

A hazai ökoszisztémák, állapotuk és szolgáltatásaik értékelése és térképezése



TERMÉSZETVÉDELMI FÜZETEK

Szerkesztők: Kisé Fodor Lívía, Zsembery Zita

Illusztrációk: Az ábrát, a diagramokat és térképeket a 9., 10., 11., 19., 20. oldalon Tanács Eszter készítette. A 12. oldalon az ábrát Kovács-Hostyánszki Anikó állította össze. A 8. oldalon a térképet a Lechner Tudásközpont (LTK) munkatársai készítették. A térkép a 15. oldalon Kovács-Hostyánszki Anikó és az LTK munkatársainak munkája. A 7. oldalon a Természet ajándékai gyermek rajzpályázat 11-14 éves korosztályának 1. helyezette Nagypál Borbála rajza (balra) és a 6-10 éves korosztályának 2. helyezette Csicsek Nóra rajza (jobbra) látható

Címlapfotó: Tanács Eszter

Fotók: Centeri Csaba: 16. o., Cserényi-Zsitnyányi Ildikó: 24.o., Kisé Fodor Lívía: 2., 14. o., Szelényi Gábor: 13. o., Takács András Attila: 3., 4. o., Tanács Eszter: 4., 22. o., Tusnady Zsanett: 18. o., Váci Olivér: 3. o.

A kiadvány a projektben összeállított tanulmányok alapján készült. A tanulmányok megtalálhatók a projekt honlapján: <https://termeszetem.hu>

Konzorciumvezető: Agrárminisztérium, Természetvédelemért felelős Helyettes Államtitkárság

Konzorciumi partnerek: Lechner Tudásközpont (LTK), Ökológiai Kutatóközpont (ÖK), Agrártudományi Központ Talajtani Intézet (ATK TAKI), Agrárközgazdasági Kutatóintézet (AKI)

Felelős kiadó: Balczó Bertalan, természetvédelemért felelős helyettes államtitkár

Kiadja: Agrárminisztérium (1055 Budapest, Kossuth Lajos tér 11.)

Nyomdai kivitelezés: Duna-Mix Kft. 2600 Vác, Barabás Miklós u. 1. Felelős vezető: Szakolczai Lóránt bv. ezredes, ügyvezető. Tipográfia, tördelés: Cserépy László



Készült 500 példányban

ISSN: 2786-1678

ISBN 978-615-5673-90-0

Minden jog fenntartva

© Agrárminisztérium, 2021

© Szerzők © Illusztrációk készítői © Fotók készítői



AGRÁRMINISZTERIUM



A hazai ökoszisztémák, állapotuk és szolgáltatásaik értékelése és térképezése

Szintézis összefoglaló

a Nemzeti Ökoszisztéma-szolgáltatások Értékelése
és Térképezése Projekt (NÖSZTÉP) tevékenységéről
és eredményeiről

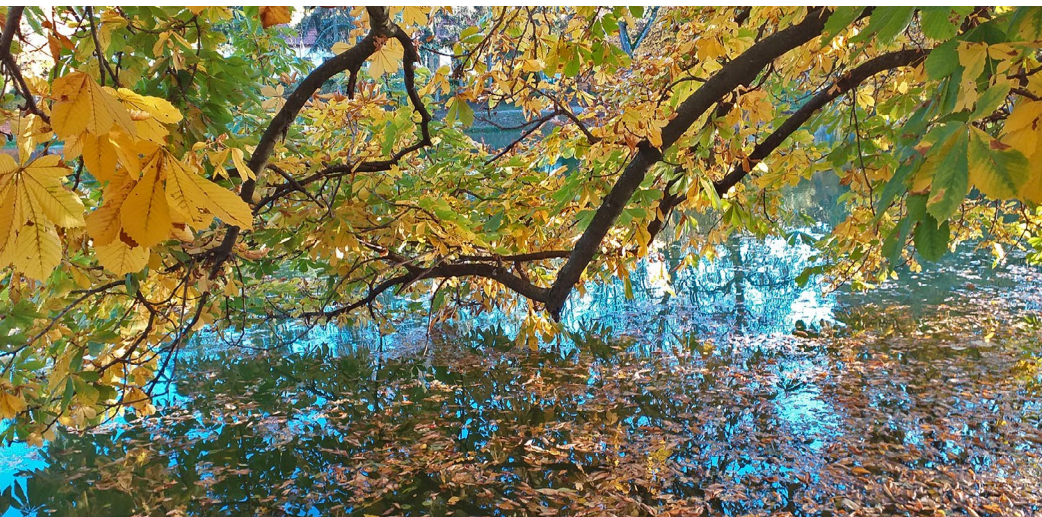
TERMÉSZETVÉDELMI FÜZETEK 11.



2021



AGRÁRMINISZTERIUM



Bevezetés

Gondoljunk bele, hogy mi mindent köszönhetünk a mindennapjainkban a természetnek. Az ökoszisztémák nyújtják nekünk, embereknek az élelmet, a tiszta vizet, a jó levegőt, valamint a lehetőséget a kirándulásra, kikapcsolódásra. Ezek az ökoszisztéma-szolgáltatások (a természet hozzájárulásai), amelyek megalapozzák megélhetésünket és boldogságunkat, azaz a jóllétünket.

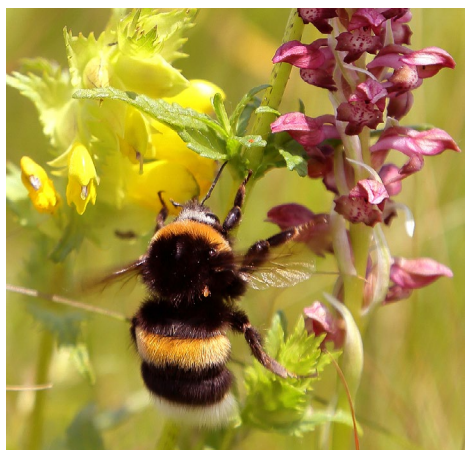
Az elmúlt évtizedekben a biológiai sokféleség drasztikus csökkenése figyelhető meg, amely kihat az ökoszisztéma-szolgáltatások mennyiségére és minőségére is. Az EU 2030-ig megvalósítandó Biodiverzitás Stratégiája már a bevezetőjében lefekteti, hogy a biodiverzitás, az ökoszisztémák és szolgáltatásaik megőrzése és helyreállítása kulcsfontosságú a társadalmak ellenálló képességének fokozásához. Kiemeli, hogy az emberi egészség és az ökoszisztémák állapota között szoros összefüggés áll fenn,

a gazdaság, illetve a világ GDP-jének több mint fele is a biológiai sokféleségen és az ökoszisztéma-szolgáltatásokon alapszik. A természet megőrzése és helyreállítása elengedhetetlen az egészségügyi és gazdasági kockázatok csökkentéséhez, valamint szükséges ahhoz, hogy a szolgáltatások hosszú távon megalapozhassák a gazdaság működését és a társadalom jóllétét. Az emberi élet minősége sok szempontból a minket körülvevő természettől, az ökoszisztémáktól, azok állapotától függ.

A kiadvány célja, