekre vezetnek, ugyanakkor a gemenci fajlagos érték nagyjából kétszer akkora, mint a nagyörüi. Ez abból adódik, hogy a vízmélység, és így az egységnyi terület által tárolt víz mennyisége határozza meg a szolgáltatás értékét.

Az árvízi kockázat csökkentése ökoszisztéma-szolgáltatás értékének modellje az elkerült károk, költségek alapján - Kármegelőzés alapú modell és számítás a Zala vízgyűjtőjére

A módszerrel összefüggő általános megállapítások

A szakirodalomban az egyik leggyakoribb megoldás az árvízi kockázat csökkentése ökoszisztéma-szolgáltatás közgazdasági értékelésére a különböző alternatív megoldások hasznossági (vagy kár-)különbségeinek vizsgálata. Egy ilyen elemzés azt kívánja, hogy legalább két alternatív megoldási lehetőségünk legyen, az egyik a jelenlegi, valamint a másik egy tervezett vagy hipotetikus elképzelt. Minden vizsgálni kívánt alternatívára megfelelő adatokkal kell rendelkezünk.

Jelen rész a dombvidéki vízgyűjtők árvíz-kockázatcsökkentő hatásaként azonosított ökoszisztéma-szolgáltatás gazdasági nézőpontjával foglalkozik. A vizsgálat kapcsolódik a Hidrológiai Szakértői Munkacsoport eredményeihez, továbbá felhasználja az országos árvíz-kockázati tervezés és vízgyűjtő-gazdálkodási tervezés eddig publikált eredményeit, valamint további rendelkezésre álló adatokat, információkat, amelyeket a felhasználás helyén azonosítunk. A vizsgálat elsődleges célja országos léptékben meghatározni, hogy a dombvidéki területek felszínborítása, gazdasági értékben kifejezve milyen mértékben járul hozzá a káros árvizek kialakulásának megelőzéséhez. Az itt bemutatott eljárás során a felszínborításnak és a lefolyási viszonyoknak az árvizek káros következményei csökkentésének vizsgálatához *a károk értékelésén és az elkerült károk becslésén* keresztül jutunk el.

Tekintve, hogy országos léptékű vizsgálatról van szó, a számítások során olyan módszertant alkalmaztunk, amely a tervezési szintnek megfelelő közelítéseket, becsléseket, feltételezéseket tartalmaz. Az ökoszisztéma-szolgáltatáshoz kapcsolódó indikátorok, az élőhelyenként megkötött, visszatartott víz mennyisége és a fajlagos kárértékben bekövetkező változás mértéke egyaránt olyan mutatók, amelyek jellemzően modellezési vizsgálatok eredményeképpen állíthatóak elő. Ez némileg ellentmondásban van a célkitűzéssel, hogy az ŐSz-t az országos térképi fedvényre határozzuk meg. Az ellentmondás nehezen oldható fel, hiszen vagy országos szintű modellezési vizsgálatokat kell előírni, aminek

költség- és időigénye jelentős, vagy olyan közelítő eljárás kidolgozására van szükség, amely ugyan feltételezésekkel él, mégis nagyságrendi eredményeket ad országosan. Jelen esetben ez utóbbival foglalkozunk, azonban az itt bemutatott eljárás is igényelne kalibrációt és validációt azonos célú modellezési vizsgálatok ismeretében. Ennek hiányában a számítások egy kísérleti fázis eredményeinek tekinthetők.

Az eljárást, lényegét tekintve, eredetileg két részre szeretnénk volna osztani, ahol a vizsgálat egyik fele az árvizek által a múltban okozott károk értékelését, a másik a potenciális károk meghatározását jelentette volna.

Szükségesnek tartottuk a dombvidéki kisvízfolyásokon bekövetkezett árvízi elöntések és az ezekkel kapcsolatos károk számbavételét és vizsgálatát. A kisvízfolyásokon bekövetkező károk mértékét ugyan bemutatja az Árvízi Irányelv alapján készült Előzetes Kockázatbecslés Országjelentése, azonban ezeket az információkat csak országos léptékben tekinti át, amelyet esetünkben vízfolyás és vízgyűjtő szinten lenne szükséges elvégezni. A múltban bekövetkezett elöntési események tapasztalatainak kiértékeléséhez megkerestük a Vízügyi Igazgatóságot és adatkérelemmel fordultunk feléjük, azonban adatot nem kaptunk, így ezt az értékelést nem tudtuk elvégezni.

A bekövetkezett eseményeken felül szükséges vizsgálni a jövőben előforduló lehetséges károkat, amely károk nem feltétlenül követik a tapasztalati eseményeket, előfordulásuk és mértékük jelentősen függ az időben változó antropogén hatásoktól, a csapadékesemények bekövetkezésétől és mértékétől, ide sorolva a klímaváltozás révén bekövetkező szélsőséges időjárási körülményeket. Az Előzetes Kockázatbecslés Országjelentése erre vonatkozóan a Pirkhoffer-Czigány-Geresdi-féle előzetes kockázatbecslési térképet használja, amely jól illeszkedik az általunk is alkalmazott lefolyási tényező számításához és vizsgálatához. A potenciális károk meghatározásához azonban arra van szükség, hogy a bekövetkezés valószínűségén felül az elöntési területeket is ismerjük, hiszen egészen addig a károk becslése sem lesz lehetséges. A módszertanban erre is kitérünk.

A potenciális károkat a jelenlegi felszínborítási, vízfolyás szabályozási és árvízvédelmi rendszerhez illeszkedően lehet meghatározni. Az ökoszisztéma-szolgáltatás meghatározásához alkalmazott kaszkád rendszerben ez az ökoszisztéma állapotával és a tényleges ökoszisztéma szolgáltatásra vonatkozik. Ezt tovább lehet vezetni a potenciális ökoszisztéma szolgáltatásra (például a felszínborítás megváltoztatásával), és ebből következtethetünk az emberi jólétre gyakorolt hatásokra. Azt azonban nem tudjuk vizsgálni, hogy a meglévő, jelenlegi felszínborítás hiányában mekkora többletkár jelentkezne a vízgyűjtőn. Ennek egyik oka, hogy ehhez ilyen irányú lefolyásmodellezésekre lenne szükség, amelyek nem állnak rendelkezésünkre, másik oka pedig, hogy ez egy olyan fiktív eset, amely, ha ténylegesen létezne, akkor az ember a mesterséges környezetét és az érzékeny területhasználatokat nem ott hozta volna létre, ahol jelenleg vannak. Ezért ezt az esetet nem tartjuk helyesnek vizsgálni.

Ezzel szemben a figyelmet a jövőbeli változásokra érdemes fordítani. Ismerve a jelenlegi felszínborítást, a természetes területek ökológiai állapotát és a vízgyűjtőn előforduló várható károkat, a lefolyási viszonyokat, ezen információkat jelen állapotnak (nulladik változatnak) tekintve vizsgálhatjuk, hogy a vízgyűjtőn bekövetkező jövőbeli változások hogyan módosítják az elöntési vízkárokat. Kedvező vagy kedvezőtlen irányban, milyen mértékben, milyen

beavatkozások hatása jelentős, az időjárásváltozási folyamatok hogyan hatnak, és hasonló kérdésekre kaphatunk választ.

Továbbá a becsült potenciális károkat transzponálhatjuk azokra a felszínborításokra, területhasználatokra, amelyek jelentősen hozzájárulnak a lefolyásnövekedéshez. A transzponálással megállapíthatjuk, hogy a lefolyási viszonyok megváltoztatásával elért kárscökkenéssel elért hasznok mekkora forráshoz juttatnak. Vagyis mekkora összeget fordítsunk a vízgyűjtő megváltoztatására, amely összeg az elkerült károk révén megtérül. Jelen fejezet ennek a módszertani vizsgálatával és mintaterületi kipróbálásával foglalkozik.

A következőkben összefoglaljuk a módszertant és a rendelkezésre álló információkból minta vizsgálatokat készítünk a Zala vízgyűjtőre.

A módszertan lépéseinek, feltételezéseinek leírása

A dombvidéki vízgyűjtők árvíz kockázatcsökkentő hatásának vizsgálatára megfogalmazott módszertan a következő fő lépésekből áll:

- A potenciálisan veszélyeztetett kisvízfolyások meghatározása.
- A dombvidéki vízgyűjtők felszínborításának meghatározása és vizsgálata a lefolyás, illetve vízvisszatartás szempontjából.
- A lefolyási tényező vizsgálata a vízgyűjtőn.
- A potenciális károk meghatározása.
- A károk és a vízgyűjtő kapcsolatának leírása.

Az egyes lépések rövid leírásánál kiemeljük azokat a hiányokat és feltételezéseket, amelyeket a mintaszámítások során alkalmaznunk kellett.

1. A potenciálisan veszélyeztetett kisvízfolyások meghatározása

Az első lépés a vizsgálati terület lehatárolása, amely azon vízfolyások leválogatását jelenti, amelyek esetében fennáll, hogy elöntési események fordulhatnak elő. Ehhez az Előzetes Kockázatbecslés által is alkalmazott Pirkhoffer-Czigány-Geresdi-féle dombvidéki vízfolyások veszélyeztetettségi térképet alkalmazhatjuk, amely az ország hegy- és dombvidéki területeit dolgozta fel az árvizek keletkezésének esélyét bemutató az esésviszonyok, fedettség, talajtani viszonyok és egyéb passzív tényezők felhasználásával. A térképezés során hat veszélyeztetettségi kategóriát különböztetnek meg, amelyből javasoljuk a 4-5-6 kategóriákat figyelembe venni, és lehatárolni az e területekhez tartozó hegy- és dombvidéki kisvízfolyásokat.

A lehatárolás során figyelembe kell venni a meglévő árvízvédelmi rendszert, kiemelve a záportározást és a töltésépítéseket. A számítási módszert azokra a vízfolyásokra alkalmazzuk, amelyekeken nincs kiépült tározókapacitás és árvízvédelmi töltés. Elemzéseink során elhanyagoljuk az alulméretezett kapacitásokat. A két szempont figyelembevételével lehatároljuk a vizsgált kisvízfolyások körét.

2. Dombvidéki vízgyűjtők felszínborításának meghatározása és vizsgálata a lefolyás, illetve vízvisszatartás szempontjából

A vizsgált kisvízfolyásokra vonatkozóan meg kell határozni a vízgyűjtő területeket, amihez célszerű a vízgyűjtő-gazdálkodási tervezés közvetlen vízgyűjtő lehatárolását felhasználni.

A felszínborításhoz rendelkezésre áll a Nösztép alaptérkép, amely az állapotjellemzéssel együtt információt ad a vízgyűjtő növényborításáról és területhasználati elemekről. Az alaptérképet ki kell egészíteni a becsült lefolyás-mérséklő és becsült erózió-ellenes hatással, amelyeket Hidrológiai SzMCs meghatározott e munka keretében. Lehatároljuk a vizsgált vízgyűjtőkön azokat a területeket, amelyek kis-közepes-jelentős mértékben hozzájárulnak a lefolyáshoz. A vizsgálat célja nem az optimális felszínborítás meghatározása, hanem azon területek meghatározása, amelyek hozzájárulhatnak a vízvisszatartáshoz és ezáltal a potenciális károk csökkentéséhez.

A lefolyás a felszínborításon kívül függ a lejtőviszonyoktól és a talajadottságoktól, ezért közvetlenül a felszínborítás kedvezőtlen szerkezete nem okolható, mint helyi vízkárokat kiváltó ok.

3. A lefolyási tényező vizsgálata a vízgyűjtőn

A felszínborítás értékelését követően kiegészítjük a lefolyási tényező vizsgálatát lejtésviszonyok, a talajtani paraméterek és ideális esetben a csapadékesemények vizsgálatával. A vizsgálat felbontását a rendelkezésre álló információ mértékében, de legalább részvízgyűjtő szinten kell elkészíteni. A vizsgálat eredménye a lefolyási tényező térképi ábrázolása, továbbá azon területek lehatárolása, amelyek - immáron a lefolyási tényező vizsgálata szerint is - a vízvisszatartás szempontjából kedvezőtlenek. Egyszerűsített megközelítés, de országos szinten nagyobb biztonsággal alkalmazható a lefolyás számítására a Kenessey módszer, amely nem foglalkozik a csapadék eseményekkel. Ennek hátránya, hogy a klímaváltozás hatásait, a csapadékesemények változását egyáltalán nem tudjuk vizsgálni az ökoszisztéma vonatkozásában.

Jelen munka keretében Hidro SzMCs előállította a mintaterületre az átlagos vízvisszatartási értékeket és ezeket térképi fedvénnyel ábrázolták. Ezek az eredmények alkalmasak a lefolyási viszonyok árnyalásához a vízgyűjtőn és vizsgálni lehet a potenciális vízkár értékek és a kis-közepes-jelentős lefolyású területek kapcsolatát. A lefolyási tényező és a vízvisszatartási értékek térbeli adatai nem állnak rendelkezésre országosan, előállításuk szükséges az országos szintű vizsgálatokhoz.

4. A potenciális károk meghatározása

A potenciális károkhoz első lépésként a potenciális elöntési területeket, bekövetkezési valószínűségeket és elöntési paramétereket (vízmélység, vízsebesség) kell meghatározni. Az elöntési területek és paraméterek ismeretében becsülhető a potenciális kár, a bekövetkezési valószínűségek ismeretében a kockázat. A károkat a felszínborítás fajlagos vagyoneértékeinek és a tönkremeneteli arányok ismeretében lehet meghatározni. Kalibráláshoz múltban bekövetkezett eseményekből származó károkat célszerű összegyűjteni. Célszerű továbbá az árvíz kockázat-kezelési tervezés kisvízfolyásokra készített eredményeit alkalmazni, azonban

az ott vizsgált területen nem fedi le az ország teljes területét. Országos értékeléshez ezeket az eredményeket kalibrációhoz és validációhoz is lehet alkalmazni. Célszerű olyan kárbecslési módszer alkalmazása, amely olyan feltételezéseket alkalmaz, amelyből származó eredmények keresztülmentek a kalibrációs és validációs folyamaton. Természetesen ideális lenne minden vízfolyás értékelését modellezési vizsgálatokkal alátámasztani, azonban ennek költség- és időigénye jelentős, előzetes vizsgálatokhoz nem állnak rendelkezésre.

a. Az elöntési paraméterek meghatározása

A potenciális elöntési területet a projekt keretében nem tudjuk meghatározni, erre vonatkozó információ a Vízügyi Igazgatóságoknál lehet megtalálható vagy lefolyás modellezési vizsgálatokkal kell elkészíteni. Mivel ezek nem állnak rendelkezésre, de mégis tudunk becslést végezni országosan, a következő közelítő megoldást alkalmazhatjuk. Vizsgáljuk a Pirkhoffer-Czigány-Geresdi-féle veszélyeztetettségi térkép 4-5-6. kategóriáit, és vizsgálatunkat a terület által lefedett dombvidéki kisvízfolyásokra szűkítjük, ahol dombvidéki vízfolyásnak tekintjük a vízgyűjtő-gazdálkodás által meghatározott vízfolyásokat. Vizsgáljuk a rendelkezésre álló információk (ÁKK, VGT) alapján, hogy ezeken a vízfolyásokon található-e jelentős árvízvédelmi mű, ami alapján tovább szűkítjük a vizsgált területet, feltételezve, hogy a védett területeken csak havária esetben alakulnak ki elöntési károk. A fennmaradó vízfolyásokra, vízfolyás szakaszokra a domborzati viszonyok alapján potenciális elöntési sávot határozunk meg a vízfolyásokra, amely területekre meghatározzuk az elöntésnek kitett vagyont. A potenciális elöntés sávon a vízmélységet állandónak tekintjük.

b. Vagyonérték és károk meghatározása

A vagyonérték és károk meghatározásához az árvíz kockázat-kezelési eredményeket célszerű használni, amely területhasználati kategóriákra ad fajlagos vagyonértékeket és kárfüggvényeket (országos szinten elkészült adatok). Ezen információk hiányában alkalmazni lehet a Basic European Assets Value²⁴ vagyonérték becslését, amely Corine Land Cover alapon határozza meg Eurostat adatokból a fajlagos vagyonértékeket.

5. A károk és a vízgyűjtő kapcsolata

A közvetlen vízgyűjtőre meghatározott potenciális károkat hozzárendeljük a vízgyűjtő azon területeihez, amelyek az átlagos vízvisszatartási adatok alapján kis-közepes-jelentős mértékben hozzájárulnak a lefolyás növeléséhez. Eredményként kapjuk a vízgyűjtő egységnyi területeihez rendelt potenciális árvízi kárt, feltételezve, hogy a jelentős lefolyást-növelő területek hozzájárulnak az árvizek kialakulásához. A lefolyási viszonyok megváltoztatása vagy szerkezeti retenciós intézkedések alkalmazása esetén az adott beavatkozás hozzájárul a potenciális károk csökkentéséhez.

A potenciálisan veszélyeztetett vízfolyások a Zala vízgyűjtőjén

A vizsgálatok esetében alkalmazott feltételezés: potenciális elöntési veszélyt feltételeztünk a Pirkhoffer-féle veszélyeztetettségi térkép szerinti 4. (vagy annál nagyobb) kategória alá tartozó jelentősebb vízfolyás szakaszok esetében, amely vízfolyás befogadója több vízfolyásnak, és árvízvédelmi rendszer nem épült ki rajta (tározás, illetve töltés formájában). A következő táblázatban (61. táblázat) ezt a két szempontot jelöljük a Zala vízgyűjtőjén

²⁴ Safer projekt keretében készítette Geomer GmbH és Infoterra GmbH

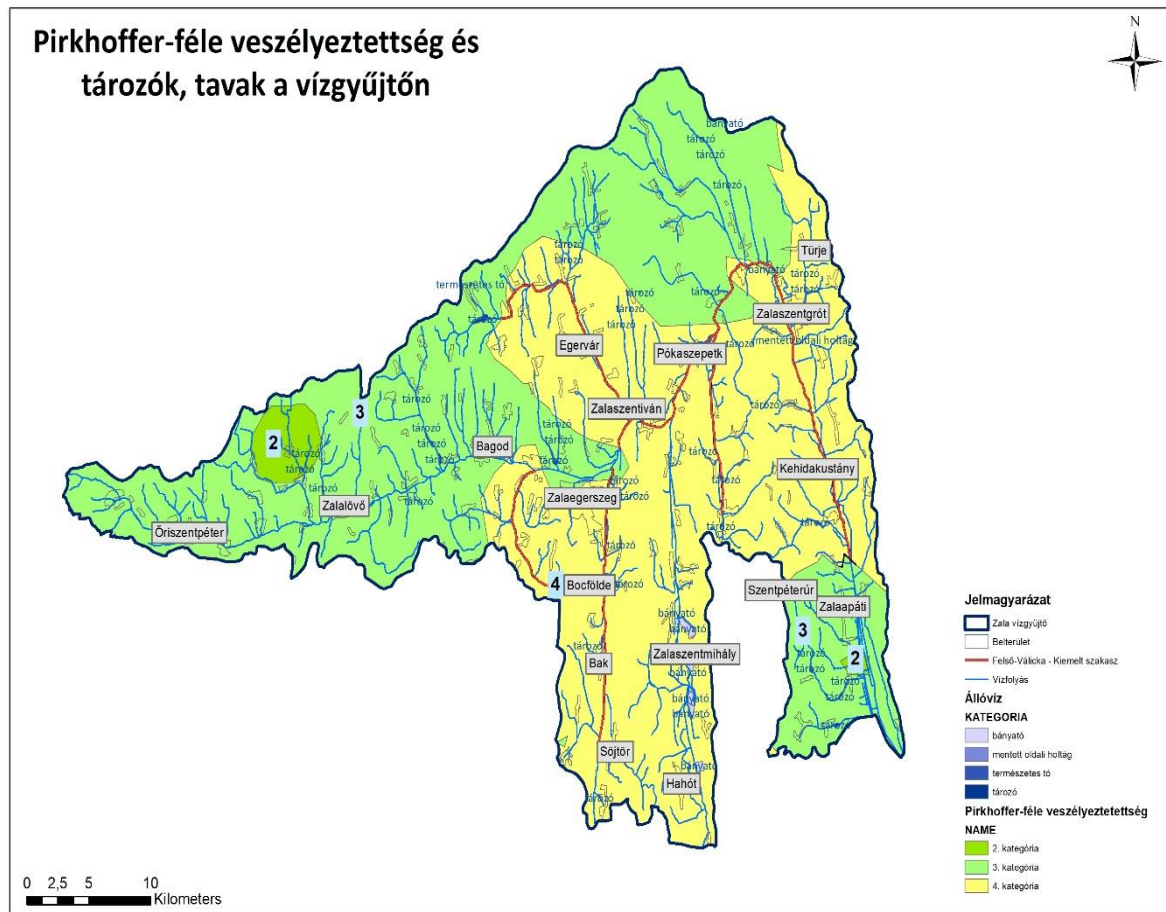
található főbb vízfolyások esetére. A táblázat utolsó oszlopa („potenciális veszélyeztetett vízfolyás(szakasz)”) alapján az is kiderül, melyekre érdemes további vizsgálatokat végezni (ahol √ szerepel).

61. táblázat A Zala vízgyűjtőjén a Pirkhoffer-féle veszélyeztetettségi tényező és az árvízvédelem jellegzetességeinek áttekintése

Zala vízgyűjtő					
Főbb vízfolyás név	Pirkhoffer-féle veszélyeztetettségi kategória (1-6.kat.)			Tározó által szabályozott	Potenciális veszélyeztetett vízfolyás (szakasz)
	2	3	4		
Zala - Újfalui-patak torkolat alatt		√			
Zala - Zalaegerszeg alatt, Újfalui-patak torkolatig			√		√
Zala - Zalaegerszeg felett		√			
Bárándi-patak		√		X	
Eszertgályi-patak		√		X	
Zalaapáti-patak		√			
Zalacsányi-patak			√	X	
Nádas-patak			√	X	
Csörgető-patak		√		X	
Széplaki-patak		√			
Foglár-csatorna			√		√
Szévíz			√	X	
Sárvíz-patak			√		√
Felső-Válicka			√		√
Szentmihályfai- és Pálosfai-patak			√		√
Szélvíz		√			
Szentjakabi-patak	√	√		X (részben)	

A 37. ábra a Pirkhoffer-Czigány-Geresdi-féle veszélyeztetettséget, a tavakat, tározókat és az 1 000 főnél nagyobb lakosságú településeket mutatja a Zala vízgyűjtőjén. Pirossal emeltük ki a vizsgált vízfolyás-szakaszokat, amelyek: Zala - Zalaegerszeg alatt, Újfalui-patak torkolatig, Foglár-csatorna, Sárvíz-patak, Felső-Válicka, Szentmihályfai- és Pálosfai-patak.

37. ábra Veszélyeztetettség és tározók, tavak a vízgyűjtőn



A vizsgált vízfolyásokat összevettük az árvíz-kockázati térképezés kisvízfolyások veszélyeztetettség térképeivel is²⁵. Utóbbiak a Zalára, a Felső-Válickára és a Szévízre készültek. Eltérés mutatkozik tehát a vizsgált kisvízfolyásokban, mivel mi nem vizsgáljuk a Szévizet, ami a Pirkhoffer-szerinti besorolás 3. szintjéhez tartozik és található a vízfolyáson tározók. A mi vizsgálataink ugyanakkor kiterjednek a Pálosfai-patakra, a Sárvíz-patakra és a Foglár-csatornára.

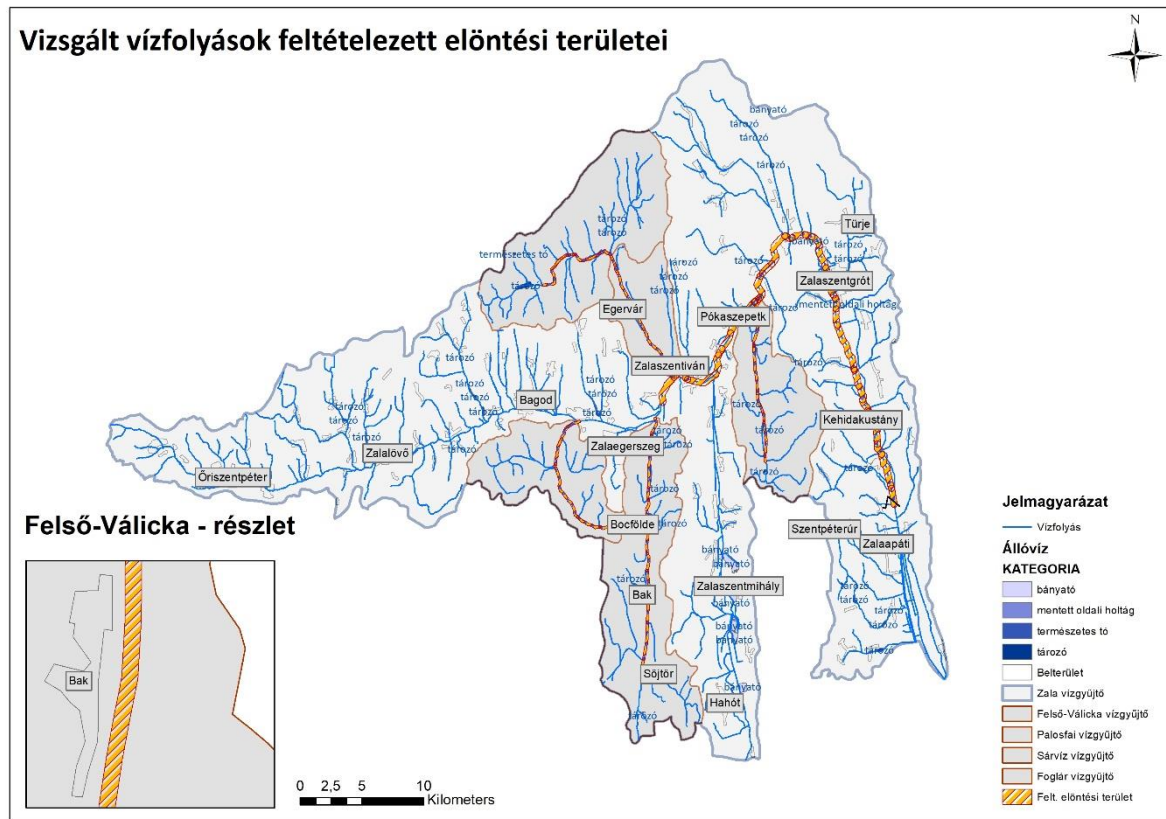
Az elöntés által veszélyeztetett vagyonérték és becsült kár

A feltételezett elöntési terület

A kiemelt vízfolyás szakaszokon a völgy zártságától függően felvettünk egy 200 vagy 500 méter széles sávot, amely területen feltételeztük, hogy kialakulhat elöntés. Az 500 méteres sávot a Zalára vettük fel, a mellékvízfolyásai esetében a 200 méteres sávot (sárga sraffozott terület az alábbi ábrán).

²⁵ Forrás: <http://www.vizugy.hu/index.php?module=vizstrat&programelemid=145>

38. ábra A vizsgált vízfolyások feltételezett elöntési területei

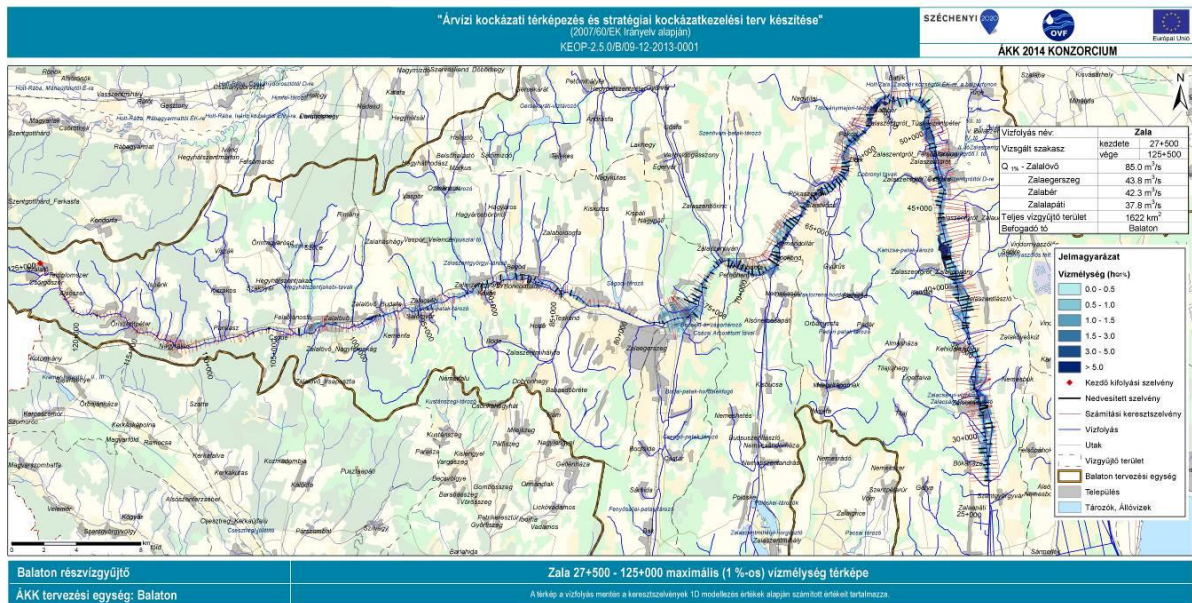


A feltételezett elöntési sávokat is összevetettük a Zala és a Felső-Válicka esetében az árvíz kockázati térképezés kisvízfolyások veszélyeztettségi térképeivel²⁶. Azt tapasztaltuk, hogy a modellezett elöntési képek természetesen követik a domborzati viszonyokat, és az elöntési terület változó szélességű és mélységű, szemben a feltételezett elöntési szélességgel és mélységgel. Ugyanakkor az általunk felvett elöntési sáv szélessége átlagosan jól követi a modellezett elöntési képet. A vízmélység tekintetében nagy a változékonyság, azonban megállapítható az az összefüggés, hogy a mély elöntésű területek jellemzően nem belterületen vagy egyéb épített mesterséges környezetben alakulnak ki. Belterületen (és mesterséges környezetben), amely a vagyonérték jelentős részét teszi ki, a vízmélység nem haladja meg számottevően az 1 méteres elöntési mélységet. Jellemző azonban, hogy az elöntés a települések peremterületét érinti, ahol a vízmélység alacsonyabb.

Az alábbi térkép-kivágaton a Zala elöntési térképét mutatjuk, amelyen látható, hogy az elöntési terület, a vízfolyást követve, egy viszonylag jól behatárolható területen belül marad.

²⁶ Forrás: <http://www.vizugy.hu/index.php?module=vizstrat&programelemid=145>

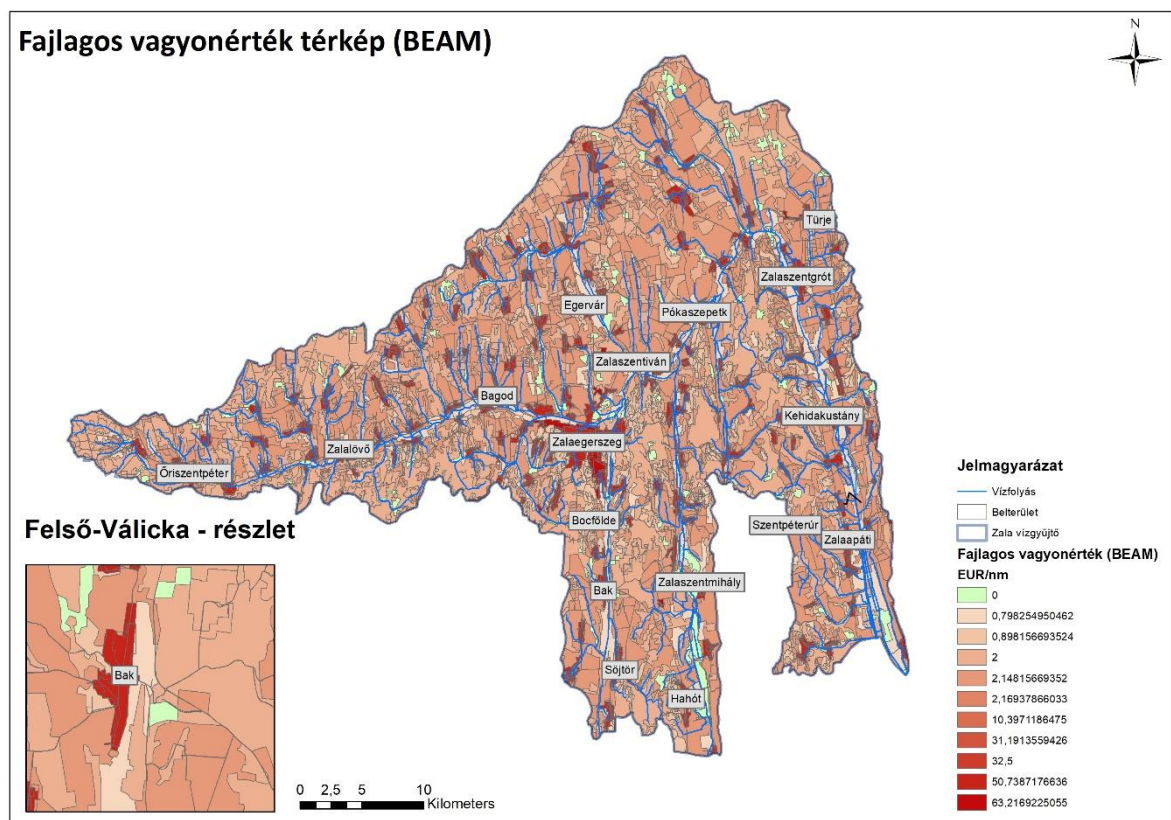
39. ábra A Zala elöntési területe az ÁKK vizsgálatok alapján



Vagyonérték

A veszélyeztetett vagyonérték becsléséhez a Basic European Assets Map (BEAM) eredményeit vettük alapul. Az alábbi térkép (40. ábra) a fajlagos vagyonértékeket ábrázolja EUR/m²-ben.

40. ábra Fajlagos vagyonérték térkép a Zala vízgyűjtőjére (Basic European Asset Map)



A BEAM által felvett, a 2012. bázisú számított vagyonértékeket az aktuális EUR/HUF árfolyammal (1 EUR=329 HUF – 2020.01.) 2020. évre számítottuk át, 5%-os diszkontrátát alkalmazva. Az előtéssel feltételesen veszélyeztetett területekre számítottuk a BEAM vagyonérték térképe alapján a kitett vagyonértéket.

62. táblázat Az előtéssel feltételesen veszélyeztetett területeken a vagyonértékek nagysága az előtész mértékének függvényében

Vízfolyás név	Becsült potenciálisan veszélyeztetett vagyonérték (millió Ft)	Becsült kár (millió Ft) - 50 cm vízmélység	Becsült kár (millió Ft) - 100 cm vízmélység	Becsült potenciálisan veszélyeztetett vagyonérték (EUR)
Zala - Zalaegerszeg alatt, Újfalui-patak torkolatig	73 727,5	5 529,6	13 271,0	151 676 863,1
Foglár-csatorna	5 542,0	415,6	997,6	11 401 270,9
Felső-Válicka	9 113,3	683,5	1 640,4	18 748 451,8
Szentmihályfai- és Pálosfai-patak	10 106,3	758,0	1 819,1	20 791 219,3
Sárvíz-patak	7 693,9	577,0	1 384,9	15 828 358,7
Összesen	106 182,9	7 963,7	19 112,9	218 446 163,8

A térinformatikai számítások alapján a Zala feltételesen veszélyeztetett területe 45 km². A területen található összes vagyonérték 106 milliárd Ft, amely belterületekből, ipari és kereskedelmi területekből, utakból, szántókból, szőlő művelésű területekből, erdőből és legelőből áll. A veszélyeztetett vagyon 70%-a a Zala mentén található.

A táblázat tartalmazza a feltételezett károk mértékét is, vízfolyásonként. A kárszámítás esetében 50 cm-es és 100 cm-es előtést feltételeztünk, és az árvíz kockázat-kezelés 1. ütemében alkalmazott dombvidéki vízfolyásokra érvényes kárfüggvényekből vett aggregált függvényt használtuk, amely felteszi, hogy a víz áramlási sebessége meghaladja a 0,5 m/s-ot. A károk értéke 50 cm-es előtész esetében közel 8 milliárd Ft, 100 cm-es előtész esetében 19 milliárd Forint. **A további számításokhoz ennek átlagértékét vettük, 13,5 milliárd Forintot, ami a vízgyűjtő veszélyeztetett területén egyidőben minden érintett vízfolyáson bekövetkezett egyszeri eseménykár becslés értéke.**

A potenciális károk és a kedvezőtlen területhasználatokkal való kapcsolat

A potenciális károk keletkezésének egyik oka a lefolyási viszonyokban keresendő. Első lépésben azonban még a lefolyási viszonyoktól függetlenül, területarányosan vetítettük az 50 cm-es és 100 cm-es előtészhez tartozó összes kárt az egyes felszínborítási kategóriákhoz. Az értékek azt mutatják, hogy az egyes felszínborítási kategóriák - területi kiterjedésüket alapul véve - milyen mértékben járulhatnak hozzá a károk csökkenéséhez, amennyiben az adott területhasználaton a víz visszatartás jelentős mértékben megnövekedne. Alábbi táblázatban (63. táblázat) a Pálosfai-patakra mutatjuk be az értékeket, a teljes vízgyűjtőre a külön mellékelt excel-fájl tartalmazza.

A fenti eredmények azonban nem tükrözik az egyes felszínborítási kategóriák lefolyás-növelő hatását (LN-hatás), amit a következőkben veszünk figyelembe.

63. táblázat A Pálosfai-patakra a területarányos kármegelőzési képesség 50 és 100 cm-es előntési feltételezések mellett

Pálosfai-patak – területarányos kármegelőző képesség		
Felszínborítási kategória	Kármegelőző képesség - általános (millió Ft)	
	50 cm átlagos vízmélység	100 cm átlagos vízmélység
Alacsony épület	7,0	16,9
Magas épület	0,0	0,1
Szilárd burkolatú utak	13,4	32,3
Földutak	0,7	1,7
Vasutak	0,2	0,4
Egyéb burkolt vagy burkolatlan mesterséges felületek	0,8	2,0
Zöldfelületek mesterséges környezetben fákkal	19,3	46,3
Zöldfelületek mesterséges környezetben fák nélkül	47,3	113,5
Szántóföldek	175,0	419,9
Szőlők	0,2	0,4
Gyümölcsösök, bogyósok és egyéb ültetvények	8,4	20,1
Komplex művelési szerkezet épületekkel	26,5	63,5
Komplex művelési szerkezet épületek nélkül	11,6	27,7
Szikkalibúvásokkal tarkított egyéb gyepek	0,4	0,9
Zárt gyepek kötött talajon vagy domb és hegyvidéken	31,7	76,0
Máshová nem besorolható lágyszárú növényzet	11,3	27,1
Bükkösök	34,4	82,6
Gyertyános kocsánytalan tölgyesek	21,2	51,0
Cseresek	2,8	6,7
Ny-Dunántúl erdeifenyvesei	15,1	36,4
Ny-Dunántúl erdeifenyő-elegyes lombosok	1,0	2,3
Hegy- és dombvidéki pionír erdők	0,1	0,1
Gyertyános kocsányos tölgyesek	0,6	1,6
Egyéb, többletvízhatástól független őshonos dominanciájú erdők	7,9	18,8
Egyéb elegyes lombosok	7,3	17,5
Elegyetlen és kőrislegyes kocsányos tölgyesek TVHA	0,8	1,9
Égeresek	23,3	56,0
Ártéren kívüli fűzesek	0,0	0,0
Egyéb, többletvízhatással érintett őshonos dominanciájú erdők	0,1	0,1
Egyéb, többletvízhatással érintett elegyes lombosok	0,2	0,6
Tülevelűek dominálta ültetvények	10,9	26,2
Akác dominálta ültetvények	117,9	283,0
Egyéb idegenhonos lombos fajok dominálta erdők	1,5	3,6
Pusztavágás	2,5	6,1
Folyamatban lévő felújítás	6,3	15,2
Máshová nem besorolható fás szárú növényzet	135,8	325,9
Vízben álló mocsári/lápi növényzet	7,1	17,0
Időszakos vízhatás alatt álló gyepek, valamint láp- és mocsárrétek	6,3	15,1
Láp- és mocsárerdők	1,0	2,4
Vízfolyások	0,0	0,1
Összesen	758,0	1819,1

Lefolyás-növelő hatás

A lefolyás-növelő hatás (LN-hatás) a lefolyás-mérséklés ellenpárja, amit úgy határoztunk meg, hogy a teljes vízvisszatartás értékéből (1,0) kivontuk a becsült lefolyás-mérséklő hatást²⁷. Az eredményeket a 64. táblázat mutatja. Figyelembe véve az LN-hatást (4. oszlop), módosított (fiktív) területeket kaptunk (2. oszlop). *Ezzel azt érjük el, hogy a jelentős lefolyás-növelő hatással ($LN \geq 0,5$) rendelkező területek arányosan nagyobb mértékben járulnak hozzá a lefolyáshoz, mint a kis lefolyás-növelő hatással rendelkező területek ($LN < 0,5$).* A jelentős lefolyás-növelő hatású területek kármegelőző képességét az LN-tényezővel súlyozva számolva azt kapjuk, hogy a valós területi arányukhoz képest nagyobb mértékben járulnak hozzá a lefolyáshoz. Az alábbi táblázat tartalmazza az így számított kármegelőző képességet is (5-7. oszlop), és e képesség arányát a teljes becsült kárhoz képest (8. oszlop).

64. táblázat A Pálosfai-patakra a lefolyásnövelő hatás, az átlagos kármegelőző képesség (millió Ft) és annak aránya (%)

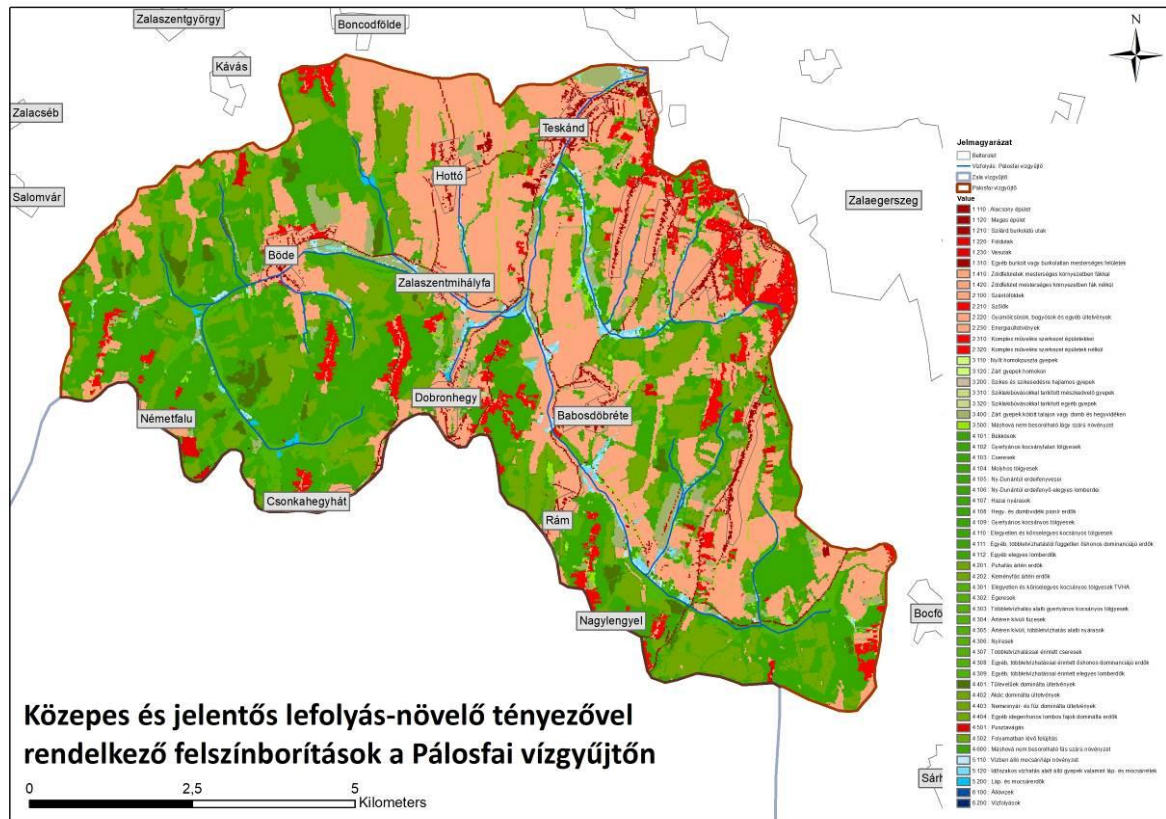
AREA (nm)	AREA (nm) - LN-hatás	Felszínborítási kategória	Lefolyás növelő hatás (LN-hatás)	LN-hatással szorzott kármegelőző képesség (millió Ft)		Átlagos kármegelőző képesség (millió Ft)	Átlagos kármegelőző képesség aránya (%)
				50 cm	100 cm		
654000	654000	Alacsony épület	1	33,9	81,5	57,7	4%
2800	2800	Magas épület	1	0,1	0,3	0,2	0%
1249200	1249200	Szilárd burkolatú utak	1	64,8	155,6	110,2	9%
65600	52480	Földutak	0,8	2,7	6,5	4,6	0%
16000	12800	Vasutak	0,8	0,7	1,6	1,1	0%
76800	76800	Egyéb burkolt vagy burkolatlan mesterséges felületek	1	4,0	9,6	6,8	1%
1793600	358720	Zöldfelületek mesterséges környezetben fákkal	0,2	18,6	44,7	31,6	2%
4395200	1758080	Zöldfelületek mesterséges környezetben fák nélkül	0,4	91,2	219,0	155,1	12%
16263200	4878960	Szántóföldek	0,3	253,2	607,7	430,4	33%
17200	10320	Szőlők	0,6	0,5	1,3	0,9	0%
780400	390200	Gyümölcsösök, bogyósok és egyéb ültetvények	0,5	20,2	48,6	34,4	3%
2460800	1230400	Komplex művelési szerkezet épületekkel	0,5	63,9	153,2	108,6	8%
1074800	537400	Komplex művelési szerkezet épületek nélkül	0,5	27,9	66,9	47,4	4%
34000	17000	Szikkakibúvásokkal tarkított egyéb gyepek	0,5	0,9	2,1	1,5	0%
2945200	1178080	Zárt gyepek kötött talajon vagy domb és hegyvidéken	0,4	61,1	146,7	103,9	8%
1050000	115500	Máshová nem besorolható lágyszárú növényzet	0,11	6,0	14,4	10,2	1%
3199200	159960	Bükkösök	0,05	8,3	19,9	14,1	1%
1974400	98720	Gyertyános kocsánytalan	0,05	5,1	12,3	8,7	1%

²⁷ Hidro SzMCs: 3. ütem tanulmány: 3.1.2.2 fejezet 2. tábla

AREA (nm)	AREA (nm) - LN-hatás	Felszínborítási kategória	Lefolyás növelő hatás (LN-hatás)	LN-hatással szorzott kármegeelőző képeség (millió Ft)		Átlagos kármegeelőző képeség (millió Ft)	Átlagos kármegeelőző képeség aránya (%)
				50 cm	100 cm		
		tölgyesek					
260000	13000	Cseresek	0,05	0,7	1,6	1,1	0%
1408000	14080	Ny-Dunántúl erdeifenyvesei	0,01	0,7	1,8	1,2	0%
89200	892	Ny-Dunántúl erdeifenyő-elegyes lomberdei	0,01	0,0	0,1	0,1	0%
5600	280	Hegy- és dombvidéki pionír erdők	0,05	0,0	0,0	0,0	0%
60400	3020	Gyertyános kocsányos tölgyesek	0,05	0,2	0,4	0,3	0%
730000	36500	Egyéb, többletvízhatástól független őshonos dominanciájú erdők	0,05	1,9	4,5	3,2	0%
676800	33840	Egyéb elegyes lomberdők	0,05	1,8	4,2	3,0	0%
72800	3640	Elegyetlen és köriselegyes kocsányos tölgyesek TVHA	0,05	0,2	0,5	0,3	0%
2169200	108460	Égeresek	0,05	5,6	13,5	9,6	1%
1200	60	Ártéren kívüli fűzesek	0,05	0,0	0,0	0,0	0%
5600	280	Egyéb, többletvízhatással érintett őshonos dominanciájú erdők	0,05	0,0	0,0	0,0	0%
22800	1140	Egyéb, többletvízhatással érintett elegyes lomberdők	0,05	0,1	0,1	0,1	0%
1016000	10160	Tülelevelűek dominálta ültetvények	0,01	0,5	1,3	0,9	0%
10959200	547960	Akác dominálta ültetvények	0,05	28,4	68,2	48,3	4%
138000	6900	Egyéb idegenhonos lombos fajok dominálta erdők	0,05	0,4	0,9	0,6	0%
236400	118200	Pusztavágás	0,5	6,1	14,7	10,4	1%
588800	294400	Folyamatban lévő felújítás	0,05	15,3	36,7	26,0	2%
12624400	631220	Máshová nem besorolható fás szárú növényzet	0,05	32,8	78,6	55,7	4%
658800	0	Vízben álló mocsári/lápi növényzet	0	0,0	0,0	0,0	0%
586400	0	Időszakos vízhatás alatt álló gyepek, valamint láp- és mocsárrétek	0	0,0	0,0	0,0	0%
92800	0	Láp- és mocsárerdők	0	0,0	0,0	0,0	0%
2800	0	Vízfolyások	0	0,0	0,0	0,0	0%
70457600	14605452			757,9	1819,1	1288,5	

Alábbi ábrán (41. ábra) kiemeljük azokat a területeket, amelyeken a lefolyás-növelő hatás jelentős (LN-tényező $\geq 0,5$).

41. ábra Jelentős lefolyású területek a lefolyás-tényező alapján a Pálosfai vízgyűjtőn



A 64. táblázatban kiemeltük azokat a felszínborításokat, amelyek vízvisszatartásának jelentős növelése mellett a legnagyobb mértékben hozzá tudnának járulni a vízvisszatartáshoz a Pálosfai vízgyűjtőn (a Zala területére számított értékeket a külön csatolt excel-fájl tartalmazza)²⁸:

- Szántóföldek (33%)
- Zöldfelületek mesterséges környezetben fákkal és fák nélkül együtt (14%)
- Komplex művelési szerkezet épületekkel és épületek nélkül (12%)
- Szilárd burkolatú utak (9%)
- Zárt gyepek kötött talajon (8%)
- Épületek, alacsony és magas együtt (4%)
- Máshová nem besorolható fás szárú növényzet (4%).

A kapott arányok - véleményünk szerint - elfogadhatóan tükrözik a vízvisszatartás célterületeit, azokat a területeket, amelyeken az esetlegesen meghozott, vízvisszatartást célzó intézkedések a legnagyobb mértékben hozzájárulhatnak az elöntési károk csökkentéséhez.

²⁸ Ezek tehát azok a területek, amelyeken a legnagyobb mértékű a lefolyás (vagy megfordítva, a legkisebb a vízvisszatartás). Egyes területek azért, mert nagyon kicsi a vízvisszatartó képességük (út), mások a kedvezőtlen vízvisszatartó képesség, és nagy területi kiterjedés miatt (szántó).

A kármegelőző képesség alapján a dominás területeket és a hozzájuk rendelt kármegelőzési potenciált a 65. táblázat tartalmazza.

65. táblázat A domináns területek és kármegelőzési képességük

Felszínborítás	Átlagos kármegelőző képesség (millió Ft)
Szántóföldek	430,4
Zöldfelületek mesterséges környezetben fák nélkül	155,1
Szilárd burkolatú utak	110,2
Komplex művelési szerkezet épületekkel	108,6
Zárt gyepek kötött talajon vagy domb és hegyvidéken	103,9
Alacsony épület	57,7
Máshová nem besorolható fás szárú növényzet	55,7
Összesen	1 021,6

A 65. táblázatban szereplő felszínborításokhoz köthető kármegelőzési képesség 1 021,6 millió Forint lehet legfeljebb, amennyiben ezeken a területeken jelentős vízvisszatartási intézkedéseket²⁹ alkalmazunk. Természetesen a korábban megnevezett feltételezések mellett, javasolva továbbá az eredmények lefolyási, hidraulikai és kárszámítási modellezéssel való ellenőrzését.

Ezeket figyelembe véve azt állíthatjuk, hogy legfeljebb 1 021,6 millió Forintot érdemes területi vízvisszatartásra fordítani. Viszonyítási értéként elmondható, hogy ebből az összegből – kb. 250 000 Ft/ha szántó-gyep konverziós költséggel számolva – mintegy 4 000 hektár konvertálható át (a Pálosfai vízgyűjtőn 1 600 hektár szántó található). Ha nem is érünk el „teljes vízvisszatartást”, csak 50%-os hatékonyságot, akkor is az 510,8 millió Forintból 2 000 hektár szántó-gyep konverzió valósítható meg.

Azonos módon számítva a kiemelt területhasználatokra az alábbi táblázatban szereplő kármegelőző képesség értékeket kapjuk a teljes Zala vízgyűjtőre.

A táblázat szerint a Zala vízgyűjtőn 11 milliárd Forint összesen az a kármegelőző képesség, amellyel azok a felszínborítások rendelkeznek, amelyeknek kedvezőtlen a vízmegtartó képessége (vagyis vízmegtartó képességük számottevően növelhető). Tudjuk azonban, hogy ezek a károk nem következnek be minden évben, hanem van egy előfordulási gyakoriságuk. Az elkerült károk módszerét alkalmazva meg kellene határoznunk ezeket a gyakoriságot. Ennek hiányában azt mondhatjuk, hogy legfeljebb 11 milliárd Forint költség értékben célszerű növelni a vízgyűjtő vízmegtartó képességét, amely költséget az előlétesek előfordulási gyakoriság arányában célszerű ráfordítani az intézkedésekre (pl.: ha az előfordulási gyakoriság 0,1, akkor ennek értelmében 1/0,1=10 éves időtávra vonatkozik a becsült ráfordítás).

²⁹ Az intézkedések kérdése igen összetett, és többféle megoldást tartalmaznak. Lehet a táblaszegélyen végigfutó csatornától kezdve, a mélyszántáson át a művelési ág váltáson keresztül az út melletti szikkasztó árkokon át a házak tetejéről megfogott csapadékvízig.

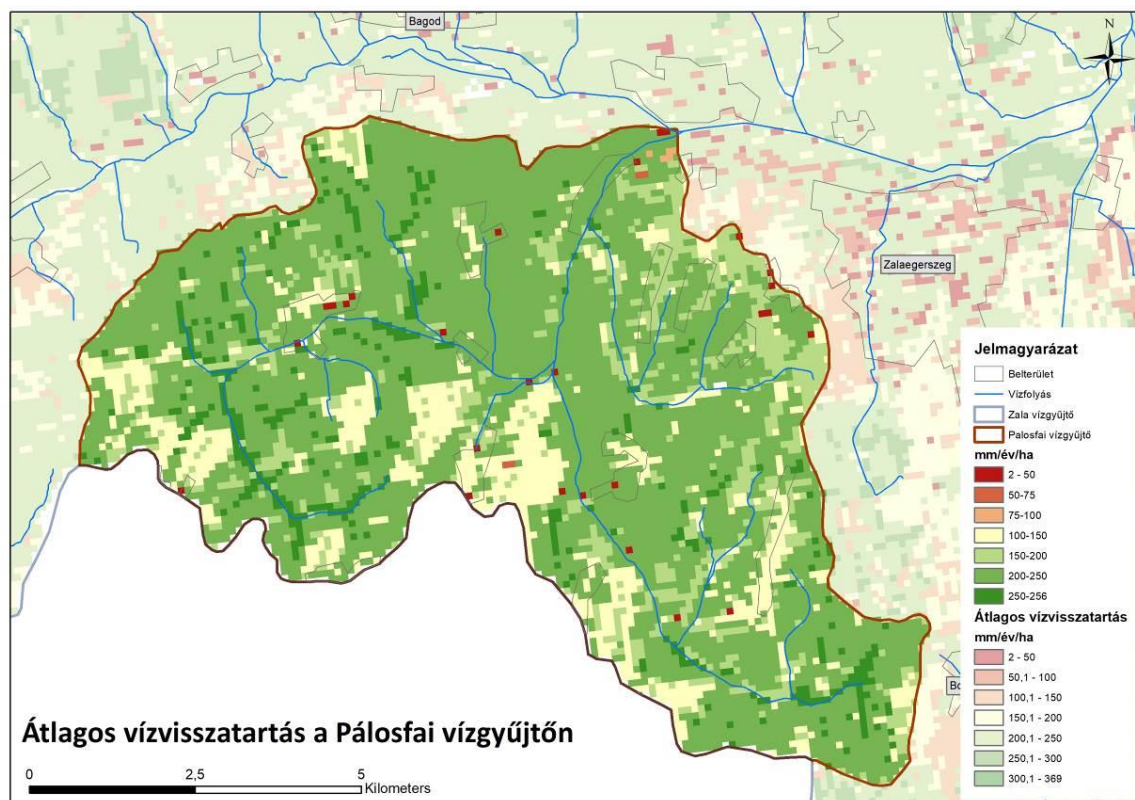
	Pálosfai	Felső-Válicka	Foglár	Sárvíz	Zala
Felszínborítás	Átlagos kármegelőző képesség (millió Ft)				
Szántóföldek	430,4	412,2	355,2	498,7	3 971,5
Zöldfelületek mesterséges környezetben fák nélkül	155,1	42,1	51,1	99,5	941,2
Szilárd burkolatú utak	110,2	127,6	43,3	59,8	625,6
Komplex művelési szerkezet épületekkel	108,6	94,2	36,1	39,8	402,0
Zárt gyepek kötött talajon vagy domb és hegyvidéken	103,9	27,1	13,4	15,8	746,7
Alacsony épület	57,7	104,4	21,5	37,9	428,1
Máshová nem besorolható fás szárú növényzet	55,7	20,4	19,8	19,9	53,9
Egyéb burkolt vagy burkolatlan mesterséges felületek	6,8	33,2	0,5	1,5	80,1
Pusztavágás	10,4	8,0	3,9	7,4	577,6
	1 038,8	869,3	544,8	780,3	7 826,7

Az átlagos vízvisszatartási értékekkel történő számítás

Az átlagos vízvisszatartási értékekhez a Hidrológiai SzMCs eredményeit használtuk, amelyek 100x100 méteres területegységre adják meg a lefolyási tényező alapján az átlagos vízvisszatartási értékeket mm/év/ha értékben.

A következő ábra (42. ábra) a Pálosfai vízfolyáson mutatja az értékeket. Jellemzően a 200-250 mm/év/ha értékek dominálnak, amely mellett nagyobb területarányban megjelennek a 100-150 mm/év/ha értékkel jellemezhető területek.

42. ábra Az átlagos vízvisszatartási értékek a Pálosfai vízfolyáson

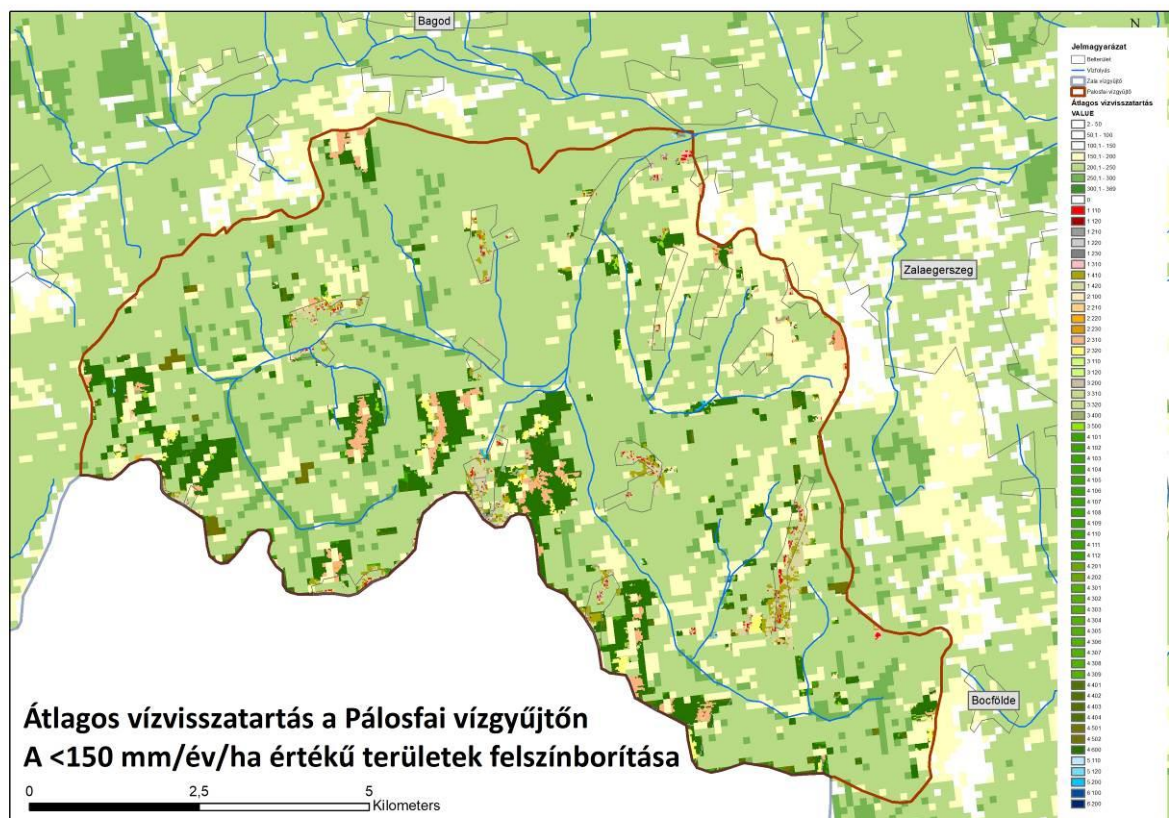


A következő ábrán (43. ábra) azt nézzük, mennyire követik a 0-150 mm/év/ha értékű rasztereken található felszínborítások a korábban, jelentős kármegelőző potenciállal rendelkezőnek elnevezett felszínborításokat. Azt vizsgáljuk, hogy a jelentős kármegelőző képességgel rendelkező területek azonosak-e a 0-150 mm/év/ha vízvisszatartással jellemzett területek felszínborításával. Ehhez a 0-150 mm/év/ha területeken a felszínborítást mutatjuk be.

Az ábrán (és a térinformatikai állományokat vizsgálva) megállapítható, hogy a <150 mm/év/ha területeken az alábbi felszínborítások a leginkább jellemzőek (nem területarányos sorrendben):

- komplex művelési szerkezet
- máshová nem besorolható fás szárú növényzet
- belterületi hányadok
 - épületek
 - utak
 - zöldfelületek mesterséges környezetben.

43. ábra Az átlagos vízvisszatartás a Pálosfai vízgyűjtőn (>150mm/év/ha)



Összevetve a korábban megállapított vízvisszatartási célterületekkel (szántóföldek (33%), zöldfelületek mesterséges környezetben fákkal és fák nélkül együtt (14%), komplex művelési szerkezet épületekkel és épületek nélkül (12%), szilárd burkolatú utak (9%), zárt gyepek kötött talajon (8%), épületek alacsony és magas együtt (4%), máshová nem besorolható fás szárú növényzet (4%)), ellentmondást fedezhetünk fel a szántóterületek vonatkozásában. Az

átlagos vízvisszatartási értékek alapján a szántók nem járulnak hozzá jelentősen a lefolyáshoz a lefolyási éves értékek nagyságát tekintve. Az ellentmondás feloldásához vizsgálni kellene a szántók lefolyás-mérséklő/lefolyás-növelő hatását a vízgyűjtőn (LN-hatástényező értéke jelenleg 0,3). Amennyiben az érték például a lejtő-viszonyok, illetve talajviszonyok miatt változik – pl. 0,1-re –, akkor a szerepük 33%-ról 14%-ra csökken. Egyezést mutatnak az eredmények a belterületek és komplex művelési szerkezetek vonatkozásában. Megjegyezzük, indoklásra szorul az átlagos vízvisszatartási értékek esetében, hogy a belterületek nagy része és kiváltképpen az utak jelentős része nem esik az alacsony vízvisszatartású területek közé.

Amennyiben a számított összes *területarányos kármegelőző képességet, mint Forintban kifejezett értéket*, az alacsony vízvisszatartási potenciállal rendelkező területekhez (0-150 mm/év/ha) rendeljük, akkor azzal megkapjuk területi kiterjedésük függvényében, hogy várhatóan mekkora kár elkerülését teszi lehetővé vízmegtartóképességük növelése. Alábbi táblázat (66. táblázat) a Pálosfai vízgyűjtőre tartalmazza az értékeket.

Ezzel a számítással kombináljuk a terület átlagos vízvisszatartási jellemzőit a kármegelőző képességi értékekkel.

66. táblázat A kármegelőzési képesség az alacsony vízvisszatartással rendelkező területeken

Átlagos vízvisszatartás		Területarányos kármegelőző képesség (millió HUF)
mm/év/ha	AREA (nm)	
0-50	27	36
50-100	9	12
100-150	939	1 241
150-200	954	
200-250	4 659	
250-300	402	
	6 990	1 289

Összefoglaló a kármegelőzésen alapuló számításokról

A kármegelőzésen és kár-csökkentésen alapuló eljárás alkalmazásával vizsgáltuk, hogy a vízgyűjtők felszínborításának megváltozása milyen mértékben járulhat hozzá az árvízi károk elkerüléséhez. Alkalmazásának célja a felszínborítások árvíz-kockázati ökoszisztéma szolgáltatásának meghatározása, ahol szolgáltatás alatt a területi vízvisszatartást értjük és az ökoszisztémák vízvisszatartásából származó kár-csökkentő képességet. Ezeket a szempontokat mutatják a javasolt indikátorok: az „egy adott élőhely egy hektárja által megkötött (eső)víz mennyisége” és a „fajlagos kárértékekben bekövetkező változás mértéke az ökoszisztéma-szolgáltatásnak köszönhetően, a jelenlegi helyzet és egy alternatív megoldás esetére vonatkoztatva, amelynek során a természetet, a tájat vesszük igénybe az árvízi károk csökkentése érdekében”. Feladatunk volt a kármegelőzésen alapuló eljárás metodikájának kidolgozása és mintaterületi kipróbálása annak érdekében, hogy utóbbi indikátort értelmezni, számítani tudjunk. Mindjárt az elején meg kell állapítanunk, hogy az indikátort a felszínborítás megváltoztatásával és ennek eredményeképpen bekövetkező hatások becslésével lehet számítani, azonban a felszínborítás számunkra csak a jelenlegi állapotra állt rendelkezésre,

ezért változáskövetést nem tudunk vizsgálni. Ugyanakkor meg tudtuk határozni a várható károk nagyságrendjét - amelyet csökkenteni szeretnénk a felszínborítás megváltoztatásával – és ezáltal meg lehet becsülni azt a költség összeget, amelyet még érdemes ráfordítani a céljainkra. Ki tudtuk azt is mutatni, mely területekre érdemes ezt a költség összeget fordítani, hol érhetjük el befektetésével a legnagyobb várható hasznot, hol található a területhasználati, szabályozási, fejlesztési intézkedések célterülete. A vizsgálat tartalmaz természetesen feltételezéseket, amelyek elsősorban a vizsgálatra fordítható erőforrások korlátosságából, a rendelkezésre álló információk hiányosságából fakadnak. Célunkat azonban annyiban elértük, hogy mintaterületen kipróbált módszertani javaslatot készítettünk, amelyet fejlesztések mellett alkalmazásra javasolhatunk.

Az eljárás abból indul ki, hogy becsüljük a vízfolyásokon bekövetkező potenciális károkat, vizsgáljuk a vízgyűjtőt a lefolyási viszonyok tekintetében – Hidrológiai SzMCs eredményei – és transzponáljuk a potenciális károkat azokra a célterületekre, amelyek aktív bevonása lehet szükséges kármegelőzés szempontjából.

A módszertan alkalmas lehet arra, hogy ösztönözzünk olyan intézkedéseket, amelyek az ökoszisztéma-szolgáltatást veszik igénybe és ezáltal érnek el árvízi kockázatcsökkenést. A módszertan számítási eljárást tartalmaz, vagyis a költségek, a várható hasznok és végső soron annak a vizsgálata, hogy érdemes-e, milyen mértékben érdemes beavatkozni, számíthatóvá válnak.

A modell előnyei:

- a modell legnagyobb előnye, hogy országos szinten alkalmazható, viszonylag kicsi az adatfeloldozás és adatelőállítás igénye,
- rávilágít a potenciális károk mértékének és a nagy lefolyású területek közti kapcsolatra; vagyis a csapadékeseményektől eltekintve feltárja és vizsgálja az elöntések kialakulási területét,
- becsülhetővé válik a vízviasszatartás fokozására gazdaságosan szánható beruházási, fenntartási költség,
- az eljárás alkalmas lehet az árvíz kockázat-kezelés dombvidéki vízfolyás modellezésének kiegészítésére, az intézkedések vizsgálatához,
- követhetők a területhasználatok, a potenciális károk időbeli változása.

A modell hátrányai:

- a modellt validálni kell elöntési modellezésekkel,
- a kockázatokkal nem foglalkozik, csak az eseménykárokkal, vagyis azzal nem lehet azt vizsgálni, hogy a károknak mekkora az előfordulási valószínűsége. Utóbbi szükséges lenne ahhoz, hogy a potenciális károkat és a vízviasszatartás költségeit szembe állítsuk anélkül, hogy a potenciális károkat súlyozzuk előfordulási valószínűségükkel,
- vízgyűjtő lefolyási modellezés nélkül nem lehet kimutatni, hogy a vízviasszatartás növelése milyen mértékű kárpotenciál csökkentéshez vezet,
- a klímaváltozás hatásait (pl.: szélsőséges csapadékesemények bekövetkezési gyakoriságának esetleges növekedését) az átlagos vízviasszatartás modellezés újrafuttatásával lehet vizsgálni,

- a vízviisszatartás növelésének célzott intézkedéseinek tervezési módszertanát nem tartalmazza, az további vizsgálat tárgyát kellene képezze.

A biztosítási díjak, mint a fizetési hajlandóság valós megjelenési formájának alkalmazása az ökoszisztéma-szolgáltatások értékének modellezésére

Az elméleti részben hosszasan és sok-sok példával megvilágítva tekintettük át azt, hogy a környezetgazdaságtan – elsősorban hipotetikus – módszerekkel vizsgálhatja az emberek fizetési (vagy elfogadási) hajlandóságát egy-egy beavatkozás, intézkedés, projekt hatásaival kapcsolatosan, de ezek általában elsődleges felmérést jelentenek, ráadásul egy-egy szűkebb területhez (így érintettekhez) köthetők. A NÖSZTÉP keretében nincs mód elsődleges felmérés elvégzésére. A 2019 novemberében, Vácrátóton megtartott megbeszélésen felmerült annak lehetősége, hogy a biztosítás-kötési szokásokon keresztül figyelembe vehetnénk azt, mekkora tényleges befizetés történik, amellyel az emberek az árvízi kockázat jelenléte esetén akár az ingatlanjaikat/ingóságaikat, akár a mezőgazdasági területeiket biztosítani tudják ezen kockázattal kapcsolatban. A felvetéshez igyekeztünk adatokat gyűjteni. Az árvízzel összefüggésben két káreseményre köthető biztosítás: az ingatlan és ingóságok tekintetében, valamint a mezőgazdasági károokra, elsősorban a növénykárookra. Több hírt találtunk az interneten, amely két szempontra hívja fel a figyelmet: a) az elemi károk, köztük az árvíz károk egy-egy évben kiemelten magasak lehetnek, amelyekre a biztosítók jelentős összegeket fizetnek ki (lásd a következő szövegdoxoz első cikkét, amely 2010-re vonatkozik – sajnos, a csak az árvíz miatt kifizetett összegek a szöveg alapján nem deríthetők ki, az összkifizetést 4,2 milliárd Ft-ra becsülték az Allianz-nál – és ez csak a piacvezető biztosítók egyike); b) egyre többen kötnek biztosítást a mezőgazdaságból élők az árvíz, az aszály és a jégverés okozta károk enyhítésére (szövegdoxoz második cikke).

Szövegdoxoz

Árvíz: milliárdos kártérítést fizet az Allianz (MTI, 2010. június 18.)

„Az elmúlt másfél hónapban a szélsőséges időjárás következtében rekord mennyiségű, összesen negyvenötezer meghaladó kárbejelentést fogadott az Allianz Hungária Zrt., ennek kapcsán a várható kárkifizetések összege meghaladja a 4,2 milliárd forintot - közölte a társaság.

A közlemény szerint az Allianz-nál 21.587 vihar-, 8.645 beázási, **3.457 árvízi és elöntési kárt**, 2.927 villámcsapást, és 1.467 jégverést jelentettek be május 15. óta, a legtöbb káresemény Budapestről érkezett. Pest, Veszprém és Borsod megyében az összesített, becsült kárérték megközelíti az egymilliárd forintot. Az időjárás okozta elemi károokra 2009-ben összesen 54.549 kárbejelentés érkezett, melyekre 2,4 milliárd forint kártérítést fizetett ki a társaság. Ebben az évben a jelenlegi eseményeket megelőzően elemi károokra összességében már 12.129 darab kárbejelentést fogadott a biztosító és közel háromszázhetven millió forintot fizettek ki” (<http://www.fogyasztok.hu/cikk/20100618/arviz-belviz-vihar-kar-allianz-negymilliard-forint-kar-kifizetes>).

„Egyre tudatosabbak a magyar gazdák

Árvíz, aszály, jégverés... A tavalyi év tapasztalatai alapján ezek azok a veszélyek, amire nem árt felkészülnie a gazdáknak.

Az elmúlt évek megmutatták, hogy az időjárás körülmények változása extrém helyzeteket és kellemetlen meglepetéseket okozhat, ami komoly veszélyt jelenthet a mezőgazdaságból élő termelők pénzügyi biztonságára. A tavalyi év tapasztalatai bizonyítják, hogy kár esetén a díjtámogatott növénybiztosítás jelentős anyagi kompenzációt nyújt, hiszen 2013-ban több mint 2000 darab kárbejelentés érkezett szerződések alapján az Allianzhoz, a kárkifizetések összege pedig közel 900 millió forintot tett ki. A legjelentősebb károkat a jégesők okozták, az erre kifizetett összeg meghaladta a 700 millió forintot.

„Örömmel tapasztaltuk, hogy az elmúlt években megnőtt azoknak a pénzügyileg tudatos gazdáknak a száma, akik maguk szeretnék gondoskodni jövőjük biztonságáról – mondta Horváth Andrea, az Allianz Hungária Zrt. vezérigazgató-helyettese. – A 2012-ben bevezetett díjtámogatott növénybiztosítás hatékony szerepét az öngondoskodási hajlandóság erősödésében mi sem mutatja jobban, mint hogy a közel 3 milliárd forintos támogatási keret kihasználtsága közel 90 százalékos volt 2013-ban. Ez jelentős előrelépést jelent a 2012. évhez képest, amikor a keret kevesebb, mint 30 százalékát használták ki a gazdálkodók.”

Az Allianz tapasztalata szerint a nagyok mellett egyre több kistermelő is köt biztosítást, hiszen ők még inkább ki vannak téve az időjárás bizonytalanságából fakadó veszélynek, mert kevesebb a felhasználható pénzállományuk, amivel biztonságosan áthidalhatók a gazdálkodás veszteséges periódusai, vagy amivel újabb fejlesztésbe foghatnak. Továbbá egyértelműen látható, hogy bár a szántóföldi növénytermesztésben kötnek leggyakrabban növénybiztosítást, a díjtámogatás hatására a zöldség, gyümölcs termesztők is nagyobb hajlandóságot mutatnak. Kárnemek tekintetében a leggyakoribb a jégeső- és viharkárookra történő biztosításkötés, de az „A” típusú csomagbiztosítás is egyre népszerűbb, melyben nyolc kárnem együttes kötésére van lehetőség.

Az Allianz Mezőgazdasági növénybiztosítás elnevezésű termékéből az „A”, „B”, „C” szerződéstípusokra vehető igénybe díjtámogatás. Az „A” típusú mezőgazdasági biztosítás „csomag” meghatározott növényekre, és a jogszabályban felsorolt biztosítási eseményekre – úgy, mint a jégesőkár, aszálykár, árvízkar, téli fagykár, tavaszi fagykár, felhőszakadéskár, viharkár, valamint tűzkár – együttesen köthető meg. A „B” típusú mezőgazdasági biztosítás meghatározott növényekre, és az alábbi biztosítási eseményre külön-külön és együttesen is megköthető: jégesőkár, téli fagykár, viharkár (beleértve a homokverés kárt) valamint tűzkár. A „C” típusú mezőgazdasági biztosítás meghatározott biztosítási eseményekre és növényekre külön-külön és együttesen köthető úgy, mint: jégesőkár, aszálykár, árvízkar, téli fagykár, tavaszi fagykár, felhőszakadás kár, viharkár, tűzkár.

„A díjtámogatott növénybiztosítás 2012-es bevezetése óta az Allianz Hungária mindent megtett annak érdekében, hogy az agrárium biztosítással való lefedettsége, és ezáltal a termelés pénzügyi hátterének biztonsága javuljon. Oktatások, tájékoztatók és különböző sajtómegjelenések segítségével igyekeztünk felhívni a termelők figyelmét az új rendszer által nyújtotta lehetőségre. A fent említett pozitív tendenciák láttán, úgy érezzük, ez irányú erőfeszítésünk meghozta gyümölcsét” – foglalta össze Horváth Andrea” (<https://www.allianz.hu/hu/sajtoszoba/egyre-tudatosabbak-a-magyar-gazdak.html/>).

Megkerestük az Allianz Hungária Zrt.-t, mivel a biztosítótársaság az interneten elhelyezett hirdetéseiből, biztosítási kalkulátoraiból kiderült, hogy az árvízi kockázatra is köthető náluk biztosítás. A következő kéréssel kerestük meg a Biztosítót emailen keresztül:

„A 2015-ös évre vonatkozóan a következő adatokra lenne szükségünk (frissebb adatok is megfelelőek):

- hányan és átlagosan mennyit fizettek ingatlan vagy ingóságra biztosítást árvízi kockázattal kapcsolatban,

- átlagosan mennyit fizettek egy hektárra vonatkozóan a mezőgazdasági területeken bekövetkező árvízi károkkal kapcsolatban.

Bármilyen adattal tudnánk dolgozni, ami az árvízi kockázat biztosításával kapcsolatos, bármilyen bontásban (pl. területi), aggregáltan, de ha aggregált, akkor a biztosítottak számára/területére is szükség lenne, a fajlagos értékek kalkulálása érdekében.” Választ eddig nem kaptunk.

Ugyancsak rákerestünk az Aegon Biztosító lakásbiztosítási kalkulátorára, amelynek segítségével két területre, Nagykőrűre és Zalaegerszegre kértünk hipotetikus díjbecslést. A kalkuláció során egy-egy fiktív, a településen kívül minden másban megegyező tulajdonságú családi házat feltételeztünk. Az ingatlan építési éve 1996-ot jelöltük meg, 100 m²-es nagyságot feltételeztünk, és az ingatlanra és ingóságra egyaránt kértük a számítást. Az eredményeket a 44. ábra és a 45. ábra mutatja. A kalkulációban jól látható, hogy az összes biztosítási csomagban (mini, opti, maxi) 17 alapveszélynemre történő biztosítás is szerepel, köztük az árvíz is. Ugyanakkor az árvízi veszélyeztetettség miatti többletdíj-tartalom ezek alapján nem számítható ki, vagyis nem tudjuk, hogy kifejezetten az árvíz esetleges előfordulása miatt mennyivel kell többet fizetniük az ingatlan tulajdonosainak.

44. ábra Az Aegon Biztosító negyedéves díjfizetési kötelezettségei egy nagykőrűi ingatlan esetére vonatkozóan

	MINI 7 224 Ft /n.év	OPTI 8 307 Ft /n.év	MAXI 8 970 Ft /n.év
Főépület	26 300 000 Ft	26 300 000 Ft	26 300 000 Ft
Értéktárgyak	100 000 Ft	100 000 Ft	100 000 Ft
Háztartási ingóság	7 750 000 Ft	7 750 000 Ft	7 750 000 Ft
Felköltségbiztosítás	24 672 000 Ft	24 672 000 Ft	24 672 000 Ft
17 alap veszélynem	✓	✓	✓
Vízkar veszélynem (15 napos várakozási idő)	✓	✓	✓
Betöréses lopás veszélynem	✓	✓	✓
Üvegkar veszélynem	✓	✓	✓

Forrás: <https://www.aegon.hu/lakasbiztositas/lakasbiztositas-kalkulator.html>, a kalkuláció 2020. január 8-án történt.

45. ábra Az Aegon Biztosító negyedéves díjfizetési kötelezettségei egy zalaegerszegi ingatlan esetére vonatkozóan

	MINI 8 607 Ft /n.év	OPTI 9 690 Ft /n.év	MAXI 10 353 Ft /n.év
Főpület	29 000 000 Ft	29 000 000 Ft	29 000 000 Ft
Értéktárgyak	100 000 Ft	100 000 Ft	100 000 Ft
Háztartási ingóság	7 750 000 Ft	7 750 000 Ft	7 750 000 Ft
Felelősségbiztosítás	24 672 000 Ft	24 672 000 Ft	24 672 000 Ft
17 alap veszélynem	✓	✓	✓
Vízvár veszélynem (15 napos várakozási idő)	✓	✓	✓
Betöréssel lopás veszélynem	✓	✓	✓

Forrás: <https://www.aegon.hu/lakasbiztositas/lakasbiztositas-kalkulator.html>, a kalkuláció 2020. január 8-án történt.

A Nagykörűre és a Zalaegerszegre készített kalkulációk némi eltérést mutatnak a negyedévente fizetendő díjakban, de azok tartalmát áttekintve kiderül, hogy ennek a különbségnek az oka a két terület ingatlanjai becsült átlagos értékében meglévő különbség lehet (Nagykörűben a feltételezett ház értéke 26,3 millió HUF, míg a zalaegerszegié 29 millió HUF).

A fenti adatok, tények csak nagyon kevés betekintést adnak abba, hogy az árvízzel kapcsolatban mekkora összeget hajlandóak az emberek fizetni, tehát további számításokra nem használhatók, arra viszont rámutatnak, hogy – amennyiben erre a biztosítótársaságok is hajlandóak – adatokat lehetne gyűjteni az emberek tényleges fizetési hajlandóságáról az árvízi kockázatviselés megosztásának érdekében. Modellt erre vonatkozóan nem készítünk, de áttekintjük, milyen adatokra lenne szükség ahhoz, hogy modellt állíthassunk és konkrét szolgáltatás értékelést készíthessünk.

A biztosítási díjakból történő modellezéshez a következő adatokra lenne szükség:

- az árvízzel érintett területeken azok száma, akik ingatlanokra és ingóságra biztosítással rendelkeznek, az általuk átlagosan befizetett éves biztosítási díjak nagysága,
- az árvízzel érintett területeken azon ipari, kereskedelmi stb. gazdasági szervezetek/egyének száma, akik ingatlanokra és ingóságra biztosítással rendelkeznek, az általuk átlagosan befizetett éves biztosítási díjak nagysága,
- a mezőgazdasági tevékenységre vonatkozó biztosítással rendelkezők száma, a befizetett átlagos díjak éves nagysága, a biztosított kultúra területi megoszlása,
- arra vonatkozó adat, hogy a biztosítási díjak mekkora hányadát képezi a kifejezetten az árvízi kockázatok miatti rész.

Ha egy vízgyűjtőre (vagy azon belül egy-egy kisebb egységet képező öblözetre) vonatkozóan az összes adat rendelkezésre állna, úgy megtudhatnánk, összességében mekkora fizetési hajlandósággal rendelkezik a vizsgált térség lakossága/gazdálkodói. Ebből – területarányosan – képezhető lenne egy fajlagos, egy hektárra vonatkoztatott érték, amelyet tekinthetünk az ottani élőhelyek szolgáltatása értékének. Ha még a felszínborítást is figyelembe vennénk, akkor az egyes élőhelyek (erdő, gyep stb.) hasznosságát is megbecsülhetnénk (az arányosítást például az adott élőhely talajában és növényzetében megköthető víz mennyisége alapján végezhetnénk).

Tekintettel arra, hogy – legjobb tudásunk szerint - jelenleg a biztosítótársaságoknak nincs ezzel kapcsolatos kötelező adatgyűjtési és adatkiadási kötelezettsége, ezen adatok összegyűjtése a NÖSZTÉP-projekt keretében nem valósítható meg, hosszabb távon azonban érdemes lenne ezen adatok gyűjtése, nyilvánossá tételének megfontolása.

A módszer előnyei

- Legnagyobb előnyként az említhető, hogy az érintettek valós fizetési hajlandóságából indul ki az eljárás.
- Az adatok megléte esetén rendkívül egyszerű metódus alkalmazható.

A módszer hátrányai

- Jelentős az adatigénye, amelyek jelenleg a biztosítók „tulajdonait” képezik.
- A módszer magában foglalja azt a feltételezést, hogy az emberek által befizetett, árvíz elleni biztosításai valamilyen módon leképezik az ottani természet szolgáltatásait, ami nem feltétlenül igaz. Egy hipotetikus piac esetén (mint amilyen a feltételes értékelés vagy a feltételes választás) kifejezetten a természet szolgáltatásait értékeljük, és valamilyen változással kapcsolatban kérdezzük őket. A vagyoni biztosításkötés az egyének/gazdálkodó szervezetek árvízi kockázatainak csökkentését, illetve a felelősség megosztását szolgálják, és vajmi keveset mond el arról, az emberek milyen preferenciákkal rendelkeznek a táj, egy élőhely ezen szolgáltatása iránt.
- Az adatokban nem szerepelnek azok, akiknek semmilyen biztosításuk nincs, a biztosítás meg nem kötésének okait pedig nem igazán lehetne kideríteni, pedig előfordulhat, hogy közöttük is lennének olyanok, akik fizetnének, ha az aktuális akadály (pl. nemtörődömség, alacsony jövedelem stb.) elhárulna.

A rekreáció ökoszisztéma-szolgáltatás közgazdasági értékelésére vonatkozó javaslatok

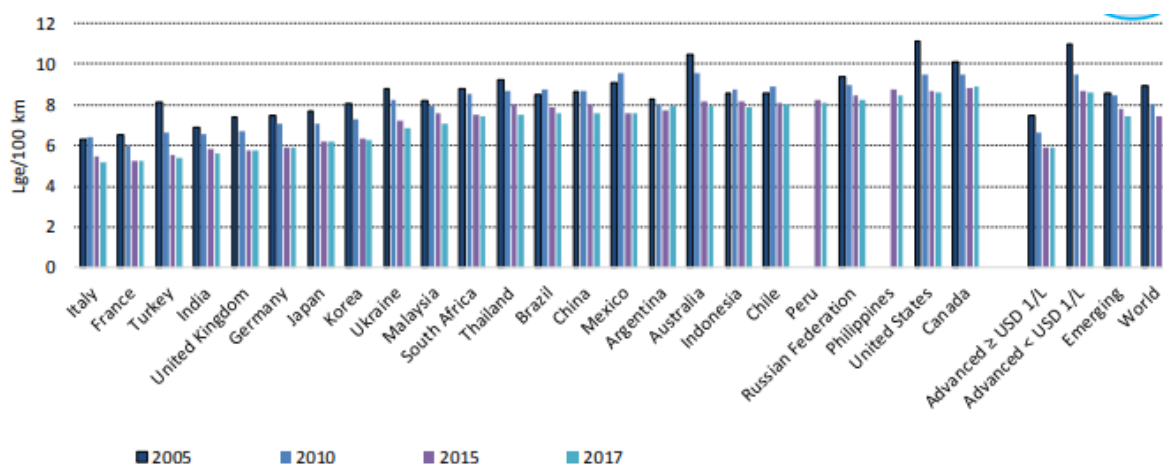
A rekreációs ökoszisztéma szolgáltatás vonatkozásában a Kulturális SzMCs döntésének megfelelően a gyalogos természetjáráshoz kapcsolódó rekreációs szolgáltatást értékeljük. A szakirodalmi áttekintés során összegyűjtött adatok segítségével többféle értékelési lehetőség is kínálkozik, ugyanakkor ezek mindegyike számos bizonytalansági forrást tartalmaz. Ezért úgy döntöttünk, hogy többféle kiindulási alapról több különböző becslést is készítünk.

A Pilisre vonatkozó hazai kutatások alapján készült becslés

A korábban bemutatott hazai kutatások közül egy tartalmaz olyan részletességű adatokat, melyek alapján (az utazási költség módszer segítségével) lehetséges pénzbeli értékbecslést adni. A Pilis és a Börzsöny területén készült kutatás (Benkhard és Csákvári, 2019), mivel tartalmaz adatokat a látogatók által megtett távolsággal és a helyszínen eltöltött idővel kapcsolatban, lehetőséget ad az utazási költségek becslésére. Ahhoz azonban, hogy az utazási költségek alapján a teljes terület rekreációs értékét kiszámítsuk, szükség van a látogatók számának ismeretére is. Erre vonatkozóan pontos adataink egyik helyszínre sincsenek, de a Pilis esetében több látogató-számlálás történt, melyekre támaszkodva megpróbálhatunk becslést adni. Az alábbiakban ezért a Pilisre vonatkozóan számítjuk ki az utazási költségeket és a rekreációs értéket. Ehhez a korábban bemutatott cikkben (Benkhard és Csákvári, 2019) található adatokon kívül felhasználtuk a szerzőktől közvetlenül kapott részletesebb információkat is.

Az utazási költségek két lényeges elemből tevődnek össze. Az első a közvetlen költség, vagyis az a tényleges kiadás, amelyet a látogatók az utazásra költenek. Mivel esetünkben a területre nincsen belépődíj, illetve az egynapos utazásoknál szállásköltség sem merül fel, a közvetlen költséget egyedül a területre való eljutás költsége jelenti. A másik összetevő az utazással, illetve a helyszínen eltöltött idő költsége. Az eljutási költségek a rendelkezésre álló adatok alapján a megtett távolságból becsülhetőek. (Az utazási költség módszer alkalmazásánál előfordulnak olyan felmérések is, amelyeknél nem számítják, hanem a válaszadóktól kérdezik meg az utazásra fordított összeget, itt azonban ez nem történt meg.) Mivel a megtett távolság kiszámításánál a kutatók úgy vették, mintha mindenki autóval érkezett volna a területre (és az esetek többségében ténylegesen így is történt), mi is az autóval való utazás költségeiből indultunk ki. Ennek kiszámításához a megtett távolságon kívül az autók fogyasztását, illetve a kérdéses időszakban jellemző üzemanyag árat szükséges ismerni. Ami az autók átlagos fogyasztását illeti, erre vonatkozóan nem állnak rendelkezésre hivatalos hazai adatok, viszont az újonnan üzembe helyezett autók átlagos fogyasztásának alakulására vonatkozóan találunk információkat a Nemzetközi Energiaügynökség tanulmányában (46. ábra).

46. ábra Az új személyautók átlagos fogyasztásának alakulása



Forrás: IEA, 2019, p. 4.

A felmérésre 2017-18-ban került sor, ekkor a hazai gépjármű-állomány átlagos életkora a KSH szerint 14,1, 2018-ban pedig 14,2 év volt, de feltételezhető, hogy a Pilisben kirándulók körében ez valamivel alacsonyabb, mivel Közép-Magyarországon az országos átlagnál magasabbak a jövedelmek, és láttuk, hogy a természetjárás, mint szabadidős tevékenység is a magasabb jövedelmű rétegek körében népszerűbb. Ezért a fenti ábra adatai közül a magas üzemanyag árakkal rendelkező fejlett országok és a feltörekvő országok 2005-ös adatainak figyelembevételével a számításokhoz 8 l/100 km-es átlagos fogyasztást veszünk alapul. A számításhoz az üzemanyag árát a NAV 2017-re és 2018-ra vonatkozó hivatalos értékeinek átlaga alapján (figyelembe véve a benzines és dízel autók hazai arányát is) 366 Ft/l-ben határoztuk meg.

A Pilisben a fél napos látogatók (a látogatók 58,5%-a) átlagosan 40,2 km, az egész napos látogatók (30,5%) pedig átlagosan 53,5 km távolságról érkeztek. (A több napra érkezők - 11% - vonatkozásában az utazási távolság sajnos nem ismert.) Előbbi esetben az elfogyasztott üzemanyag mennyisége tehát az oda-vissza útra vonatkozóan átlagosan $0,08 \cdot 40,2 \cdot 2 = 6,432$ l, költsége pedig $6,432 \cdot 366 = 2\,354$ Ft. Utóbbiak esetében az elfogyasztott üzemanyag mennyisége $0,08 \cdot 53,5 \cdot 2 = 8,56$ l, költsége $8,56 \cdot 366 = 3\,133$ Ft. Az egy főre eső utazási költség szempontjából az is lényeges, hogy hányan utaztak egy autóval – az eredeti kutatásból sajnos csak az együtt kiránduló társaságok létszáma ismert, és az is csak sávosan áll rendelkezésre. Eszerint 9% kirándult egyedül, 39% kettesben, 37% 3-5 fős csoportban, a fennmaradó 14% pedig ennél nagyobb társaságban. Míg a nagyobb csoportoknál nyilvánvaló, hogy nem érkezhettek egy autóval, a 3-5 fős társaságoknál sajnos nem tudjuk, hogy együtt is utaztak-e. Az egy autóban utazók átlagos számát tehát becsülnünk kell, a fenti számok alapján 2,5 főben határoztuk meg. Ennek alapján a félnapos látogatások egy főre eső útiköltsége $2354/2,5 = 942$ Ft, az egy napos látogatásoknál ugyanez $3133/1,8 = 1\,740$ Ft.

Ami az utazással eltöltött időt illeti, láthattuk, hogy ezt nem minden esetben veszik figyelembe a költségek között. A mi álláspontunk azonban az, hogy ezt mindenképpen érdemes megtenni, hiszen a természetjárás rekreációs értékét nagyon jól mutatja az, ha valaki úgy dönt, hogy számos más lehetőség közül éppen ezzel tölti idejét, ami éppen olyan

korlátozottan áll rendelkezésre, mint az anyagi javak. Amennyiben a ráfordított időt nem vennék költségként figyelembe, ezzel azt állítanánk, hogy az erdő közvetlen közelében lakók számára (akiknek az odajutás nem jár tényleges kiadással) a természetjárás nem bír rekreációs értékkel, ami nyilvánvalóan nem felel meg a valóságnak. Ezért tehát úgy döntöttünk, hogy az időt (amely magában foglalja mind az utazással, mind pedig a helyszínen eltöltött időt), a szakirodalmi ajánlásoknak megfelelően (lásd pl. Marjainé Szerényi et al., 2005) az órabér 30%-ának megfelelő értéken vesszük figyelembe. A KSH adatai alapján a teljes munkaidőben foglalkoztatottak havi nettó átlagkeresete (a családi kedvezményeket is figyelembe véve) 2017-ben 205 400, 2018-ban pedig 228 000 Ft volt, vagyis átlagosan 216 700 Ft. A teljes munkaidő havi 176 óra, tehát az átlagos nettó órabér 1 231 Ft, ennek 30%-a pedig 369 Ft.

Sajnos az eltöltött idő vonatkozásában csak azt tudjuk, hogy a megkérdezettek milyen arányban érkeztek fél, illetve egy napra a Pilisbe, azt viszont nem, hogy ezek a kategóriák pontosan hány órát jelentenek. Amennyiben feltételezzük, hogy a fél napos tartózkodás átlagosan 4, az egész napos pedig átlagosan 8 órát jelent (és ebben az utazással eltöltött idő már benne van), úgy $4 \cdot 369 = 1476$ Ft, illetve $8 \cdot 369 = 2\,952$ Ft-ot kapunk az idő költségére vonatkozóan, ezt kell hozzáadnunk az útiköltséghez, hogy megkapjuk egy látogatás teljes értékét, vagyis a félnapos utazásoknál $942 + 1476 = 2\,418$ Ft, az egynapos utazásoknál pedig $1253 + 2952 = 4\,205$ Ft.

A Pilis területének teljes rekreációs értékét úgy kaphatjuk meg, ha ezt az egy látogatásra vonatkozó becslést megszorozzuk a látogatások számával. Sajnos erre vonatkozóan pontos adatok nem állnak rendelkezésünkre, azonban a Pilis területén több alkalommal is történt látogató számlálás, mely alapján szakértői becslés adható. A Csákvári Edinától kapott információk alapján azokon a hétvégéken, amikor végeztek számlálást, a látogatók száma a Pilisi Bioszféra Rezervátum területén (az időjárástól és egyéb tényezőktől függően) 10 és 17 ezer fő között volt. Amennyiben ennek alapján a hétvégi látogatószámot átlagosan (óvatos becsléssel) 12 ezer főre tesszük, úgy egy év alatt $12\,000 \cdot 52 = 624\,000$ fő keresi fel a Pilist a hétvégéken (mivel természetesen egy ember egy év során többször is ellátogathat a Pilisbe, ezért ez a szám valójában nem a látogatók, hanem a látogatások számát jelenti). Ami a hétköznapokat illeti, a Prédikálószerék tetején található kilátóban működő látogató-számláló adatai alapján elmondható, hogy a látogatók kb. kétharmada érkezik hétvégén, egyharmada pedig hétköznap (Pilisi Parkerdő 2018b). Amennyiben ezt az arányt a Pilis egész területére érvényesnek fogadjuk el, úgy a hétköznapra eső látogatások száma $624\,000/2 = 312\,000$, az éves látogatásszám pedig $624\,000 + 312\,000 = 936\,000$. Amennyiben az átlagos hétvégi látogatószámra vonatkozóan magasabb becsléssel (15 ezer fő) élünk, úgy egy évre $780\,000$ hétvégi és $390\,000$ hétköznapra látogatás esik, tehát a teljes látogatásszám $1\,170\,000$.

Az eredeti felmérésben a Pilisbe kirándulási céllal érkező válaszadók 58,5%-a fél napra, 30,5 egy napra, 11%-a pedig ennél hosszabb időre érkezett. Mivel a több napra érkezők vonatkozásában nem tudjuk sem a megtett távolságot, sem azt, mennyit költöttek szállásra, továbbá abban sem lehetünk biztosak, hogy az utazás valamennyi napját kirándulással töltötték, ezért az ő vonatkozásukban is az egynapos látogatókra vonatkozó értékekkel számoltunk (ami értelem szerűen lefelé torzítja a kapott értékeket). Az alacsonyabb látogatószámmal számolva tehát fél napra érkezett $936\,000 \cdot 0,585 = 547\,560$ fő, az általuk élvezett rekreációs szolgáltatás éves értéke $547\,560 \cdot 2\,418 = 1\,324\,000\,080$ Ft. Egész napra (vagy annál hosszabb időre) érkezett $936\,000 \cdot 0,415 = 388\,440$ fő, az általuk élvezett rekreációs szolgáltatás éves értéke $388\,440 \cdot 4\,205 = 1\,633\,390\,200$ Ft, vagyis összesen $2\,957$

390 280 – közel 3 milliárd – Ft. A magasabb, 1 170 000-es éves látogatószámmal számolva ugyanez $1170000*0,585*2418 + 1170000*0,415*4205 = 3\,696\,737\,850$ Ft, vagyis közel 3,7 milliárd Ft. Ezek az összegek jelentik tehát a Pilisi Bioszféra Rezervátum területén található erdők által a gyalogos természetjárók részére nyújtott rekreációs ökoszisztéma szolgáltatás becsült éves értékét. Számításainkat a 67. táblázatban foglaljuk össze.

67. táblázat A gyalogos természetjárás éves rekreációs értéke a Pilisi Bioszféra Rezervátum területén

	Költségek (Ft/látogatás)			Látogatások száma (ezer)		Teljes éves rekreációs érték (millió Ft)	
	útköltség	eltöltött idő költsége	összes költség	alsó becslés	felső becslés	alsó becslés	felső becslés
Fél napra	942	1476	2418	547,56	684,45	1324	1655
Egész napra	1253	2952	4205	388,44	485,55	1633,4	2041,7
Összesen				936	1170	2957,4	3696,7

A fenti számok ugyanakkor kizárólag a Pilisi Bioszféra Rezervátum vonatkozásában érvényesek, nem lehet őket az ország más területeire vonatkoztatni. (Láttuk például, hogy a Pilisi Parkerdő által kezelt területek éves látogatószáma (csak a kirándulók vonatkozásában) évi 18,5 millió fő körül van (Pilisi Parkerdő, 2018a). Ha tehát ebből a Pilisi Bioszféra Rezervátum területére évente mintegy 1 millió látogató érkezik, akkor elmondható, hogy a látogatások nagy többsége a Budapesten vagy közvetlen közelében található erdőkre irányul. Ezek értékét azonban hiba lenne a fenti számítások alapján becsülni, hiszen itt az utazási költség és a látogatások időtartama minden bizonnyal jóval alacsonyabb. (Erre vonatkozóan azonban sajnos egyáltalán nincsenek hazai adataink.) Az ország egész területére vonatkozóan ezért külföldi kutatások alapján, a haszonátvitel módszerével végzünk számításokat.

A haszonátvitel módszerével készült becslések

A haszonátvitel alkalmazásának alapjai

Az alábbiakban a korábban bemutatott külföldi kutatások közül az erre alkalmasakat használjuk fel a hazai erdők által nyújtott rekreációs szolgáltatás értékelésére. Az alkalmasságnál az a döntő, hogy a vizsgált szolgáltatás (gyalogos természetjárás rekreációs értéke), illetve a vizsgált terület (erdős területek) minél inkább hasonló legyen ahhoz, amit értékelni kívánunk. Amennyiben konkrét területet szeretnénk értékelni, fontos lenne a nagyfokú hasonlóság (pl. a terület környékén jellemző népsűrűség, a terület megközelíthetősége, természeti értékei stb.), azonban, mivel az a célunk, hogy az ország erdős területeinek egészére vonatkozóan képet kapjunk a rekreáció értékéről, a haszonátvitelhez is általános, átlagos értékeket kerestünk, melyekben egyaránt benne vannak a nagyvárosokhoz

közeli és távolabbi, magasabb ill. alacsonyabb vonzerővel rendelkező területek. A cél tehát valamilyen egy főre vagy egy látogatásra eső átlagos érték azonosítása és alkalmazása, nem pedig a külföldi tanulmányok összesített eredményének átvétele. Mivel ezeket a szempontokat már a szakirodalom feldolgozásánál szem előtt tartottuk, a bemutatott tanulmányok nagy része a hasznávitelre alkalmas - egyedül Grilli et al. (2014) tanulmányát hagytuk ki, mivel az kifejezetten a hegyvidéki erdőségekre koncentrált, továbbá ugyancsak nem használjuk az amerikai adatokat, mivel ezek nagyságrendileg kilógnak az európai értékek közül.

A hasznávitel során természetesen szükség van a külföldi értékek átszámítására. Ez nemcsak a pénznemek közötti átváltást jelenti, hanem az időbeli korrekciót is, vagyis minden értéket át kell számítani a NÖSZTÉP fókuszában álló 2015-ös évre. Ezen kívül felmerül a kérdés, hogy alkalmazzunk-e jövedelmi korrekciót? Mivel az alább közölt értékek mindegyike vagy feltételes értékeléssel, vagy utazási költség módszerrel történő becslésen alapul, és mindkét módszer eredményei általában összefüggést mutatnak a válaszadók jövedelmével, indokoltnak tartjuk a jövedelmi korrekció elvégzését. Mivel az értékek lényegében fogyasztói döntéseken alapulnak, ezért a jövedelmi korrekció alapja a vásárlóerő paritáson számolt egy főre eső nettó jövedelem.³⁰ Emellett láttuk, hogy a jövedelemnél nagyobb hatással is bírhatnak az értékekre a kirándulással kapcsolatos preferenciák - ez szintén korrekciót tenne szükségessé, azonban a kirándulási szokásokra vonatkozóan sajnos nem állnak rendelkezésre olyan pontos adatok, mint a jövedelem esetében. Ezt a tényezőt tehát nehezebb figyelembe venni, azonban, amint azt alább látni fogjuk, a becslés során törekedtünk rá.

Az átszámítás során felmerül az a kérdés, hogy az országok közötti átszámításra (pénznem átváltás, jövedelmi korrekció) az időbeli átszámítás előtt vagy után kerüljön-e sor. (Azaz például egy 2010-es GBP összeget előbb konvertáljunk forintra és korrigáljuk a jövedelemmel, majd a hazai inflációs értékek felhasználásával számítsuk át 2015-re, vagy pedig a brit inflációs adatok segítségével először számítsuk ki a 2015-ös GBP értéket és ezt konvertáljunk aztán hazai értékre.) A kétféle számítási módon kapott értékek között esetenként jelentős lehet az eltérés. E tanulmányban gondos mérlegelés után úgy döntöttünk, hogy először az időbeli korrekciót végezzük el a külföldi inflációs ráták alapján, és 2015-ben konvertáljuk az összegeket forintra és végezzük el a jövedelmi korrekciót, mégpedig azért, mert az árfolyamokat és a jövedelmek arányát tekintve jelentős változások történtek a korábbi években, ezért 2015-re vonatkozóan reálisabb képet kaphatunk, ha ezekre vonatkozóan a frissebb adatokat alkalmazzuk.

Az alábbi táblázatokban összefoglaljuk azokat az adatokat, amelyeket az átszámításhoz használtunk. Az inflációt illetően minden országnál az Eurostat által közölt harmonizált fogyasztói árindexeket (HICP) vettük alapul (68. táblázat). Az árfolyamoknál a Magyar Nemzeti Bank által megadott hivatalos éves átlagárfolyamokat használtuk (69. táblázat), a

³⁰ Ez a gyakorlatban azt eredményezi, hogy ugyanaz az erdő, ugyanazzal a látogatottsággal nagyobb rekreációs értéket képvisel, amennyiben gazdagabb országban található, illetve magasabb jövedelműek látogatják. Ez a tény első hallásra talán furcsának, sőt, igazágtalannak tűnhet, azonban nagyon is racionális, ha belegondolunk, hogy az ökoszisztéma-szolgáltatások pénzbeli értékelésének általában az a célja, hogy segítse a szakpolitikákat, beruházásokat érintő döntéshozatalt. Ez tehát azt jelenti, hogy versengő célok közül kell döntenie a szűkös erőforrások felhasználásáról, egy szegényebb országban pedig egyrészt összességében kevesebb forrás áll rendelkezésre, másrészt a többi versengő célhoz kapcsolódó költségek és hasznok is alacsonyabbak lesznek, mint egy gazdagabb területen.

jövedelmi korrekcióhoz pedig szintén az Eurostat által közölt, vásárlóerő paritáson számolt átlagos egy főre eső nettó jövedelmeket vettük alapul (70. táblázat).

68. táblázat Az inflációs ráta (HICP) alakulása az EU különböző országaiban

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
EU átlag (2004 előtt 15, utána 25 ország)	2,2	2,1	2,0	2,0	2,2	2,2	2,3	3,7
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
EU átlag (2004 előtt 15, utána 25 ország)	1,0	2,1	3,1	2,6	1,5	0,6	0,1	
Egyesült Királyság	2,2	3,3	4,5	2,8	2,6	1,5	0,0	
Lengyelország	4,0	2,6	3,9	3,7	0,8	0,1	-0,7	
Németország	0,2	1,1	2,5	2,2	1,6	0,8	0,7	

Forrás: Eurostat, 2020a

69. táblázat Az MNB hivatalos éves átlagárfolyamai 2015-re vonatkozóan

Pénznem	EUR	GBP
HUF	309,9	427,1

Forrás: MNB, 2020

70. táblázat Az egy főre eső átlagos éves nettó jövedelem vásárlóerő-paritáson, 2015-ben (EUR-ban)

Magyarország	Egyesült Királyság	Lengyelország	Németország
8978	21160	11419	23155

Forrás: Eurostat, 2020b

Használatvitel az egy főre eső éves rekreációs érték alapján

A külföldi szakirodalomban találtunk olyan kutatást, amely közvetlenül (az egyes látogatások értékelése nélkül) ad becslést az erdős területek által nyújtott rekreációs szolgáltatás éves értékére a feltételes értékelés módszerének alkalmazásával. Elsasser és Weller (2013) németországi kutatásáról van szó, melyben az erdők látogatására vonatkozó éves fizetési hajlandóságot becsülték. Esetünkben természetesen nem a végső eredményt, vagyis a teljes

német lakosságra vonatkozó értéket lehet átvenni, hanem az egy főre eső értéket, mely átlagosan 27, az erdőket ténylegesen látogatók körében pedig 32 EUR volt (2011-es értéken).

A haszonátvitel során az utóbbi értékből indulunk ki, mivel az előbbi érték alkalmazásánál jelentős torzításhoz vezetne, hogy a magyar lakosság kirándulási szokásai eltérnek a németektől. A német kutatásban a 14 év fölötti lakosságra reprezentatív mintából 76,4% nyilatkozott úgy, hogy legalább évente egyszer felkeres valamilyen erdős területet kikapcsolódás céljából. Sajnos a közvetlen összehasonlítást lehetővé tevő hazai adat nem áll a rendelkezésünkre, de a Magyar Turisztikai Ügynökség 2017-es felméréséből láttuk, hogy a hazai aktív korú lakosság 17,2%-a rendszeresen, 31,5% pedig alkalomszerűen túrázik - amennyiben feltételezzük, hogy ők azok, akik legalább évente egyszer túráznak, ez 48,7%-ot jelent, ami jóval alacsonyabb a német aránynál. (Az összehasonlítást megnehezíti, hogy a német kutatásban a 14 év feletti, itthon viszont csak az aktív korú lakosságot vizsgálták.)

A 32 EUR-s érték 2015-re átszámítva 33,73 EUR-t jelent (a 68. táblázatban található német inflációs értékek felhasználásával, tehát $32 \cdot 1,022 \cdot 1,016 \cdot 1,008 \cdot 1,007$), ami 2015-ös árfolyamon 10 453 Ft ($33,73 \cdot 309,9$). A pénznem átváltás után következik a jövedelmi korrekció. A 70. táblázatban található adatok alapján elmondható, hogy 2015-ben a hazai egy főre eső átlagos jövedelem (vásárlóerő-paritáson) 38,77%-a volt a német értéknek, ennek alapján a korrigált hazai érték $10453 \cdot 0,3877 = 4 052,6$ Ft/fő/év.

2015-ben a hazai 14 év fölötti népesség lélekszáma a KSH adatai szerint 8 428 385 fő volt. Amennyiben tehát közülük az erdőket látogatók arányát 48,7%-nak vesszük, ez 4 104 623 főt jelent, akikre a 4 052,6 Ft-os értéket kiterjeszthetjük. A hazai erdők teljes éves rekreációs értékére vonatkozóan tehát $4052,6 \cdot 4104623 = 16 634 395 170$ Ft-ot kapunk.

Ez az érték annyiban valószínűleg felfelé torzít, hogy a számításnál feltételeztük, hogy a 65 év fölötti lakosság ugyanolyan arányban látogatja az erdőt, mint a 65 év alattiak, noha a valóságban az idősek (legalábbis a nagyon idős korosztály) közül alighanem kevesebben járnak kirándulni. Másrészt viszont az a tény, hogy a haszonátvitel alapjául szolgáló eredeti felmérés a feltételes értékelés módszerével készült, amint azt korábban tárgyaltuk, erősen lefelé torzíthatja az értékeket.

Haszonátvitel az egy látogatásra eső éves rekreációs érték alapján

Amint korábban láttuk, a külföldi kutatások jelentős része egy látogatásra vonatkozóan adja meg a rekreációs tevékenység átlagos értékét. Ezen értéket a látogatások számával megszorozva kapjuk a teljes éves értéket, tehát

$$R = N \times P$$

ahol R egy adott terület (ami lehet egy konkrét helyszín, vagy esetünkben az ország teljes erdős területe) éves rekreációs értéke, N az adott területre irányuló látogatások száma egy év alatt, P pedig az egy látogatáshoz kapcsolódó rekreációs érték. A számítások elvégzéséhez tehát becsülnünk kell a hazai erdőkben az éves (rekreációs, ezen belül természetjárás célú) látogatások számát, valamint az egy látogatásra jutó külföldi értékekből hazai értéket kell számítanunk.

A látogatások számának becslése hazai kutatások alapján

Magyarország teljes területére vonatkozóan sajnos nincs adat az erdők látogatottságára vonatkozóan, az irodalmi áttekintésben bemutatott felmérések alapján ugyanakkor bizonyos feltételezésekkel élve lehetséges becslést adni.

a) A Magyar Turisztikai Ügynökség 2017-es, aktív szabadidővel kapcsolatos felmérése alapján

A Magyar Turisztikai Ügynökség megbízásából 2017-ben készült felmérésekből (Máthé – Császár 2019) kiderült, hogy a hazai aktív korú lakosság 17,2%-a rendszeresen, 31,5% pedig alkalmoszerűen túrázik. A hazai aktív korú lakosság lélekszáma. 2015-ben a KSH adatai szerint kb. 6 250 000 fő körül alakult. Sajnos az MTÜ felmérése nem határozta meg pontosan a “rendszeresen”, illetve az “alkalmoszerűen” kifejezések tartalmát - amennyiben pl. alsó becsléssel élve feltételezzük, hogy a rendszeres túrázás átlagosan havi egy (vagyis évente 12), az alkalmoszerű pedig átlagosan évente két alkalmat jelent, úgy a látogatások teljes száma évente $6250000 * 0,172 * 12 + 6250000 * 0,315 * 2 = 16\ 837\ 500$.

Felső becslésként pedig (ha rendszeres túrázás alatt havonta kettő, az alkalmoszerű alatt pedig évente három alkalmat értünk), úgy 31 706 300 látogatást kapunk.

Mindkét szám ugyanakkor biztosan lefelé torzít abból a szempontból, hogy csak az aktív korú népességet tartalmazza, miközben nyilván az ennél fiatalabbak, illetve idősebbek is járnak kirándulni, számukra is nyújt rekreációs értéket az erdők meglátogatása.

b) A Magyar Turisztikai Ügynökség 2016-os, utazási szokásokkal kapcsolatos felmérése alapján

Az utazási szokásokkal kapcsolatos 2016-os felmérésekből (Magyar Turisztikai Ügynökség, 2016) tudjuk, hogy a háztartások 64,78%-ában fordult elő belföldi utazás, átlagosan 4,8 alkalommal, 1,8 fő részvételével, 5,5%-ban természetjárás céljával. A KSH adatai szerint a magánháztartások száma Magyarországon 2016-ban 4 021 000 volt. A reprezentatív felmérés adatait valamennyi háztartásra kiterjesztve tehát azt kapjuk, hogy **egy év alatt** $4021000 * 0,6478 * 4,8 * 0,05 = 625\ 150$ fő vett részt olyan egynapos utazáson, melynek a természetjárás volt a fő célja. (Itt a fő bizonytalansági tényező, hogy az 1,8-as átlagos résztvevő szám a felmérésben valamennyi egynapos utazásra vonatkozik, nem tudjuk, hogy a természetjárás céljából tett utazásokra hasonlóan alakul-e.) Mindenesetre látszik, hogy ez a szám jóval alacsonyabb az előzőekben számolt 16-32 milliós látogatásszámnál, ami nyilván annak tudható be, hogy az emberek gyakran a lakóhelyük közvetlen közelében található erdőkben kirándulnak, amihez nem szükséges utazást tenni. Emiatt ezt a becslést a további számítások során nem használjuk fel.

c) A Pilisi Parkerdő adatai alapján

Amint azt korábban láttuk, a Pilisi Parkerdő területére irányuló gyalogos természetjárás kb. 18,5 millió látogatást tesz ki évente (Pilisi Parkerdő, 2018a).

E szám alapján is megpróbálhatunk országos becslést adni, amennyiben feltételezzük, hogy a Pilisi Parkerdő területe nagyjából kielégíti a budapesti agglomeráció lakosságának kirándulási igényeit. Ez nagyjából az ország népességének egynegyedét jelenti, vagyis, ha feltételezzük, hogy az ország többi részének lakói nagyjából hasonló gyakorisággal látogatják a hozzájuk közel eső erdőket, mint a budapestiek a Pilisi Parkerdő területét, akkor országosan $18,5 \text{ millió} * 4 = 74 \text{ millió látogatás}$ adódik. (Természetesen a budapestiek nemcsak a főváros közeli erdőségeket látogatják, hanem távolabbra is utaznak kirándulni, azonban ugyanígy a Pilisi Parkerdő területének látogatói között az ország más tájairól érkező is szerepelnek, ez tehát talán nem torzítja túlzottan a becslést.) Ez az egyszerű számítás azonban valószínűleg módosításra szorul amiatt, hogy a budapest környéki lakosság kirándulási szokásai eltérhetnek az ország más részének jellemzőitől. A közvélemény kutatásokból (Máthé-Császár 2019, Századvég 2019) kiderül, hogy a túrázást, mint szabadidős tevékenységet az átlagosnál jobban kedvelik a magasabb végzettséggel és jövedelemmel rendelkezők, illetve általában a városi lakosság, vagyis a budapesti agglomeráció adatait felszorozva alighanem jelentősen túlbecsüljük a hazai erdők látogatottságát.

A Pilisi Parkerdő adatai mégis arra engednek következtetni, hogy az MTÜ 2017-es felmérése alapján számolt 15-30 milliós látogatásszám tekintetében a magasabb értéket érdemes elfogadni - ezt kiterjesztve az aktív korúakra a teljes népességre országosan **40-50 millió** körüli látogatásszámot feltételezhetünk.

A fenti felmérések adatai nem kellően részletesek ahhoz, hogy a látogatások teljes számán belül differenciáljunk az egy, illetve a többnapos látogatások között, ami a további számításokban némileg lefelé torzítja az értékeket, hiszen az alább bemutatott, egy látogatásra vonatkozó átlagos értékek mind az egynapos (vagy annál rövidebb) látogatásokra vonatkoznak. A többnapos utazások esetében nyilván magasabb lenne az egy látogatásra jutó érték, hiszen hosszabb az eltöltött idő és más többletköltségek is jelentkeznek (pl. szállás). Ezeknél azonban mindig jelentős nehézséget jelent, hogy a többnapos utazások gyakran nem egyetlen céllal történnek (pl. a kirándulás mellett városnézés vagy strandolás is szerepel a programok között), így nagyon nehéz kizárólag az egyik tevékenységre vonatkozó értéket megállapítani. Alighanem ennek tudható be, hogy a szakirodalomban talált külföldi kutatások is többnyire csak az egy napot meg nem haladó látogatásokra vonatkozó értékeket közölnek. A továbbiakban tehát valamennyi látogatást úgy tekintünk, mintha egynapos vagy annál rövidebb lenne, számításaink ezért alsó becslésnek tekinthetők.

Az egy látogatásra jutó érték becslése a külföldi esetek alapján

a) Az Egyesült Királyság (Sen et al., 2014) adatai alapján

Korábban láttuk, hogy a külföldi országok közül a szabadtéri kikapcsolódási szokásokkal kapcsolatban a legrészletesebb információkat Angliában gyűjtik, és az erre épülő (utazási költség módszerén alapuló) kutatások átlagosan 3,34 GBP rekreációs értéket tulajdonítanak egy erdős területre irányuló látogatásnak (Sen et al., 2014).

Ezen érték átvételéhez természetesen több módosítást is el kell végeznünk. Először is a felmérésben szereplő 2010-es GBP értéket 2015-ös értékre kell átszámítanunk. A 68. táblázat adataival számolva a 2010-es 3,34 GBP értéke 2015-ben $3,34 * 1,045 * 1,028 * 1,026 * 1,015 * 1 = 3,74$ GBP. 2015-ben az átlagos árfolyam 427,1 HUF/GBP volt, vagyis ez $3,74 * 427,1 = 1\,597,35$ Ft-ot jelent. A fenti érvelésünknek megfelelően ezt az értéket még korrigáltuk a jövedelmi különbségekkel – a 70. táblázatban látható adatok szerint 2015-ben az egy főre eső átlagos éves nettó jövedelem vásárlóerő-paritáson Magyarországon 8 978 EUR, az Egyesült Királyságban pedig 21 160 EUR volt. A magyar összeg tehát csupán 42,43%-a az angolnak, ennek alapján az egy látogatásra eső érték Magyarországon $1597 * 0,424 = 677$ Ft.

b) Zandersen és Tol (2009) alapján

Valamivel régebbi, de számos kutatás eredményeire támaszkodó becslést olvashattunk Zandersen és Tol (2009) tanulmányában. Eszerint egy erdős területre irányuló látogatás rekreációs hasznának medián értéke 4,52 EUR (2000-es EUR értéken). Ahogy korábban bemutattuk, ez az érték egy meta-elemzésből származik, melyben az erdők által nyújtott rekreációs szolgáltatás értékével kapcsolatos számos, különböző európai országokban készült tanulmány szerepelt. A mai érték kiszámításához ezért az EU-tagországok inflációs rátáinak súlyozott átlagát használjuk, melynek alakulása a 68. táblázatban látható. Ezek felhasználásával kapjuk, hogy a 4,52 EUR 2015-ös értéke 6,06 EUR. A 2015-ös átlagos árfolyam az MNB hivatalos adatai szerint 309,9 HUF/EUR volt, vagyis 6,06 EUR értéke forintban 1 878 Ft.

Ezután következik a jövedelmi korrekció. Mivel Zandersen és Tol (2009) a fent közölt medián érték kiszámításánál a különböző országokból származó értékeket a vásárlóerő paritások felhasználásával hozta közös nevezőre, ezért a hazai jövedelmet az (akkori, 15 országból álló) EU átlagos egy főre eső jövedelmével kellene összehasonlítani. Sajnos azonban ilyen adatot nem közöl az Eurostat, így itt az átlagos egy főre eső jövedelem helyett az átlagos keresetekkel számoltunk (természetesen továbbra is vásárlóerő-paritáson). Az egy főre eső nettó átlagkereset az EU 15 nyugati tagállamában 2015-ben 37 978 EUR volt, Magyarországon pedig 17 746 EUR. Az arány 46,7%, ami azt jelenti, hogy a közvetlen átváltással kapott 1 878 Ft 46,7%-a, **877 Ft** lesz az egy látogatásra jutó érték, ami magasabb, de nagyságrendileg nem különbözik az előző, angol adatokon alapuló becsléstől.

c) Bartczak et al. (2008) lengyelországi kutatása alapján

A harmadik külföldi forrás, ahol az értékelés tárgya kellően hasonló a miénkhez, hogy használati eljárás keretében felhasználjuk, a lengyel eset (Bartczak et al., 2008), melyben az utazási költség módszerrel kapott (és a fizetési hajlandóság vizsgálathoz képest megbízhatóbbnak tekintett) érték egy látogatásra vonatkozóan 6,93 EUR volt (2005-ös EUR értéken). Mivel lengyelországi kutatásról van szó, ezért, bár a szerzők a nemzetközi olvasóközönségre gondolva euróban közlik eredményeiket, mégis a lengyel inflációs adatokkal (lásd 68. táblázat) számítjuk át azokat mai értékre. Eszerint a 2005-ös 6,93 EUR 2015-ös értéke 8,65 EUR. A 2015-ös 309,9 HUF/EUR átlagárfolyam felhasználásával ennek forintértéke 2 680,6 Ft. Az egy főre eső jövedelem Lengyelországban 2015-ben 11 419 EUR volt vásárlóerő paritáson számolva, a hazai 8 978 EUR ennek 78,6%-a, így az egy látogatásra jutó hazai érték $2680,6 \cdot 0,786 = 2\ 107\ \text{Ft}$, ami jóval magasabb az előző értékeknél.

A kérdés tehát az, hogy a fenti, eltérő értékek közül melyiket fogadjuk el és használjuk fel a hazai erdők által nyújtott rekreációs szolgáltatás értékeléséhez. Már említettük, hogy az érvényes használati kulcsa az eredeti tanulmányban szereplő és az értékelendő eset, illetve terület közötti hasonlóság. Azt nehéz volna megítélni, hogy például "szépség", természetesség vagy infrastruktúra tekintetében az angol vagy a lengyel erdőségek állnak-e közelebb a magyarországiakhoz, abban azonban biztosak lehetünk, hogy a lakosság kirándulási szokásai összefüggenek az értékekkel, egyaránt tükrözik a szabadidő eltöltésével kapcsolatos preferenciákat, illetve a környékbeli területek vonzerejét.

Korábban már láttuk, hogy a magyar lakosság valamivel kevesebb mint fele szokott rendszeresen vagy alkalmyszerűen kirándulni. Angliában ez az arány alacsonyabb, 40%, az angol kutatások alapján számított 677 Ft/látogatás érték alkalmazása ezért lefelé torzít. Lengyelországban ezzel szemben 85% kirándult az elmúlt egy év során, ami nagyon magas arány, azt jelzi, hogy a lengyel társadalom értékrendje ebből a szempontból jelentősen eltér a hazaitól (és méginkább az angliaitól). Ez magyarázza a magas egy látogatásra jutó értéket, melyet ezért alighanem hiba lenne egy az egyben Magyarországra vonatkoztatni. Mégis, mivel ez az egyetlen olyan becslés, mely közép-európai kutatáson alapul, nem lenne célszerű teljesen figyelmen kívül hagyni sem. A középső, 877 Ft-os értéket Zandersen és Tol (2009) kutatása alapján számítottuk, ami egy metaelemzés, számos nyugat európai felmérés alapján készült, itt tehát nem tudjuk megmondani, hogy milyen preferenciák állnak a háttérben.

Mindezek alapján úgy döntöttünk, hogy a 677 Ft/látogatás értéket alsó, a 877 Ft-os értéket középső becslésnek tekintjük, és Bartczak et al. magasabb eredményeit tekintve készítettünk egy felső becslést is, 1 077 Ft-os értékkel.

A teljes rekreációs érték becslése

A fenti számítások alapján tehát több különböző becslést is adhatunk a hazai erdők által nyújtott rekreációs ökoszisztéma szolgáltatás vonatkozásában. Ezeket az alábbi táblázatban foglaljuk össze (71. táblázat).

71. táblázat A hazai erdők által nyújtott éves rekreációs értékre vonatkozó becslések (2015-ös értéken)

		Egy látogatás értéke		
		677 Ft	877 Ft	1 077 Ft
A látogatások éves száma	40 millió	27 080 m Ft	35 080 m Ft	43 080 m Ft
	50 millió	33 850 m Ft	43 850 m Ft	53 850 m Ft

Számításaink, mint láttuk, primer adatok hiányában számos becslést és bizonytalanságot tartalmaznak, úgy gondoljuk azonban, hogy nagyságrendileg helyesen mutatják a vizsgált szolgáltatás értékét. Ebben az is megerősít minket, hogy nincs alapvető ellentmondás a Pilisi Bioszféra Rezervátum esetében számolt érték (3-3,7 milliárd forint) és az országos érték, illetve a német kutatás alapján számolt 16 milliárd Ft-os éves értékhez viszonyítva sem (mely, mint említettük, az eredeti kutatás módszertanából adóan alulbecsüli az értékeket). Mindezek alapján tehát kijelenthetjük, hogy **a hazai erdők által nyújtott rekreációs ökoszisztéma szolgáltatás pénzübeli értéke** (a gyalogos természetjárás vonatkozásában) **évi 30-50 milliárd Ft** körülire tehető.

Felhasznált irodalom

- Achtnicht, M. (2012): German car buyers' willingness to pay to reduce CO₂ emissions, climatic change. *Climatic Change* 113, 679–697.
- Ackerman, F., & Munitz, C. (2016): A critique of climate damage modeling: Carbon fertilization, adaptation, and the limits of FUND. *Energy Research & Social Science*, 12, 62–67.
- Adamowicz, Wiktor, Jordan Louviere, Michael Williams (1994): Combining Revealed and Stated Preference Methods for Valuing Environmental Amenities. *Journal of Environmental Economics and Management* 26, 271-292.
- ÁKK (2016a): ALSÓ-TISZA TERVEZÉSI TERÜLET, ÖSSZEFOGLALÓ. Készült az Országos Vízügyi Főigazgatóság megbízásából, az „ÁRVÍZI KOCKÁZATI TÉRKÉPEZÉS ÉS STRATÉGIAI KOCKÁZATKEZELÉSI TERV KÉSZÍTÉSE” (KEOP-2.5.0/B/09-12-2013-0001)” projekt keretén belül. ÁKK – 2014 Konzorcium
- ÁKK (2016b): Árvízi kockázati térképezés és stratégiai kockázatkezelési terv készítése – Összefoglaló, Felső-Duna tervezési terület. Országos Vízügyi Főigazgatóság, ÁKK – 2014 Konzorcium
- ÁKK (2016c): Árvízi kockázati térképezés és stratégiai kockázatkezelési terv készítése – Összefoglaló, Közép-Duna tervezési terület. Országos Vízügyi Főigazgatóság, ÁKK – 2014 Konzorcium
- ÁKK (2016d): Árvízi kockázati térképezés és stratégiai kockázatkezelési terv készítése – Összefoglaló, Alsó-Duna tervezési terület. Országos Vízügyi Főigazgatóság, ÁKK – 2014 Konzorcium
- ÁKK (2016f): Árvízi kockázati térképezés és stratégiai kockázatkezelési terv készítése – Összefoglaló, Balaton tervezési terület. Országos Vízügyi Főigazgatóság, ÁKK – 2014 Konzorcium
- Aldy, J. E., Kotchen, M. J., & Leiserowitz, A. A. (2012): Willingness to pay and political support for a US national clean energy standard. *Nature Climate Change*, 2(8), 596–599.
- Anthony Bonen & Willi Semmler & Stephan Klasen (2014): "Economic Damages from Climate Change: A Review of Modeling Approaches," SCEPA working paper series. SCEPA's main areas of research are macroeconomic policy, inequality and poverty, and globalization. 2014-3, Schwartz Center for Economic Policy Analysis (SCEPA), The New School.
- Anup K C & Joshi, Ganesh & Aryal, Suman (2014): Opportunity cost, willingness to pay and cost benefit analysis of a community forest of Nepal. *International Journal of Environment*. 3.
- Balogh Péter (2009): Az integrált tájfejlesztési koncepció alapjai Nagykőrű térségében. Szövetség az Élő Tiszáért Egyesület.
- Barcza, Z., Bondeau, A., Churkina, G., Ciais, Ph., Czóbel, Sz., Gelybó, Gy., Grosz, B., Haszpra, L., Hidy, D., Horváth, L., Machon, A., Pásztor, L., Somogyi, Z., Van Oost, K. (2010): Modeling of biosphere-atmosphere exchange of greenhouse gases — Model based biospheric greenhouse gas balance of Hungary. In: *Atmospheric Greenhouse Gases: The Hungarian Perspective* (Ed.: Haszpra, L.). Springer, Dordrecht - Heidelberg - London - New York, pp. 295-330. ISBN 978-90-481-9949-5, e-ISBN 978-90-481-9950-1, doi: 10.1007/978-90-481-9950-1

- Bartczak, A., Lindhjem, H., Navrud, S., Zandersen, M., & Żylicz, T. (2008): Valuing forest recreation on the national level in a transition economy: The case of Poland. *Forest Policy and Economics*, 10(7-8), 467–472.
- Bateman, I. J., D. Abson, N. Beaumont, A. Darnell, C. Fezzi, N. Hanley, A. Kontoleon, D. Maddison, P. Morling, J. Morris, S. Mourato, U. Pascual, G. Perino, A. Sen, D. Tinch, K. Turner, G. Valatin (2011): Economic Values from Ecosystems. In: UK National Ecosystem Assessment: Technical Report: Human Well-being, Chapter 22.
- Bateman, I., Day, B., Agarwala, M., Bacon, P., Bađura, T., Binner, A., De-Gol, A., Ditchburn, B., Dugdale, S., Emmett, B., Ferrini, S., Carlo Fezzi, C., Harwood, A., Hillier, J., Hiscock, K., Hulme, M., Jackson, B., Lovett, A., Mackie, E., Matthews, R., Sen, A., Siriwardena, G., Smith, P., Snowdon, P., Sünnerberg, G., Vetter, S., & Vinjili, S. (2014): UK National Ecosystem Assessment Follow-on. Work Package Report 3: Economic value of ecosystem services. UNEP-WCMC, LWEC, UK.
- Beltrán, A., D. Maddison, R. J. R. Elliott (2018): Assessing the Economic Benefits of Flood Defenses: A Repeat-Sales Approach, *Risk Analysis*, Vol. 38, No. 11, 2018, DOI: 10.1111/risa.13136
- Benkhard B., Csákvári E. (2019): A kulturális ökoszisztéma-szolgáltatások a gyalogos természetjárás szempontjából, budapest környéki hegységeinkben. In: Fazekas István-Lázár István (szerk.): *Tájak működése és arculata*. MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, pp. 169-176.
- Bennett, O., & Hartwell-Naguib, S. (2014): Flood defence spending in England. In Library: SN/SC/5755. United Kingdom: House of Commons.
- Biao, Z., Wenhua, L., Gaodi, X., Yu, X. (2010): Water conservation of forest ecosystem in Beijing and its value. *Ecological Economics* 69, 1416–1426.
- Booyesen, H. J., Viljoen, M. F., de Villiers, G. du T. (1999): Methodology for the calculation of industrial flood damage and its application to an industry in Vereeniging, *Water SA*, 25(1), 41-46.
- Bouwer, L. M., E. Papyrakis, J., Poussin, C. Pfuerscheller, A. H. Thieken (2014): The Costing of Measures for Natural Hazard Mitigation in Europe, *Nat. Hazards Rev.* DOI: 10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000133
- Bowker, P. (2007): Flood resistance and resilience solutions: an R&D scoping study. DEFRA Report, London.
- Bowler, D.E., Buyung-Ali, L.M., Knight, T.M., Pullin, A.S., 2010. A systematic review of evidence for the added benefits to health of exposure to natural environments. *BMC Public Health* 10, 456.
- Brander, L. M., Florax, R. J. G. M., & Vermaat, J. E. (2006). *The Empirics of Wetland Valuation: A Comprehensive Summary and a Meta-Analysis of the Literature*. *Environmental & Resource Economics*, 33(2), 223–250.
- Brander, L., R. Brouwer, A. Wagtendonk (2013): Economic valuation of regulating services provided by wetlands in agricultural landscapes: A meta-analysis, *Ecological Engineering* 56, 89-96.
- Brémond, P., F. Grelot, A.-L. Agenais (2013): Economic evaluation of flood damage to agriculture – review and analysis of existing methods, *Nat. Hazards Earth Sys. Sci.*, 13, 2493-2512.

- Brouwer, R., Brander, L., Van Beukering, P. (2008): A convenient truth: air travel passengers willingness to pay to offset their CO₂ emissions. *Climatic Change* 90, 299–313.
- Brouwer, R., M. Bliem, M. Getzner, S. Kerekes, S. Milton, T. Palarie, Zs. Szerényi, A. Vadineanu, A. Wagtendonk (2016): Valuation and transferability of the non-market benefits of river restoration in the Danube river basin using a choice experiment, *ECOLOGICAL ENGINEERING* 87: pp. 20-29.
- Brouwer, R., S. Aftab, L. Brander, E. Haque (2009): Economic valuation of flood risk exposure and reduction in a severely flood prone developing country, *Environment and Development Economics* June 2009, pp. 1-22, DOI: 10.1017/S1355770X08004828
- Brouwer, R., Sheremet, O. I. (2017): The economic value of river restoration. *Water Resources and Economics*, 17, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.wre.2017.02.005>
- CarbonBrief (2017): The social cost of carbon. <https://www.carbonbrief.org/qa-social-cost-carbon>
Letöltés időpontja 2019.05.31.
- Carlsson, F., Mitesh Kataria, Alan Krupnick, Elina Lampi, Åsa Lofgren, Ping Qin, Susie Chung, and Thomas Sterner (2010): Paying for Mitigation A Multiple Country Study. *Environment for Development Discussion Paper Series*.
- Carson, R. T. (2012): Contingent Valuation: A Practical Alternative when Prices Aren't Available, *Journal of Economic Perspective* (26) 4, 27-42.
- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson S.L., Kubiszewski, I., Farber, S., Turner, R. K. (2014): Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26:152–158.
- Crossman N.D., Nedkov S., Brander L. (2019): Discussion paper 7: Water flow regulation for mitigating river and coastal flooding. Paper submitted to the Expert Meeting on Advancing the Measurement of Ecosystem Services for Ecosystem Accounting, New York, 22-24 January 2019 and subsequently revised. Version of 1 April 2019. Available at: <https://seea.un.org/events/expert-meeting-advancing-measurement-ecosystem-servicesecosystem-accounting>. Letöltés időpontja: 2019. július 2.
- De Groot, R. S., Brander, L., vanderPloeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., Christie, M., Crossman, N., Ghermandi, A., Hein, L. Hussain, L. Kumar, P., McVittie, A., Portela, Rodriguez, R. L., Brinkm, P., van Beukering, P. (2012): Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem services*, p. 50-61.
- de Kok, J-L., & Grossmann, M. (2010): Large-scale assessment of flood risk and the effects of mitigation measures along the Elbe River. *Natural hazards*, 52(1), 143-166., <https://doi.org/10.1007/s11069-009-9363-6>
- de Moel, H., Aerts, J.C.J.H. (2011): Effect of uncertainty in land use, damage models and inundation depth on flood damage estimates, *Nat. Hazards* 58, 407-425.
- DEEC (UK Department of Energy and Climate Change) (2009): Carbon Valuation in UK Policy Appraisal: A Revised Approach.
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/245334/1_20090715105804_e____carbonvaluationinukpolicyappraisal.pdf.
Letöltés időpontja 2019 május 27.

- DEEC (UK Department of Energy and Climate Change) (2019a): Green Book supplementary guidance: valuation of energy use and greenhouse gas emissions for appraisal <https://www.gov.uk/government/publications/valuation-of-energy-use-and-greenhouse-gas-emissions-for-appraisal> letöltés időpontja: 2019 május 27.
- DEEC (UK Department of Energy and Climate Change) (2019b): UPDATED SHORT-TERM TRADED CARBON VALUES Used for UK public policy appraisal. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/794186/2018-short-term-traded-carbon-values-for-appraisal-purposes.pdf. Letöltés időpontja: 2019 május 27.
- DEFRA (2004): The appraisal of human related intangible impacts of flooding. In: R&D Technical Report FD 2005/TR. DEFRA & Environment Agency, Flood and Coastal Defence R&D Programme.
- DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs) (2010): Air pollution: action in a changing climate. Department for Environment, Food and Rural Affairs, London. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69340/pb13378-air-pollution.pdf. Letöltés: 2019. május 2.
- Department of the Army (2018): Economic Guidance Memorandum 19-03 Unit Day Values for recreation for fiscal year 2019.
- Derts Zs., Koncsos L., Simonffy Z. (2018): A Tisza árvízvédelmi helyzete Magyarországon: jelenlegi gyakorlat és alternatív lehetőségek. A tanulmány a WWF megbízásából készült.
- Diederich, J., Goeschl, T. (2011): Willingness to pay for individual greenhouse gas emissions reductions: evidence from a large field experiment, Discussion Paper Series No. 517, University of Heidelberg
- Elsasser, P., Weller, P. (2013): Aktuelle und potentielle Erholungsleistung der Wälder in Deutschland: Monetärer Nutzen der Erholung im Wald aus Sicht der Bevölkerung. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 184, 83–95.
- Eszlári N., Szerényi Zs. (2014): Land use change as an opportunity to decrease the consequences of extreme weather events: a case study of the Tisza Valley in Hungary. ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL STUDIES 14:(4) pp. 389-412.
- European Commission (2015a): Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions&Re-Naturing Cities. Final report of the Horizon 2020 Expert Group on 'Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities'. European Commission, Brussels
- European Commission (2015b): Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects. Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020.
- Eurostat (2020a): Harmonised Index of Consumer Prices – annual data. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/hicp/data/database> letöltés időpontja 2020.1.6.
- Eurostat (2020b): Income and living conditions <https://ec.europa.eu/eurostat/web/income-and-living-conditions/data/database> letöltés időpontja 2020.1.6.
- Fitter, A., T. Elmqvist, R. Haines-Young, M. Potschin, A. Rinaldo, H. Setälä, S. Stoll-Kleemann, M. Zobel, J. Murlis (2010): An assessment of ecosystem services and biodiversity in Europe, Issues in Environmental Science and Technology 30:1-28, DOI: 10.1039/9781849731058-00001

- Forest Europe (2014): Expert Group and Workshop on Valuation of Forest Ecosystem Services. Group of Expert (2012-2014) & Belgrade Workshop (Republic of Serbia), 24-25 September 2014. Final Report.
- Foudi, S., N. Osés-Eraso, I. Tamayo (2015): Integrated spatial flood risk assessment: The case of Zaragoza, *Land Use Policy* 42, 278-292.
- Fu, Bo-Jie, Chang-Hong Su, Yong-Ping Wei, Ian R. Willett, Yi-He Lü, Guo-Hua Liu (2011): Double counting in ecosystem services valuation: causes and countermeasures, *Ecological Research* 26, 1–14.
- Fuchs, S., Thöni, M., McAlpin, M. C., Gruber, U., Bründl, M. (2007): Avalanche hazard mitigation strategies assessed by cost effectiveness analyses and cost benefit analyses-Evidence from Davos, Switzerland, *Nat. Hazards* 41 (1), 113-129.
- Gallay I., Olah B. (2017): Spatial assessment and monetary valuation of flood protection ecosystem service based on risk assessment. An example from the central Slovakia. *The Problems of Landscape Ecology*, Vol. XLIV, p. 41 - 52.
- Garrote, J., F.M. Alvarenga, A. Diez-Herrero (2016): Quantification of flash flood economic risk using ultra-detailed stage-damage functions and 2-D hydraulic models, *Journal of Hydrology* 541, Part A, 611-625.
- Gerner, N. V., I. Nafó, C. Winking, K. Wencki, C. Strehl, T. Wortberg, A. Niemann, G. Anzaldúa, M. Lago, S. Birk (2018): Large-scale restoration pays off: A case study of ecosystem service valuation for the Emscher restoration generation project, *Ecosystem Services* 30, 327-338.
- Glenk, K., & Colombo, S. (2010): Designing policies to mitigate the agricultural contribution to climate change: an assessment of soil based carbon sequestration and its ancillary effects. *Climatic Change*, 105(1-2), 43–66.
- Grilli, G., Paletto, A., de Meo, I. (2014): Economic valuation of forest recreation in an Alpine valley. *Baltic Forestry* 2014 Vol.20 No.1 pp.167-175
- Hartje, V. Wüstemann, H. és Bonn, A (2015): *Naturkapital Deutschland – TEEB DE: Naturkapital und Klimapolitik – Synergien und Konflikte*. Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Berlin, Leipzig
- Hartmann, Thomas, Lenka Slavíková, Simon McCarthy (eds.) (2019a): *Nature-Based Flood Risk Management on Private Land: Disciplinary Perspectives on a Multidisciplinary Challenge*, DOI: 10.1007/978-3-030-23842-1, https://www.researchgate.net/publication/334084985_Nature-Based_Flood_Risk_Management_on_Private_Land_Disciplinary_Perspectives_on_a_Multidisciplinary_Challenge, Letöltés dátuma: 2019 december 13.
- Hartmann, Thomas, Lenka Slavíková and Simon McCarthy (2019b): *Nature-Based Solutions in Flood Risk Management*, pp. 3-8 in: Hartmann et al. (2019a): *Nature-Based Flood Risk Management on Private Land: Disciplinary Perspectives on a Multidisciplinary Challenge*, DOI: 10.1007/978-3-030-23842-1.
- Heal, G., Millner, A. (2014): Uncertainty and decision-making in climate change economics. *Review of Environmental Economics and Policy* 8, 120–137.

- Hirschfeld, J., A. Dehnhardt (2018): Valuation of Cultural and Regulating Ecosystem Services: Flood Control / Water Flow Regulation. Expert meeting on Ecosystem valuation in the context of Natural Capital Accounting – Building Bridges between Policy, Welfare Economics and Accounting. 24-26 April 2018, BfN Bonn, Germany.
- Hope, C W (2011): The Social Cost of CO₂ from the PAGE09 Model. Economics: The Open-Access, Open Assessment E-Journal No. 2011-39, September 15, 2011.
- Horton, B., Colarullo, G., Bateman, I. J., & Peres, C. A. (2003): Evaluating non-user willingness to pay for a large-scale conservation programme in Amazonia: a UK/Italian contingent valuation study. *Environmental Conservation*, 30(2), 139–146.
- IEA (2012): Energy Technology Perspectives 2012 - Pathways to a Clean Energy System, IEA, Paris.
- IEA (2017): Energy Technology Perspectives 2017 - Catalysing Energy Technology Transformations, IEA, Paris.
- International Energy Agency (IEA) (2019): Fuel Economy in Major Car Markets: Technology and Policy Drivers 2005-2017.
https://theicct.org/sites/default/files/publications/GFEI_WP19_Final_V3_Web.pdf
 Letöltés időpontja 2019.12.10.
- IPCC (Rogelj, J., D. Shindell, K. Jiang, S. Fifita, P. Forster, V. Ginzburg, C. Handa, H. Kheshgi, S. Kobayashi, E. Kriegler, L. Mundaca, R. Séférian, and M.V.Vilariño) (2018): Mitigation Pathways Compatible with 1.5°C in the Context of Sustainable Development. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]
- IWG-SCGG (Interagency Working Group on Social Cost of Greenhouse Gases, United States Government) (2016): Technical Support Document: Technical Update of the Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis Under Executive Order 12866. https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-12/documents/sc_co2_tsd_august_2016.pdf
 letöltés időpontja 2019.05.31.
- Jiang, M., Lu Xian-guo, Xu Lin-shu, Chu Li-juan, Tong Shouzheng (2007): Flood mitigation benefit of wetlands soil-a case study in Momoge National Nature Reserve in China. *Ecological Economics* 61 (2-3), 217-223.
- JOHNSON, L.T., HOPE, C. (2012): The social cost of carbon in U.S. regulatory impact analyses: an introduction and critique. *Journal Environmental Studies and Science* 2(3), 205 –221.
- Joseph, R., D. Proverbs, J. Lamond (2015): Assessing the value of intangible benefits of property level flood risk adaptation (PLFRA) measures, *Nat Hazards* 79, 1275-1297.
- Kajner P. (2019): Víz az Alföldnek – Életet a tájnak! A Tisza-völgy fenntartható fejlesztési programja. Javaslat stratégiai anyag kidolgozására. Kézirat.

- Kalcic, M M, Chaubey I, Frankenberger J. (2015): Defining Soil and Water Assessment Tool (SWAT) hydrologic response units (HRUs) by field boundaries. *Int J Agric & Biol Eng*, 8(3): 69–80. DOI: 10.3965/j.ijabe.20150803.951
- Kapros Tiborné (2002): Árvizek Észak-Magyarországon, *Statisztikai Szemle*, 80. évf., 3. szám, 252-260.
- Kelemen, E., Pataki, Gy. (2014): Az ökoszisztéma-szolgáltatások értékelésének elméleti megalapozása. In: Szerk.: Kelemen Eszter, Szerk.: Pataki György *Ökoszisztéma-szolgáltatások: A természet- és társadalomtudományok metszéspontjában*. Gödöllő; Budapest: Szent István Egyetem, Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet; Environmental Social Science Research Group (ESSRG), 2014. pp. 35-55.
- Kerekes S., Kindler J., Baranyi Á., Bisztriczky J., Csutora M., Kék M., Kovács E., Kulifai J., Marjainé Szerényi Zs., Nemcsicsné Zsóka Á., Pál G., Szabó L. (1998): A szigetközi térség természeti tőke értékváltozása. BKE Környezetgazdaságtani és Technológiai Tanszéke, Budapest, 1998, pp. 73.
- Kerekes S., Kindler J., Bisztriczky J., Csutora M., Kovács E., Kulifai J., Marjainé Szerényi Zs., Nemcsicsné Zsóka Á. (1999): A természeti tőke várható értékváltozása a Szigetközben. Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem, Környezetgazdaságtani és Technológiai Tanszék, Budapest, pp. 108.
- Kerekes Sándor (2007): *A KÖRNYEZETGAZDASÁGTAN. ALAPJAI*. Aula Kiadó, Budapest.
- Kim, M.-K., McCarl, B. A., & Murray, B. C. (2008): Permanence discounting for land-based carbon sequestration. *Ecological Economics*, 64(4), 763–769.
- Koncsos, L. (szerk.) (2011): *Jövőképtől a vízkészlet-kockázatig*. BME Vízi Közmű és Környeztmérnöki Tanszék, Budapest, ISBN: 978-963-313-060-5.
- Kornatowska, B., J. Sienkiewicz (2018): Forest ecosystem services – assessment methods, *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*, Vol. 60 (4), 248-260.
- Kotchen, M. J., Boyle, K. J., & Leiserowitz, A. A. (2013): Willingness-to-pay and policy-instrument choice for climate-change policy in the United States. *Energy Policy*, 55, 617–625.
- Kovács Eszter, Harangozó Gábor, Marjainé Szerényi Zsuzsanna, Csépanyi Péter (2015): *A Natura 2000 erdők közgazdasági környezetének elemzése*. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Esztergom.
- Kraeusel, J., & Möst, D. (2012): Carbon Capture and Storage on its way to large-scale deployment: Social acceptance and willingness to pay in Germany. *Energy Policy*, 49, 642–651.
- Kragt, M. E., Gibson, F. L., Maseyk, F., & Wilson, K. A. (2016): Public willingness to pay for carbon farming and its co-benefits. *Ecological Economics*, 126, 125–131.
- Kramer, R.A., Richter, D.D., Pattanayak, S., Sharma, N.P. (1997): Ecological and economic analysis of watershed protection in Eastern Madagascar. *Journal of Environmental Management* 49, 277–295.
- KSH (2014): *Környezeti helyzetkép 2013*. Központi Statisztikai Hivatal.

- Kuik, O., Brander, L., & Tol, R. S. J. (2009): Marginal abatement costs of greenhouse gas emissions: A meta-analysis. *Energy Policy*, 37(4), 1395–1403.
- Kuik, Onno; Brander, Luke; Tol, Richard S. J. (2008): Marginal abatement costs of carbon-dioxide emissions: A meta-analysis, ESRI Working Paper, No. 248, The Economic and Social Research Institute (ESRI), Dublin
- Lamprinakos, L., Rodriguez, D. G. P., Prestvik, A. S., Veidal, A., Klimek, B. (2017): A Mixed Methods Approach Towards Mapping and Economic Valuation of the Divici-Pojejena Wetland Ecosystem Services in Romania, *Proceedings in System Dynamics and Innovation in Food Networks*, 31-47. DOI: <http://dx.doi.org/10.18461/pfsd.2017.1705>
- Liebelt, V., Bartke, S., Schwarz, N., 2018. Hedonic pricing analysis of the influence of urban green spaces onto residential prices: the case of Leipzig, Germany. *Eur. Plan. Stud.* 26, 133–157
- Löschel, A., Sturm, B., Vogt, C. (2013): The demand for climate protection—Empirical evidence from Germany. *Economics Letters* 118, 415–418
- MacKerron, G.J., Egerton, C., Gaskell, C., Parpia, A., Mourato, S. (2009): Willingness to pay for carbon offset certification and co-benefits among (high-)flying young adults in UK. *Energy Policy* 37, 1372–1381.
- Magyar Nemzeti Bank (2020). <https://www.mnb.hu/letoltes/hu0301-arfolyam.xls> letöltés időpontja 2020.1.6.
- Magyar Turisztikai Ügynökség (2016): A magyar háztartások utazási jellemzői, 2016. Kivonat. https://mtu.gov.hu/documents/prod/A_magyar_haztartasok_utazasai_2016_kivonat_1.pdf letöltés időpontja 2019.12.10.
- Majláth, Melinda (2009): A környezetbarát terméktulajdonság fontossága a fogyasztói döntésekben - Egy empirikus kutatás eredményei. *Vezetéstudomány - Budapest Management Review*, 40 (2). pp. 44-56.
- Mangi, H. O. (2016): Estimation of Monetary Values of the Ecosystem Services Flow at the Tidal Elbe River, Hindawi Publishing Corporation, *Advances in Ecology*, Volume 2016, Article ID 6742786, 8 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2016/6742786>
- Marjainé Szerényi Zsuzsanna, Kovács Eszter, Kalóczkai Ágnes, Zölei Anikó (2018): Az ökoszisztéma-szolgáltatások társadalmi-gazdasági értékelési "módszertani menü" összeállítása, Készült a KEHOP-4.3.0-15-2016-00001, A KÖZÖSSÉGI JELENTŐSÉGŰ TERMÉSZETI ÉRTÉKEK HOSSZÚ TÁVÚ MEGŐRZÉSÉT ÉS FEJLESZTÉSÉT, VALAMINT AZ EU BIOLÓGIAI SOKFÉLELÉS STRATÉGIA 2020 CÉLKITŰZÉSEINEK HAZAI MEGVALÓSÍTÁSÁT MEGALAPOZÓ STRATÉGIAI VIZSGÁLATOK c. projekt keretében, A Nemzeti Ökoszisztéma-szolgáltatások Térképezése és Értékelése Projektelemen belül (NÖSZTÉP), II/2e. 2.4.3.
- Marjainé Szerényi, Zsuzsanna, Ágnes Zsóka, Katalin Ásványi, Zsuzsanna Flachner (2011): THE ROLE OF ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE IN RURAL DEVELOPMENT, *Regional and Business Studies* (2011) Vol 3 Suppl 1, 189-198.
- Marjainé Szerényi Zsuzsanna, Csutora Mária, Harangozó Gábor, Krajnyik Zsolt, Kontár Ronald, Nagypál Noémi (2005): A természetvédelemben alkalmazható közgazdasági értékelési módszerek. A KvVM Természetvédelmi Hivatalának tanulmánykötete, Budapest.

- Markets Insider (2019): CO₂ European Emission Allowances. <https://markets.businessinsider.com/commodities/co2-european-emission-allowances>, letöltés időpontja 2019 június 24.
- Matczak, Piotr, Viktória Takács and Marek Goździk (2019): Reversing the Current: Small Scale Retention Programs in Polish Forests, pp. 23-37, in: Hartmann et al. (2019a): Nature-Based Flood Risk Management on Private Land: Disciplinary Perspectives on a Multidisciplinary Challenge, DOI: 10.1007/978-3-030-23842-1, https://www.researchgate.net/publication/334084985_Nature-Based_Flood_Risk_Management_on_Private_Land_Disciplinary_Perspectives_on_a_Multidisciplinary_Challenge, Letöltés dátuma: 2019 december 13.
- Mavsar, R., Ramčilović, S., Palahí, M., Weiss, G., Rametsteiner, E., Tykkä, S., van Apeldoorn, R., Vreke, J., van Wijk, M., Gerben, J., Prokofieva, I., Rekola, M., Kuuluvainen J. (2008): Study on the Development and Marketing of Non-Market Forest Products and Services DG AGRI, Study Contract No: 30-CE-0162979/00-21, Study Report
- Mártonné Máthé K., Császár Zs. (2019): Valóban aktív a magyar lakosság? Aktív és ökoturisztikai keresletet és motivációt felmérő kutatás. TURIZMUS BULLETIN XIX. évfolyam 1. szám (2019)
- McKinsey & Company (2009): Pathways to a low-carbon economy. Version 2 of the global greenhouse gas abatement cost curve
- Merz, B., H. Kreibich, R. Schwarze, A. Thieken (2010): Assessment of economic flood damage, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 10, 1697-1724.
- Mitchell, R.C., Carson R.T. (1989): Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method Resources for the Future, Washington D.C.
- Mourato S., Csutora M., Marjainé Szerényi Zs., Kerekes S., Pearce D., Kovács E. (1999): A Balaton vízminőség-javítása értékének becslése a feltételes értékelés módszerével. GAZDASÁG VÁLLALKOZÁS, VEZETÉS: A SZERVEZÉSI ÉS VEZETÉSI TUDOMÁNYOS TÁRSASÁG LAPJA (1) pp. 147-170. (1999)
- Natural Resources Conservation Service (2019): Contingent Valuation/Recreational Values. https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detailfull/national/technical/econ/references/?cid=nrcs143_009730 | letöltés időpontja 2019 július 1.
- Navrud, S. (2000): Strengths, weaknesses and policy utility of valuation techniques and benefit transfer methods. Invited paper for the OECD-USDA workshop The Value of Rural Amenities: Dealing with Public Goods and Externalities, Washington D.C., June 5-6, 2000.
- Nedkov, S., B. Borisova, B. Koulov, S. Bratanova-Doncheva, M. Nikolova, J. Kroumova (2018): Towards integrated mapping and assessment of ecosystems and their services in Bulgaria: The Central Balkan case study, One Ecosystem 3: e25428, 1-34.
- Nedkov, S., B. Burkhard (2012): Flood regulating ecosystem services—Mapping supply and demand, in the Etropole municipality, Bulgaria, Ecological Indicators 21 (2012) 67–79.
- Ninan, K.N., M. Inoue (2013): Valuing forest ecosystem services: Case study of a forest reserve in Japan, Ecosystem Services 5, 78-87.

- NIR (2019) National Inventory Report for 1985-2017. Hungary. Compiled by the Hungarian Meteorological Service, Unit of National Emissions Inventories. Budapest.
- Nordhaus, W. D. (2017): Revisiting the social cost of carbon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(7), 1518–1523.
- OECD (2018): Effective Carbon Rates 2018. <http://www.oecd.org/tax/tax-policy/effective-carbon-rates-2018-brochure.pdf> accessed on 23 April, 2019.
- Ojea, E., Martin Ortega, J., Chiabai, A. (2012): Defining and classifying ecosystem services for economic valuation: the case of forest water services, *Environmental Science & Policy* 19-20, 1-15.
- Owusu, S., Wright, G., & Arthur, S. (2015): Public attitudes towards flooding and property-level flood protection measures. *Natural Hazards*, 77(3), 1963-1978. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-1686-x>
- Penning-Roswell, E., Viavattene, C., Pardoe, J., Chatterton, J., Parker, D. and Morris, J. (2010): The benefits of flood and coastal risk management: a handbook of assessment techniques – 2010. Flood Hazard Research Center, Middlesex University, London.
- Pilisi Parkerdő (2018a): Egyre jobban szeretünk a főváros környékén kirándulni. <https://www.turistamagazin.hu/hir/egyre-jobban-szeretunk-a-fovaros-kornyeken-kirandulni> Letöltés időpontja 2019.10.15.
- Pilisi Parkerdő (2018b): Még mindig imádjuk a Prédikálószéki kilátót. <https://www.turistamagazin.hu/hir/meg-mindig-imadjuk-a-predikaloszeki-kilatot> Letöltés időpontja 2019.10.15.
- Pinke Zsolt (2012): Aszály-, belvízkárok és az árvízvédelmi ökoszisztéma szolgáltatás értékelésének szerepe a belvizes területek vizes élőhelyé alakításában, *Tájökológiai Lapok* 10 (2): 271-286.
- Pinke, Zs., Kiss M., Lövei G. L. (2017): Developing an integrated land use planning system on reclaimed wetlands of the Hungarian Plain using economic valuation of ecosystem services, *Ecosystem Services*
- Puskás L. (2008): Az erdők rekreációs érték meghatározásának módszertana és az erdei turizmus jellemzése. Doktori (Ph.D.) értekezés. Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar.
- REVESZ, R.L., HOWARD, P.H., ARROW, K., GOULDER, L.H., KOPP, R.E., LIVERMORE, M.A., OPPENHEIMER, M., STERNER, T. (2014): Global warming: Improve economic models of climate change. *Nature* 508, 173–175.
- Rodríguez-Entrena, M., Espinosa-Goded, M., & Barreiro-Hurlé, J. (2014): The role of ancillary benefits on the value of agricultural soils carbon sequestration programmes: Evidence from a latent class approach to Andalusian olive groves. *Ecological Economics*, 99, 63–73.
- Rojas, R., L. Feyen, P. Watkiss (2013): Climate change and river floods in the European Union: Socio-economic consequences and the costs and benefits of adaptation, *Global Environmental Change* 23, 1737-1751.
- Rosenberger, R. S. (2016): Recreation use values database - summary. Oregon State University 2016.

- RPA & FHRC (Rural Payment Agency; Flood Hazard Research Center) (2004): The appraisal of human related intangible impacts of flooding. R&D Technical Report FD2004/TR. Defra, London.
- Sathaye, J., & Shukla, P. R. (2013): Methods and Models for Costing Carbon Mitigation. *Annual Review of Environment and Resources*, 38(1), 137–168.
- Schmidt, S., Manceur, A.M., Seppelt, R. (2016): Uncertainty of Monetary Valued Ecosystem Service – Value Transfer Functions for Global Mapping, *PLoS ONE* 11(3): e0148524, doi:10.1371/journal.pone.0148524.
- Sen, Antara, Amii Darnell, Andrew Crowe, Ian Bateman, Paul Munday and Jo Foden (2011): Economic Assessment of the Recreational Value of Ecosystems in Great Britain - Report to the Economics Team of the UK National Ecosystem Assessment. The Centre for Social and Economic Research on the Global Environment (CSERGE), University of East Anglia.
- Sen, A., Harwood, A. R., Bateman, I. J., Munday, P., Crowe, A., Brander, L., ... & Provins, A. (2014): Economic assessment of the recreational value of ecosystems: methodological development and national and local application. *Environmental and Resource Economics*, 57(2), 233-249.
- Simpson, K. H. (2015): Public Choice for Flood Defence. PhD Thesis, Stirling Management School. Pp. 176.
- Simpson, K., N. Hanley (2016): Managed Realignment for Flood Risk Reductions: What are the Drivers of Public Willingness to Pay? Paper 2016-06. Discussion Papers in Environmental Economics, University of St. Andrews, 1-25.
- Solomon, B. D., & Johnson, N. H. (2009): Valuing climate protection through willingness to pay for biomass ethanol. *Ecological Economics*, 68(7), 2137–2144.
- Somlyódy László (2011): Köztestületi Stratégiai Programok - Magyarország vizgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok, Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 2011.
- Spangenberg, Joachim H., Settele J. (2010): Precisely incorrect? Monetising the value of ecosystem services, *Ecological Complexity* 7 (2010) 327–337
- Spegel, E. (2017): Valuing the reduction of floods: Public officials' versus citizens' preferences, *Climate Risk Management* 18, 1-14.
- Stern, Nicholas and Stiglitz, Joseph E. (2017): Report of the high-level commission on carbon prices. . World Bank, Washington D.C.
- Szatmári, G., Pirkó, B., Koós, S., Laborczi, A., Bakacsi Zs., Szabó J., Pásztor, L. (2019): Spatio-temporal assessment of topsoil organic carbon stock change in Hungary. (submitted paper to *Soil & Tillage Research*)
- Századvég (2019): Utazási szokások. Nem nyilvános tanulmány.
- Szerényi, Zs., S. Kerekes, S. Milton, M. Tarnai, Zs. Flachner, R. Brouwer, M. Bliem, M. Getzner (2008): Valuation of Ecological Restoration Benefits in the Által-ér Catchment Area using Stated Preference Methods. Hungarian case study results. D35-D34 Economic Valuation of Environmental and Resource Costs and Benefits of Water Uses and Services in the Water Framework Directive: Technical Guidelines for Practitioners. Pilot case study results. Manuscript.

- Szerényi, Zsuzsanna, Eszter Kovács, Mónika Kék, Kerekes Sándor (2001): Loss of Value of the Szigetköz Wetland Due to the Gabcikovo-Nagymaros Barrage system Development, Application of Benefit Transfer in Hungary. Case study. OECD, Paris.
- Takács D. (2016): Városi szabadterek és szabadtér-fejlesztések ingatlanérték-befolyásoló hatásának elemzése Budapest példáján. Doktori Értekezés. Szent István Egyetem.
- Thibodeau, F.R., Ostro, B.D. (1981): Economic analysis of wetland protection. *J. Environ. Manag.* 12(1):19-30.
- Tol, R.S.J. (2008): The social cost of carbon: trends, outliers and catastrophes. *Economics* 2, 25. org/10.5018/economics-ejournal.ja.2008-25.
- Tol, R.S.J. (2009): The economic effects of climate change. *Journal of Economic Perspectives* 23, 29–53.
- UBA – UMWELTBUNDESAMT (2012): Best Practice Kostensätze für Luftschadstoffe, Verkehr, Strom- und Wärmeerzeugung, Anhang B der Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten, Dessau.
- UK Environment Agency (1999): River Ancholme flood storage area progression. Report e3475/01/001 prepared by Posford Duvivier Environment. UK Environment Agency
- U.S. Bureau of Labor Statistics (2020): Historical Consumer Price Index for All Urban Consumers <https://www.bls.gov/cpi/tables/supplemental-files/historical-cpi-u-201912.pdf> letöltés időpontja 2020.1.6.
- van Berkel, Derek B., Peter H. Verburg (2014): Spatial quantification and valuation of cultural ecosystem services in an agricultural landscape, *Ecological Indicators*, Volume 37, Part A, 163-174.
- Vári Ágnes, Kozma Zsolt, Jolánkai Géza, Centeri Csaba, Pásztor László, Bakacsi Zsófia, Tóth Brigitta, Pataki Beáta, Pinke Zsolt, Jolánkai Zsolt, Mattányi Zsolt (2019a): NÖSZTÉP szakértői munkacsoportok 2. ütem tanulmánya – Potenciális ökoszisztéma szolgáltatás értékelés - Hidrológiai SzMCs (2018.09.30.-2018.03.31)
- Vári Ágnes, Kozma Zsolt, Jolánkai Géza, Centeri Csaba, Pásztor László, Bakacsi Zsófia, Tóth Brigitta, Pataki Beáta, Pinke Zsolt, Jolánkai Zsolt, Mattányi Zsolt (2019b): Hidrológia Szakértői Munkacsoport, Megvalósítási szakasz – 3. ütem tanulmány. 2019. 07. 11.
- Waldhoff, S., D. Anthoff, S. Rose and R. S. J. Tol (2014): The Marginal Damage Costs of Different Greenhouse Gases: An Application of FUND. *Economics: The Open-Access, Open Assessment E-Journal* 8(2014-31).
- Watson, K.B., T. Ricketts, G. Galford, S. Polasky, J. O’Niel-Dunne (2016): Quantifying flood mitigation services: The economic value of Otter Creek wetlands and floodplains to Middlebury, VT, *Ecological Economics* 130, 16-24.
- Woodward, R. T., Y.-S. Wui (2001): The economic value of wetland services: a meta-analysis, *Ecological Economics* 37, 257-270.
- Yang J, Liping Zou, Tiansheng Lin, Ying Wu, Haikun Wang (2014): Public willingness to pay for CO2 mitigation and the determinants under climate change: A case study of Suzhou, China, *Journal of Environmental Management*, Volume 146, 2014, Pages 1-8

Zandersen, M., & Tol, R. S. J. (2009). A meta-analysis of forest recreation values in Europe. *Journal of Forest Economics*, 15(1-2), 109–130.

Mellékletek

1. melléklet

Nedkov és szerzőtársai (2018) a bulgáriai közép-balkáni térségre végeztek vizsgálatokat integrált módon, térképezéssel és értékeléssel, az ökoszisztéma-szolgáltatások tág körére, köztük az árvízi szabályozásra és a C-megkötésre (a NÖSZTÉP-hez hasonló keretben). Mivel a projekt hasonló a NÖSZTÉP-hez, ezért itt, a mellékletben bemutatjuk, hogyan jutottak el a vizsgált területen a pénzbeli értékek térképezéséhez, annak módja azonban nem derül ki a cikkből, ráadásul az összes szolgáltatást együttesen térképezték, az árvízi kockázat csökkentésének értéke külön nem határozható meg. A mintaterületen nemzeti park található. Az árvízi szolgáltatás értékelését a Vidima vízgyűjtőjén hajtották végre, amely Közép-Balkán északi részén helyezkedik el. A folyó a Rositsa folyó bal mellékfolyója, a Rositsa pedig a Yantra folyó legnagyobb mellékfolyója. A Vidima területe azért fontos a Nösztep szempontjából, mert hegyvidéki terület, ahol vagy nincs ártér, vagy az ártér csak korlátozott mértékben képes az árvíz hatásait csökkenteni. Ezért a becslés során az ökoszisztéma csapadékvíz visszatartási képességét vették alapul. Ebben a részutatásban tehát nem történt pénzbeli értékelés, hanem három indikátor alapján, azokat kategóriákba rendezve rendeltek képességet a földhasználati osztályokhoz, mégpedig hidrológiai modellek eredményei segítségével. A három mutató a következő: szűrőképesség (infiltration) (mm), csúcs áramlás (peak flow) (mm), felszíni lefolyás (surface runoff) (mm). A pontozáshoz használt táblázatot (72. táblázat) és az eredményeket (73. táblázat) az alábbiakban mutatjuk be.

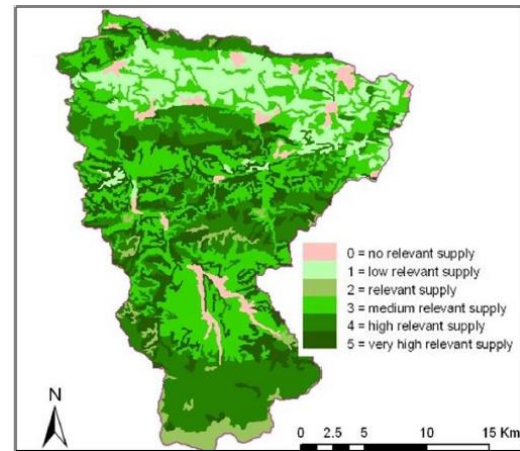
72. táblázat A modell-eredmények tartományai az árvízi szabályozó szolgáltatás kapacitásának becsléséhez

Capacity	Infiltration (mm)	Peak flow (mm)	Surface runoff (mm)
0	34.15 - 36.24	17.41 - 14.81	13.74 - 11.55
1	36.25 - 38.33	14.80 - 12.20	11.54 - 9.35
2	38.34 - 40.42	12.19 - 9.59	9.34 - 7.16
3	40.43 - 42.51	9.58 - 6.98	7.15 - 4.96
4	42.52 - 44.60	6.97 - 4.37	4.95 - 2.76
5	44.61 - 46.69	4.36 - 1.75	2.75 - 0.55

Forrás: Nedkov et al., 2018, p. 23.

73. táblázat A Vidima vízgyűjtőjére, a három mutató alapján becsült árvízszabályozási ökoszisztéma-szolgáltatás kapacitás, különböző felszínborításokra, illetve annak térképi megjelenítése

Land cover classes	Flood regulation capacity
112 Discontinuous urban fabric	0
121 Industrial or commercial units	0
211 Non-irrigated arable lands	1
222 Fruit trees and berries	3
231 Pastures	2
242 Complex cultivation patterns	3
243 Agriculture and natural vegetation	3
311 Broad-leaved forests	4
312 Coniferous forests	5
313 Mixed forests	5
321 Natural grasslands	2
322 Moors and heathland	3
324 Transitional woodland-shrub	3
332 Bare rocks	0
333 Sparsely vegetated areas	1



Forrás: Nedkov et al., 2018, p. 24.

Nedkov et al. (2018) 14 szakértő segítségével feltérképezték a teljes mintaterületet jellemző ökoszisztéma-szolgáltatásokat, a CICES besorolásnak megfelelő élőhelykategóriákkal, és azokat egy 0-tól 5-ig terjedő skála segítségével értékelték. Az árvízvédelem szolgáltatása egyértelműen az erdők esetén lett a legmagasabb, függetlenül az erdő típusától (lombhullató, fenyő vagy kevert), és ezeknek az élőhelyeknek a szabályozó szolgáltatások nyújtásában való szerepe is kimagasló, sőt, az összes figyelembe vett ÖSz alapján is ezek az élőhelyek érték el a legmagasabb átlagokat a szakértői becslések alapján. A finomabb élőhely-kategóriákat ezután összevonták, és az alábbi táblázatnak (74. táblázat) megfelelő értékeket kapták. Az adataik segíthetnek az egyes élőhelyek bizonyos ÖSz-ére vonatkozó súlyok kialakításában a Nösztepj-projektben is.

74. táblázat A Közép-Balkán mintaterületen található ökoszisztémák ÖSz-nyújtó képességének értékelő mátrixa

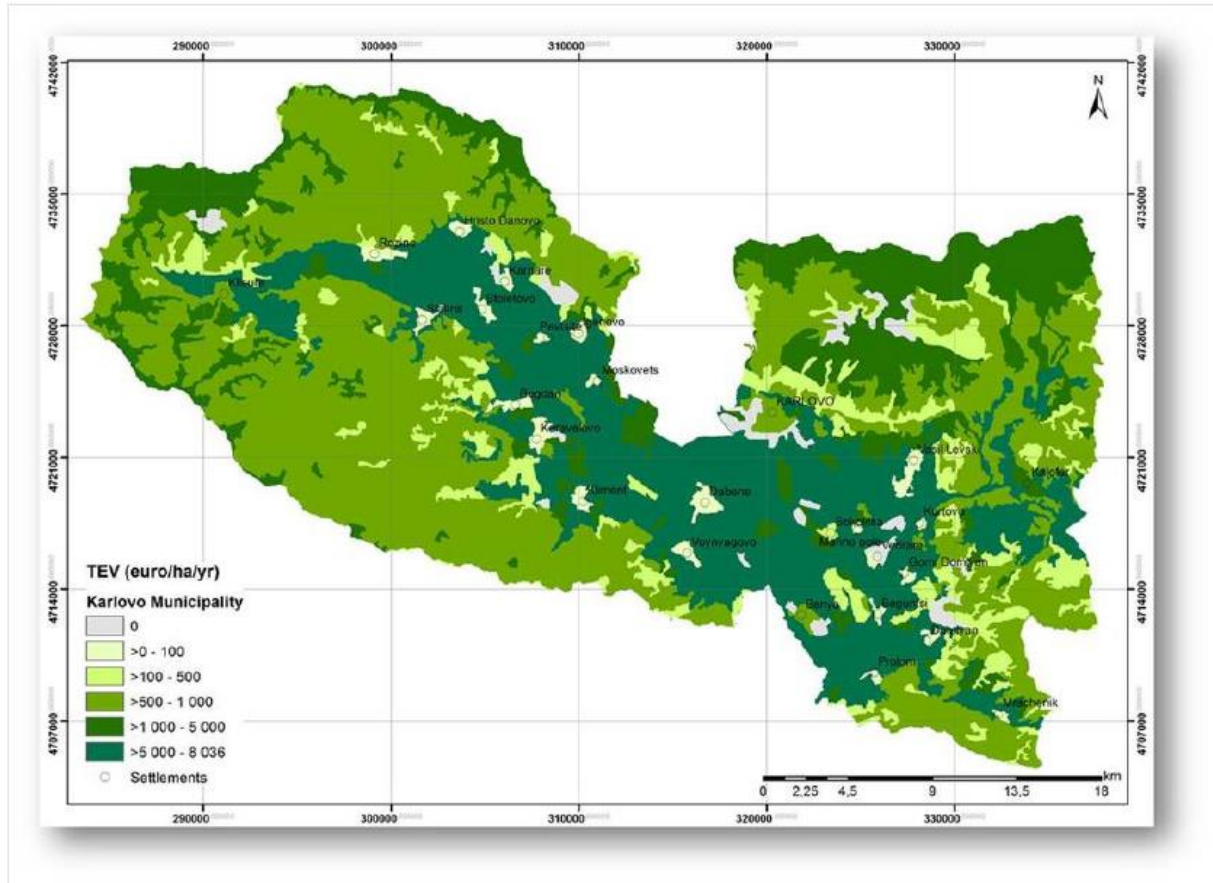
CLC classes	Cultivated crops	Reared animals	Wild plants	Wild animals	Water	Fibres and other materials	Genetic resources	Average Provisioning	Regulation of pollution	Erosion regulation	Water flow regulation	Flood regulation	Pollination	Maintenance of habitats	Disease control	Local climate regulation	Global climate regulation	Average Regulation	Recreation	Science and education	Cultural heritage	Aesthetic and spiritual	Average Cultural	Average all services
Urban	1	1	1	1	1	1	1	1,0	2	2	1	1	2	1	1	2	1	1,5	2	2	2	2	2,0	1,42
Cropland	4	2	1	2	2	1	2	2,1	2	2	2	2	3	2	2	2	1	2,0	1	1	0	2	1,2	1,88
Grassland	1	4	2	3	2	1	3	2,3	2	3	2	2	4	4	3	2	1	2,6	2	2	0	3	1,8	2,33
Woodland and forest	0	1	4	4	4	4	4	3,0	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4,0	4	3	1	4	2,8	3,37
Heathland and shrub	1	3	2	3	2	1	3	2,1	3	3	3	3	4	4	3	3	1	2,7	2	2	0	3	1,7	2,33
Sparsely vegetated land	0	0	0	1	1	0	1	0,5	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0,4	1	1	0	2	1,2	0,61
Fresh water	0	1	1	4	4	1	3	2,0	3	0	2	2	1	4	2	4	2	2,1	4	3	1	4	2,8	2,21

Forrás: Nedkov et al., 2018, p. 21.

Egy példát bemutatunk a több ökoszisztéma-szolgáltatásra vonatkozó közgazdasági értékelésük eredményei közül. Az alábbi térképen (47. ábra) a színek alapján látszik, milyen egy hektárra vetített értékeket becsültek az összes ÖSz-re (amelyből nem tudjuk leválasztani a

csak árvízvédelemre jutó összeget). A legmagasabb hektárérték 5.000 és 8.036 €/ha/év tartományba esik. Az értékeléshez feltételes értékelést (is) alkalmaztak Karlovo lakossága körében.

47. ábra Az ökoszisztéma-szolgáltatások értéke Karlovo településre



Forrás: Nedkov et al., 2018, p. 22.

2. melléklet

Az árvízi kockázat csökkentésére vonatkozó szakirodalom áttekintő táblázata található az alábbiakban.

75. táblázat Az árvízi kockázat csökkentésére vonatkozó szakirodalom eredményeinek áttekintése

Szerzők, ország	Alkalmazott módszerek	Az értékelt élőhely/terület/haszon típusa	A becsült tételek, az értékelés jellemzői	Értékek, egységértékek	Megjegyzések
Bateman et al., 2011 UK (UK NEA)	Kárbecslés, elkerült károk	Általános	- éves átlagos károk - 2 forgatókönyv szerint jövőbeli károk 2080-ra vonatkozóan - mezőgazdasági károk intenzív és extenzív művelésre	- 2000: 1088 mill. £/év - 2080: „BAU”: 15.175-20.600 mill. £/év - 2080: fenntartható eset: 1.508-4.820 mill. £/év - intenzív: 1.220 £/ha - extenzív: 160 £/ha	Nem tesznek említést a Nösztépbén megkülönböztetett síkvidéki és dombvidéki árvízi károkról
	haszonátvitel	Szárazföldi vizes élőhely	Az éves árvíz éves előfordulásának 1%-ával kapcsolatos WTP: intangibilis hasznok	200 £/év/háztartás, 50 éves időtávra, jelenértéken, 5000 £/házt.	
Gallay és Olah, 2017 Szlovákia	Múltbeli károk nagysága, kockázat és veszteségbecslés Előntési szimuláció Az erdő a viszonyítási alap	Erdő, átmeneti erdő, füves terület, szántó, mesterséges borítású területek	A szolgáltatás értékének becslésére képletet adnak, ebben szerepel a kitettség (árvíz előfordulási gyakorisága), az intenzitás (a veszély mértéke), a vízvisszatartó képesség mértéke, kiterjedés, a megvédett vagyon mértéke. A legnagyobb vízvisszatartó képessége az erdőknek van. Az éves átlagos károk a vizsgált, 1851 km ² -nyi területre 3,4 millió €.	Az értékeket HRU-ra (hydrological response unit) adják meg. - Erdők: 20.000-60.000 €/HRU - füves terület: 10.000-20.000 €/HRU - szántók és kopár területek: 500 €/HRU (max. 7.000 €/HRU)	Két ugyanolyan területnek is eltérő közgazdasági értéke lehet, amelyet számos tényező befolyásol. A HRU-k tényleges kiterjedését nem adták meg, így egy hektárra vonatkozó érték az egyes élőhelytípusokra nem számolható. Ugyanakkor, a teljes kár átlagos fajlagos értéke kiszámítható: 18,4 €/ha.

Szerzők, ország	Alkalmazott módszerek	Az értékelt élőhely/terület/haszon típusa	A becsült tételek, az értékelés jellemzői	Értékek, egységértékek	Megjegyzések
Hirschfeldt és Dahnhardt, 2018 Németország	Elkerült károk módszere	Általános (teljes ország)	A károkat az elöntés mélysége és a földhasználati osztály függvényében értékelték. Több intézkedésre szimuláció, majd költség-haszon elemzés az intézkedés nélküli helyzettel összehasonlítva: az elkerült kár a két helyzet költségei közötti különbség.	Az egy hektárra vonatkozó értékek, különböző intézkedések esetén: - gát áttelepítése (nagy): 165 € - gát áttelepítése (kicsi): 68 € - ellenőrzött ártér (nagy): 1.015 € - ellenőrzött + ökológiai ártér: 4.120 € - multifunkcionális: 1.825 €	
Watson et al., 2016 USA	Elkerült károk	Otter Creek folyó árterei és vizes élőhelyei	A jelenlegi helyzetben szabad a folyó és az ártere közötti kapcsolat – a természet adja a szolgáltatást. Két hipotetikus helyzet, amely ezt korlátozná (kisebb és nagyobb mértékben). Az elkerült kár a hipotetikus és a jelenlegi szolgáltatás értékének különbsége.	A jelenlegi helyzetben 100 €/ha az árterület fajlagos értéke, amely alacsony nemzetközi összehasonlításban, a terület alacsony lakosság száma ezt magyarázhatja. A természet – viszonylag nagy szórással – a károk 25-90%-át képes megelőzni.	Az árvíz mélysége és a kár (%-os veszteségben kifejezve) közötti kapcsolat szinte lineáris, kivéve a legmagasabb elöntési mélység körüli értékeket (itt vízszintessé válik a görbe).
Brouwer et al., 2009 Banglades	Feltételes értékelés	Meghna folyó ártere	A megépítendő gátak, árvízvédelmi megoldások iránti WTP; 32 település, 672 háztartás. A WTP és az árvíznek való kitettség kapcsolatának vizsgálata.	2,42-3,21 USD/háztartás/év, az éves jövedelem 0,25-0,34%-a.	Pozitív a kapcsolat a WTP és a jövedelem, valamint a válaszadók árvízi kárainak nagysága között. Hat hónappal később ismételt felmérés, a megkérdezettek 80%-a ugyanazt válaszolta, vagyis az eredmények időben stabilak.
Beltrán et al., 2018 UK	Hedonikus ármódszer	Anglia folyó és tengerpartjai	Mennyiért hajlandóak többet fizetni azokért az ingatlanokért,	Az árvízvédelmi gátak a városi területen árnövekedést	Az árvízi infrastruktúra beruházási és éves

Szerzők, ország	Alkalmazott módszerek	Az értékelt élőhely/terület/haszon típusa	A becsült tételek, az értékelés jellemzői	Értékek, egységértékek	Megjegyzések
			amelyeket megvédenek az árvízvédelmi infrastruktúrák az árvízről. Az árvíz jelenlétét két változó adta: a) hány hónappal az árvíz után adták el az ingatlant, b) hány napig tartott az elöntés.	eredményeznek: a családi házaknál 19,5%-osat, a sorházaknál 12,5%-osat, a lakásoknál 5,7%-osat. A vidéki ingatlanok esetében 0,5 és 5% közötti árcsökkenést eredményeztek az árvízvédelmi beruházások.	karbantartási összege magasabb, mint amekkora hasznot hoz, vagyis sok helyen feleslegesen költenek azokra.
Mangi, 2016 Németország	Haszonátvitel Elkerült károk	Az Elba folyó Kreetsand szakasza, melyet ismét természetesebb állapotba hoztak.	Több alternatíva esetén modellezték a károk nagyságát, majd az alapeset és az adott alternatíva közötti különbséget tekintették a társadalmi haszonnak (elkerült kárnak).	A vízvisszatartás értékét (más kutatás alapján) 0,025 €/m ³ -nek vették. Az ártér víztározási képességének értéke a területre 22.000 €/év lett.	
De Krok és Grossmann, 2010 Németország	A Rhone folyóra kifejlesztett kárbecslések adaptálása, relatív kárfüggvénnyel. Helyettesítési költség módszer, nettó értékekkel (nem eredeti, hanem már értékcsökkentett adatok).	Az Elba teljes német szakasza	Hat alternatíva elemzése az Elba hat szakaszán. Tangibilis károk, nagy mélységben (ingatlan, ingóság, közlekedési infrastruktúra, mezőgazdaság). A teljes károk kiszámításához képletet adnak.	<ul style="list-style-type: none"> - a közlekedési infrastruktúra nettó értéke 50 €/m² - az épületállományé 23 €/m² - a gépek, berendezések és járművek értékéből 22%-ot a gépjárműállományhoz, a maradék 85%-át a kereskedelmi, 15%-át a termelő szektorhoz rendelték - az állatállomány értéke 1.000 €/egység, a termőterületé 600 €/ha, a gyepek értéke 300 €/ha, az erdőé 1.000 €/ha. - a lakóépületek értéke átlagosan 200 €/m² alapterület, a teleké pedig 21 	A kárfüggvények becslésére sokkal nagyobb hangsúlyt kellene fektetni.

Szerzők, ország	Alkalmazott módszerek	Az értékelt élőhely/terület/haszon típusa	A becsült tételek, az értékelés jellemzői	Értékek, egységértékek	Megjegyzések
				€/m ² .	

Szerzők, ország	Alkalmazott módszerek	Az értékelt élőhely/terület/haszon típusa	A becsült tételek, az értékelés jellemzői	Értékek, egységértékek	Megjegyzések
Garrote et al., 2016 Spanyolország	Helyettesítési költségek	Villámárvíz hegyvidéki területen: Segovia, Pajares de Pedraza	A helyi kárbecslések és a standard modellek eredményei közötti hasonlóságot vizsgálták.	Az 5 és az 500 évente visszatérő árvizekre kapott értékek: - lakóházak: 100-12.000 €/házt. - tanyák: 100-1.000 €/házt. - közösségi épületek: max. 7.000 €. (Átlagokat is megadtak.)	A helyszínrre becsült adatokkal összehasonlítva a kár összege 1-2 nagyságrenddel kisebb, vagyis egy standard adat alkalmazása túlbecslést eredményez.
Foudi et al., 2015 Spanyolország	Kárbecslés	általános, nagyon sok kárt elszenvedő tétel figyelembevételével – kézzel fogható károk.	Általános részletes modell a közgazdasági értékelésre vonatkozóan.		Az összkár közel 95%-át adják. A mezőgazdasági károkban nincsenek területi különbségek, a lakott és nem lakott területek esetén (a jellegtől függően) óriásak.
	Elkerült károk becslése	egészségügyi hatások	- Haláleset: a statisztikai élet értéke alapján - egyéb eü-i károk: feltételes értékeléssel, WTP	- az országban 1,3 millió € - 283 € (5 évente visszatérő árvíz elkerüléséért), 123 € (100 évente visszatérő elkerüléséért (szigmoid modell)	Az összkár 2,5%-át adják. Többnyire a lakott területeken jelentkeznek.
	WTP az intangibilis hasznok mérésére	wetlandek	Konkrét képletet adnak		Az összkár 2,5%-át adják. Lakott területen elhanyagolható a nagysága.
Woodward és Wui, 2001 globális	Metaelemzés	A wetlandek szolgáltatásai, árvízvédelem is.	39 vizes élőhellyel foglalkozó tanulmány adatainak elemzése	Az árvízvédelem értéke 971 USD/ha (1990-es áron), amely közepesnek tekinthető a többi szolgáltatáshoz képest (összesen	A hedonikus ármódszerrel és a helyettesítési költség módszerrel becsült adatok magasabbak, a feltételes

Szerzők, ország	Alkalmazott módszerek	Az értékelt élőhely/terület/haszon típusa	A becsült tételek, az értékelés jellemzői	Értékek, egységértékek	Megjegyzések
				10 szolgáltatás szerepel az értékelésben).	értékelése kisebbek. A gyenge ökonometriai elemzés magasabb értékeket ad.

Szerzők, ország	Alkalmazott módszerek	Az értékelt élőhely/terület/haszon típusa	A becsült tételek, az értékelés jellemzői	Értékek, egységértékek	Megjegyzések
Brouwer és Sheremet, 2017 globális	Metaelemzés	A wetlandek szolgáltatásai, árvízvédelem is.	29 tanulmányban található adatok elemzése, csak a feltételes értékelésre és a feltételes választásra épülőket hagyták a mintában.	0,3 USD/háztartás/év (mindössze három cikk alapján). A legmagasabb átlagos WTP-t a vízminőség szabályozása kapta, 139,6 USD/házt./év értékben, látható tehát, hogy az árvízi kockázat csökkentésére lényegesen kisebb átlagos értéket kaptak.	Az EU lakóinak alacsonyabb a WTP-je, mint a más kontinensen élőké. Ha a megkérdezésben a háztartás a legkisebb egység, alacsonyabb átlagos WTP születik, mint akkor, ha ez az egység az egyén.
Joseph et al., 2015 UK	Feltételes értékelés	Az árvizek okozta, kézzel nem fogható hasznok	A 2007-es hatalmas árvíz által érintett települések lakóinak megkérdezése két kérdésről: 1) WTP az árvíz hatásainak csökkentéséért, 2) WTP a pszichológiai hatások enyhítéséért. 280 elemű minta.	Az árvíz hatásainak csökkentéséért átlagosan 390 £/háztartás/év, míg a pszichológiai hatások csökkentéséért további 263 fontot.	Erős pozitív kapcsolat van az árvíz okozta stressz és a WTP között. A WTP átszámítva évente átlagosan kb. 250.000 Ft háztartásonként.
Owusu et al., 2015 Skócia	Feltételes értékelés	Mennyit hajlandóak áldozni arra az emberek, hogy az ingatlanok szintjén megvalósítható intézkedések (PLFP) megtörténjenek?	256 válaszadó, 60%-ukat már érintette árvíz, közülük 80%-ot a felmérés előtti 10 évben.	Átlagos WTP a teljes mintára: 795 £/fő/év, akiket már elöntött az árvíz, azokra 734 £/fő/év, míg az árvizet meg nem tapasztalóké magasabb, 834 £/fő/év.	A WTP – többek között - pozitív korrelációt mutat a jövedelemmel, valamint a megkérdezettek korábbi PLFP cselekvéseivel (aki már a múltban is költött erre, többet ajánl fel).
Brander et al., 2013 globális	Metaelemzés	Az elemzésekben mezőgazdasági területek háromféle ökoszisztéma-szolgáltatását vizsgálták:	A kiválasztott értékelésekben többféle módszerrel kapott becslések szerepelnek (pl. helyettesítési költség, elkerült költségek).	Az árvízi szabályozás átlaga: 6.923 USD/ha/év), medián: 427 USD/ha/év (2007-es USD)	Minél nagyobb a wetland területe, annál kisebb a fajlagos értéke: a) a teljes értéke csökkenő ütemben nő, b) a terület 1%-os növekedése 0,37%-kal

Szerzők, ország	Alkalmazott módszerek	Az értékelt élőhely/terület/haszon típusa	A becsült tételek, az értékelés jellemzői	Értékek, egységértékek	Megjegyzések
		vízszolgáltatás, árvízvédelem, vízminőség-szabályozás, az árvízzel kapcsolatban 26 értéket találtak (17 tanulmányban).			csökkenti a fajlagos értéket, c) ha a közelben több vizes élőhely is található, akkor 1%-os területi növekedés 0,3%-os értékcsökkenést eredményez, d) a népesség 1%-os emelkedése az érintett térség 50 km-es körzetében 0,45%-os értéknövekedést ad.
Lamprinakis et al., 2017 Románia	Haszonátvitel	Divici-Pojejena vizes élőhely	Woodward és Wui 2001-es eredményeit számították át 2006-os értékekre az infláció és a vásárlóerő-paritás felhasználásával.	Az árvízvédelmi szolgáltatás értéke 235 USD vagy 329 RON/ha/év lett. A TGÉ-ben a közvetett használatával összefüggő értékekhez sorolták az árvízvédelem szolgáltatását.	Hét ökoszisztéma együttes értékéből az árvízi szabályozásé 14,6%-ot tett ki. Csak durva becslésként fogadható el, mivel számos olyan tényező kimaradt, amely hatással lehet az értékekre.
Bouwer et al., 2014 Európa	Intézkedési költségek becslése	Európai természeti csapások, köztük az árvizek csökkentésének költségei	A vészhelyzet kezelésének és a kitelepítés költségeire vonatkozóan jeleznek nehézségeket, megoldásokat.	Képlet a kitelepítés költségeire vonatkozóan.	Azt javasolják, hogy a közvetlen gazdasági károk 10-40%-a is lehet a kitelepítés költsége.
Spegel, 2017 Svédország	Feltételes választás	A lakosság és a közhivatalnokok fizetési hajlandóság vizsgálata három jellemzőre vonatkozóan.	A 3 jellemző: az árvíz miatt károsult ingatlanok száma évente, közlekedési fennakadásokkal érintett napok száma, azon napok száma, amikor nem lehet a folyóvizet	Fizetési határhajlandóságot adtak meg, vagyis azt, hogy az adott jellemző egy egységnyi változása mellé mekkora érték párosul: 0,3 eurót fizetnének azért átlagosan, hogy eggyel	A károsult épületek száma a kiinduláskor 100 volt. Ha ez 10-re csökkenne, akkor 307-317 eurót fizetnének, míg, ha 40-re, akkor 298-318-at. Csak

Szerzők, ország	Alkalmazott módszerek	Az értékelt élőhely/terület/haszon típusa	A becsült tételek, az értékelés jellemzői	Értékek, egységértékek	Megjegyzések
			ivóvízkitermelésre felhasználni.	csökkenjen az árvízben károsodó lakóingatlanok száma.	összehasonlításképpen: az ivóvízszolgáltatás bizonytalanságának jelentős javítása több, mint 1000 eurót ért a megkérdezetteknek.
Simpson, 2015 Skócia	Feltételes értékelés	A Tay folyó tölcéstartókorlátánál a természetet használják az árvízi kockázatok csökkentésére	593 megkérdezett, online kérdőív, fizetési kártya. A felmérés 201-ban zajlott.	Az átlagos WTP 43,02 £/háztartás/év. A területtől mért távolság növekedésével csökken a WTP. A jövedelem pozitív korrelációban van a WTP-vel.	A szerzők maguk is leírják, hogy a kapott összeget nem tudják szétosztani a különböző ŐSz-ekre.
Nedkov et al., 2018 Bulgária	Szakértői becslés	Hegyvidéki terület több ŐSz-e, köztük az árvízi szabályozás.	A becslésben a hegyvidéki terület (amelynek nincs vagy nagyon korlátozott az ártere) csapadékvíz-visszatartó képességéből indultak ki. Három jellemző (szűrőképesség, csúcs áramlás, felszíni lefolyás) objektív kategória-adatok alapján pontozással határozták meg az árvízszabályozási kapacitást. A CICES 7 élőhelykategóriájának 20 ŐSz-ét pontozták szakértők.	Az árvízszabályozási kapacitás az erdők esetén 5-ös és 4-es értéket kapott, a mezőgazdasági területek 3-ast, a természetes gyepek 2-est. A 0-5 közötti értékek alapján az erdők 4-est, a cserjés területek 3-ast, a gyepek pedig 2-es értéket kaptak az árvízszabályozó képességre. A térképi megjelenítésnél érték kategóriákat használtak 0-100, 100-500, 500-1000, 1000-5000, 5000-8036 tartományokkal, de ebben az összes ŐSz értéke szerepel.	Nem különítették el az árvízi szabályozás értékét.
Gerner et al., 2018 Németország	Piaci módszerek, továbbá elkerült	Az Emscher folyó vízgyűjtőjén (Ruhr-	Piaci módszerek a közvetlen gazdasági hatások becslésére	A beruházásnak köszönhetően mekkora károkat kerülhetek el.	A szerzők nem számítottak fajlagos

Szerzők, ország	Alkalmazott módszerek	Az értékelt élőhely/terület/haszon típusa	A becsült tételek, az értékelés jellemzői	Értékek, egységértékek	Megjegyzések
	költségek módszere	vidék) természetes terület kialakítása, benne másodlagos árterek.	(ingatlanok bérleti díjának emelkedése), elkerült költségek módszere az árvízi kockázat értékelésére.	Csak összértéket adtak meg, amely 1780000 €/év lett. Az árvízcsökkentés szolgáltatása a teljes értéknek mindössze 1%-át tette ki. A teljes terület teljes piaci értéke 21.441.572 €/év, a nem piaci értéke 109,121,217 €/év. Ez 247,9 €/ha/év piaci és 1.261,5 €/ha/év nem piaci hasznot jelent.	értéket, de az adatok rendelkezésre állnak ehhez: az árvízi szabályozás értéke az elkerült károk alapján 20,58 €/ha/év, amely 320 Ft-os euróárfolyammal átszámolva 6600 Ft/ha/év.
Kramer et al., 1997 Madagaszkár	Elkerült károk	Az erdők megőrzése és kivágása esetén mekkora gazdasági károk keletkeznek az 1. évben.	Megbecsülték az 1. évben keletkező károkat az árvíz különböző visszatérési periódusaira, az erdő kiirtása és az az erdők megőrzésére vonatkozóan. A kettő különbsége jelentheti a megőrzés nettó hasznát.	Az erdő megőrzésének nettó haszna az 1. évben az árvíz visszatérési ideje szerint: <ul style="list-style-type: none"> • 2 év: 389 \$ • 5 év: 316 \$ • 10 év: 192 \$ • 25 év: 70 \$ • 50 év: 26 \$. 	Nem lehet fajlagos, egy hektárra vonatkozó értéket becsülni.
ÁKK, 2016 Magyarország, Alsó-Tisza	Árvízi kockázatok értéke a vagyoni károk alapján	Az Alsó-Tisza öblözeteinek fajlagos és teljes vagyoni kockázati értéke.	Ha a vagyoni kár alapján számszerűsítene, nagyságrendi különbségek adódnak az egyes területek fajlagos értékei között. Amennyiben a vízmegtartó képesség (helyettesítési költség) alapján számszerűsítene, akkor ezek a nagy különbségek eltűnnek, ez viszont nem veszi figyelembe a területek jellemzői közötti tényleges eltéréseket.	A kockázat fajlagos átlagos értékeinek szélsőértékei: <ul style="list-style-type: none"> • Érmelléki öblözet: 6.400 Ft/ha/év • Szegedi öblözet: 636.200 Ft/ha/év. A szegedi érték a nagy népességszámmal magyarázható.	A helyi adottságok figyelembevétele elengedhetetlen. Ugyanakkor azt is figyelembe kellene venni, hogy egy terület, attól, hogy kicsi a népsűrűsége, más, sűrűn lakott területeken szintén elkerült károkat hoz létre. Itt a kérdés az, mekkora

Szerzők, ország	Alkalmazott módszerek	Az értékelt élőhely/terület/haszon típusa	A becsült tételek, az értékelés jellemzői	Értékek, egységértékek	Megjegyzések
					térségre alkalmazzuk az értékelést.
Pinke, 2012 (lásd még Pinke et al., 2017) Magyarország, Tisza-menti véstározók, továbbá két vizes élőhely a Hortobágy térségében	Helyettesítési költség	Árvízi tározó beruházási költségei és a belvízzel sújtott területek árvízi területekké alakításának költségei	Az addig megépült négy árvízi tározó, valamint Etyek-Pusztakócs és a Vókonyai-tó térsége.	A négy tározó alapján 1 m ³ víz tározása (a beruházási költségek alapján) 101 Ft-ba kerül. A belvízzel sújtott területeken 5000 m ³ víz tározása lehetséges, így ennek elkerült beruházási költségei adják a természet ezen szolgáltatásának értékét. Két helyszínen, amennyiben azokat árvízvédelmi hasznosításúvá alakítanánk, az alábbi eredményeket kapta: <ul style="list-style-type: none"> Etyek-Pusztakócs: 53.664 Ft/ha, Vókonyai-tó: 107.010 Ft/ha. 	A felesleges víz természetben történő tározása 10,7-21,4 Ft/m ³ lett, amely egyötöde, egytizede a VTT árvíztározóinak megépítése alapján számolt költségeknek.
	Bekövetkezett kár - terméskiesés	A víztöbblet mekkora terméskiesést okoz átlagosan		A legaszályosabb öt megyében 32 alkalommal haladták meg a károk a GDP 0,5-1%-át.	
Brouwer et al., 2016 Magyarország, Által-ér	Feltételes választás	Az Által-ér területe	Mekkora fizetési hajlandóság mutatkozik két jellemző iránt: az árvízi kockázat csökkentése, a vízminőség javítása. Csak a területen élőket kérdezték meg, közel 500 embert.	Az árvízi kockázat csökkentése iránt a helyi lakosságnak nulla a fizetési hajlandósága.	
Marjainé Szerényi et al., 2011 Nagykörü, Bereg, Homokhátság	Feltételes értékelés	Három mintaterület, hasonló, bár nem teljesen azonos kérdőívvel vizsgálva:	A maximális WTP keresése 10 éven keresztül, annak érdekében, hogy Nagykörü/Homokhátság/ Bereg térségében	A teljes programért a WTP-értékek a következők: <ul style="list-style-type: none"> A teljes mintára: 8.738 	Mivel külön az árvízi kockázat csökkentésére nem kérdezték rá a kérdőív, ezért ezekből az

Szerzők, ország	Alkalmazott módszerek	Az értékelt élőhely/terület/haszon típusa	A becsült tételek, az értékelés jellemzői	Értékek, egységértékek	Megjegyzések
		Nagykörű, Bereg, Homokhátság	a víz-gazdálkodás kiegyensúlyozott rendszerét a tájhasználat-váltással megvalósítsák. A programban szerepel az árvíz kockázatának csökkenése is. Csak a mintaterületen élőket kérdezték, összesen 325 embert.	Ft/házt./év (a jöv. 0,55%-a) <ul style="list-style-type: none"> • Homokhátság: 11.211 Ft/házt./év (a jöv. 0,62%-a) • Nagykörű: 7.347 Ft/házt./év (a jöv. 0,50%-a) • Bereg: 6.612 Ft/házt./év (a jöv. 0,49%-a) 	összegekből nem képezhető arra összeg.

3. melléklet

Kárértékek az egyes tervezési területekre

Az ÁKK az országot 8 tervezési területre osztja fel, melyekre részletes kárbecslési adatok készültek a 2014-es munka során. A tervezési területegységek az alábbiak: Felső-Duna, Közép-Duna, Alsó-Duna, Felső-Tisza, Közép-Tisza, Alsó-Tisza, Balaton, Dráva. A következőkben területegységenként mutatjuk be a károk becslésére vonatkozó eredményeiket.

A Felső-Duna tervezési területen igen szélsőséges értékeket mutatnak az egyes öblözetek fajlagos kárértékei, 4.000 és durván 30,6 millió Ft/hektár közöttiek (76. táblázat). Előbbi a Mosoni Duna-Rábca öblözetét, utóbbi pedig a Szentgotthárdi_1 ártéri öblözetét jelenti (ÁKK, 2016b).

76. táblázat Az ártéri öblözetek fajlagos, illetve összesített vagyoni kockázati értékei a Felső-Duna tervezési területre

Öblözet	Kockázat fajlagos átlag értéke (eFt/év/ha)	Vagyoni kockázatok összege (MFt/év)
Szentgotthárdi_2 ártéri öblözet	16,6	0,7
Mosoni Duna-Rábca közti ártéri öblözet	0,4	4,4
Sárvári ártéri öblözet	16,5	7,0
Lajta jobb parti ártéri öblözet	19,1	58,0
Kemenesaljai ártéri öblözet	8,2	96,6
Marcalközi ártéri öblözet	163,2	216,3
Lajta bal parti ártéri öblözet	56,7	236,5
Nicki ártéri öblözet	103,6	373,9
Rábaközi ártéri öblözet_1	172,7	388,9
Tát-Esztergomi ártéri öblözet	13,5	526,6
Körmenyi ártéri öblözet	1738,0	743,5
Rábaközi_2 ártéri öblözet	1301,6	2473,0
Szigetközi ártéri öblözet	225,9	5168,7
Szentgotthárdi_1 ártéri öblözet	30459,8	8612,5
Komárom-Almásfűzitői ártéri öblözet	3707,5	14287,6
Holt Marcal-Győri ártéri öblözet	2523,4	25270,9

Forrás: ÁKK, 2016b, p. 63.

A Közép-Duna tervezési egység esetén egyrészt az árvízi töltésekkel védett területekre, másrészt a térségben található kisvízfolyások esetére adnak meg kárbecsléseket.

A töltésekkel védett szakaszoknál is két részre oszthatjuk az adatokat: részint az öblözetekre, másrészt a budapesti térségre készültek kárbecslések, amelyeket a következő két táblázat (77.

táblázat, 78. táblázat) részletez. Budapest esetében nem adnak meg egy hektárra vetített értékeket, csak az összesített vagyoni kockázatot, amely – lévén magas a népességszám a területen – igen jelentős, 4 milliárd Ft évente. A fővároson kívüli területeken 3,6 és 3.015,5 ezer Ft/év/ha az átlagos fajlagos értékek tartománya, amelyről ismét megállapíthatjuk, hogy rendkívül tág tartományt mutatnak.

77. táblázat Az ártéri öblözetek fajlagos, illetve összesített vagyoni kockázati értékei a Közép-Duna tervezési területre, a fővároson kívüli területekre

Ártéri öblözet	Kockázat fajlagos átlag értéke (eFt/év/ha)	Vagyoni kockázatok összege (MFt/év)
Adonyi	10,7	24,9
Balassagyarmati	1990,2	209,5
Budakalászi	3015,5	2849,7
Dejtári	1255,2	1148,2
Dunafüredi	116,0	25,4
Ercsi	3,6	7,7
Érdi	36,4	13,2
Gödi	524,7	202,7
Ipolytölgyesi	215,2	152,0
Szentendre-szigeti	627,8	1304,3

Forrás: ÁKK, 2016c, p. 60.

78. táblázat Budapest árvízvédelmi szakaszaihoz tartozó évesített vagyoni kockázati értékek

Árvízvédelmi szakaszok	Vagyoni kockázatok összege (MFt/év)
Buda-Észak	2 810,65
Buda-Észak (Csillaghegyi öblözet)	2 432,95
Buda-Közép	269,39
Buda-Dél	2,42
Pest-Észak	620,99
Pest-Közép	456,36
Pest-Dél	9,06
Margit-sziget	47,29
Budapest teljes kockázata	4 052,14

Forrás: ÁKK, 2016c, p. 60.

A 79. táblázat a Közép-Duna kisvízfolyásainak árvízi kockázati értékeit tartalmazza, amelyeknél nincsenek védelmi töltések. Látható, hogy a legnagyobb kockázat a Dobrodapatak területén jelentkezik, 126,1 ezer Ft/100 m², amely egy hektárra vetítve 1.260 ezer Ft-os éves értéket ad. A tartomány ebben a térségben is széles a kárértékek tekintetében.

79. táblázat Az ártéri öblözetek fajlagos, illetve összesített vagyoni kockázati értékei a Közép-Duna tervezési területre, a kisvízfolyásokra vonatkozóan

Kisvízfolyás	Fajlagos kockázat maximuma [eFt/100 m ² /év]	Fajlagos kockázat átlag [eFt/100 m ² /év]	Kockázat évesített összege [MFt/év/vízfolyás]
Bér-patak (Benta-patak)	3 543	24,7	881,5
Börzsöny-patak	1 810	58,1	247,5
Darázdói-patak	3	0,2	0,5
Derék-patak	1 844	1,6	18,1
Dobroda-patak	3 677	126,1	7 816,5
Feketevíz-patak	1 947	1,9	87,2
Gombás-patak	2 604	8,2	73,3
Kemence-patak	2 642	16,6	14,7
Lókos-patak	3 528	4,2	192,9
Ménes-patak	651	0,8	13,1
Rimóc-Sipeki-patak	292	0,8	12,3
Szentlélek-patak	2 198	4,4	32,4
Szöd-Rákos-patak	2 340	21,0	40,7
Szent László-víz	1 029	5,0	358,3
Váli-víz	5 108	39,7	5 200,9

Forrás: ÁKK, 2016c, p. 71.

Az 80. táblázat az árvízi töltésekkel védett alsó-dunai öblözetek kárértékeit tartalmazza, az 81. táblázat pedig a kisvízfolyásokét. A töltésekkel védett területeken a Szedresi öblözet kockázatának fajlagos értéke magasabb, 767.600 Ft/ha/év. A terület kisvízfolyásainál lényegesen alacsonyabbak a fajlagos kárértékek.

80. táblázat Az ártéri öblözetek fajlagos, illetve összesített vagyoni kockázati értékei az Alsó-Duna tervezési területre, a töltésekkel védett területekre vonatkozóan

Öblözet	Kockázat fajlagos átlag értéke (eFt/év/ha)	Vagyoni kockázatok összege (MFt/év)
Völgységi	2,6	0,3
Madocsai	1,0	6,0
Mohácsi	6,8	40,1
Duna-Sióközi	2,5	51,2
Sió-Sárvízközi	73,3	84,8
Kajdacs-Simontornyai	1,0	92,8
Baja városi	16,7	95,1
Szedresi	767,6	134,7
Sárközi	63,0	140,1
Margittaszigeti	9,0	207,4

Forrás: ÁKK, 2016d, p. 59.

81. táblázat A kisvízfolyások fajlagos, illetve összesített vagyoni kockázati értékei az Alsó-Duna tervezési területre

Kisvízfolyás	Fajlagos kockázat maximuma [eFt/100 m ² /év]	Fajlagos kockázat átlag [eFt/100 m ² /év]	Kockázat évesített összege [MFt/év/vízfolyás]
Gaja-patak	2 586	12,4	941,4
Mór-Bodajki-vízfolyás	1 042	0,9	941,4
Veszprémi-Séd	3 540	17,0	22,4
Baranya-csatorna	2 748	11,1	770,1
Gödrei-vízfolyás	1 016	7,2	1 611,9
Hábi-csatorna	3 486	58,8	136,2
Kapos	6 414	18,2	2 014,3
Karastica	1 980	1,1	10 947,9
Kis-Koppány	1 095	1,3	49,2
Koppány-patak	2 283	17,1	34,0
Orci-patak	998	1,6	2 376,0
Suján-patak	1 769	2,0	71,2
Vasas-Belvárdi-vízfolyás	1 175	1,0	60,0
Villány-Pogányi-vízfolyás	2 031	11,1	17,5
Völgységi-patak	2 776	16,2	197,5

Forrás: ÁKK, 2016d, p. 69.

82. táblázat A kisvízfolyások fajlagos, illetve összesített vagyoni kockázati értékei a Balaton tervezési területre

Kisvízfolyás	Fajlagos kockázat maximuma [eFt/100 m ² /év]	Fajlagos kockázat átlag [eFt/100 m ² /év]	Kockázat évesített összege [MFt/év/vízfolyás]
Eger-víz	1 869	9,6	944,4
Pogányvölgyi-vízfolyás	819	1,7	166,9
Tetves-patak	1 100	0,3	6,6
Felső-Válicka	2 133	3,9	209,8
Szévíz	1 891	1,9	157,2
Zala	4 620	11,6	4 892,0

Forrás: ÁKK, 2016f, p. 53.

4. melléklet

A WWF a Tisza területére vonatkozóan több tanulmányt készített az árvízi helyzet lehetséges megoldásaira vonatkozóan (lásd pl. Derts et al., 2018). Ebben a következők olvashatók:

„A tiszai mélyárterekre épülő kockázatcsökkentési koncepció

A koncepció arra épül, hogy a Tisza mentén olyan – korábban vízjárta, ma mentett oldali – területek, ún. mélyárterek találhatóak, amelyek a domborzati jellegükből fakadóan a folyó teljes hazai szakaszát tekintve jelentős mértékű természetes tározási kapacitással rendelkeznek.

A koncepciót 36 területre vonatkozóan egymásra épülő modellvizsgálatokon keresztül részletesen vizsgáltunk, amelyek teljes területe összesen mintegy 1500 km².

Eredményeink alapján viszonylag kis léptékű beruházások és egyszerű üzemeltetés mellett aktív vízkormányzás valósulhat meg a Tisza és a mélyárterek között, teljesítve ökológiai és antropogén vízigényeket. Emellett a koncepcióval az árvízi kockázatcsökkentési célok is teljesülnek: a 2 milliárd m³-nyi teljes kapacitás kihasználása mellett a Tisza teljes magyarországi szakaszára vonatkozóan több mint 1,0 méternyi átlagos vízszintcsökkentés érhető el települési és infrastrukturális károkozás nélkül. A műszaki megvalósíthatóság és az üzemeltetés alkalmassága tehát a vizsgálataink alapján megalapozott.

A koncepció elválaszthatatlan részét képezi a rendszeres vízborításhoz alkalmazkodó felszínborítás kialakítása, amelynek megvalósulásával a területeken változatos ökológiai szolgáltatások is megvalósulnak. Ezek a magas társadalmi hasznosságú hatások a Tisza teljes hazai szakaszán elszórtan, a többi alternatívával összehasonlítva a legnagyobb területen fejtik ki hatását.

Tekintettel arra, hogy ez a koncepció is egy hosszú idő alatt megvalósítható, több évtized alatt kifejlődő megoldás, az ismert kihívások tükrében a megvalósíthatóságának kulcsát az egymással összefüggő gazdasági-társadalmi feltételek megteremtése jelenti.

Ennek fontos eleme, hogy a birtokosok területeinek használata ellentételezést feltételez: ez a kockázatcsökkentés révén elért (100 000 Ft/ha/éves nagyságrendű, jól kiszámítható) társadalmi haszon kompenzálása. Ennek pedig nélkülözhetetlen előfeltétele a szükséges forrás előteremtése, valamint egy jól működő pénzügyi modell és szabályozási háttér kialakítása.

Amennyiben a megvalósíthatóság feltételei teljesülnek, a mélyárterek bevonása a hidrológiai szélsőségek hatásainak mérséklésébe stratégiai jelentőségű előnyökkel járna, és a vizsgált alternatívák közül ez a megoldás teljesíti a legmagasabb fokozatú kitűzött célokat” (i.m. p. 9).

Kajner (2019) szerint „eredményeik alapján viszonylag kis léptékű beruházások és egyszerű üzemeltetés mellett aktív vízkormányzás valósulhat meg a Tisza és a mélyárterek között. Rendszeres vízkivezetéssel és vízvisszatartással biztosítható az ökológiai és a társadalmi, gazdasági vízigény, és az árvízkezelési célok is teljesülnek, illetve az árvíz problémája új megvilágításba kerül. Erre alapozva a WWF Magyarország Tisza stratégiája a következő hosszú távú célt fogalmazta meg: 2030-ig a víz visszatartására alapozott, természetbarát ártéri gazdálkodási rendszer valósul meg a Tisza vízgyűjtőjének magyarországi területén, ahol csak

lehetséges, de legalább 150.000 hektáron, a biodiverzitás növelése és a helyi közösségek életkörülményeinek javítása érdekében” (i.m. p. 2).

Derts és szerzőtársainak (2018) munkájában a *teljes hazai Tisza-menti területre* vonatkozóan vannak adatok, amelyekre egy hipotetikus számítást végzünk. Itt ismét a felszínen történő vízmegtartás mennyiségét vesszük alapul, és nem a növényzetben és a talajban visszafogottat. Ha ezeket az adatokat úgy tekintjük, mint egy mélyártéri természetes víztározás, annak pénzbeli értéke a következő:

$$\acute{E}_i = V_i \times P,$$

ahol \acute{E}_i a Tisza-menti hipotetikus „mélyárterek összessége” vízmegtartásának pénzben kifejezett teljes értéke, vagyis a mélyárterek által nyújtott összes szolgáltatás értéke, V_i az adott terület által visszatartott víz össz mennyisége, P a fajlagos, egy m^3 víz visszatartására vonatkozó ár.

$$\acute{E}_i = 2\,000 \text{ millió } m^3 * 111 \text{ HUF}/m^3 = 222\,000 \text{ millió HUF, azaz } 222 \text{ milliárd HUF.}$$

Az adatokból megtudható a beborított felszín nagysága is, amely 1.500 km^2 (150 000 hektár). Ennek alapján az egy hektár által nyújtott hipotetikus ÖSz-t is kalkulálhatjuk, amely 1,48 millió HUF/hektár. Ez a nagyságrend teljesen hasonló a korábban bemutatott példák eredményeihez.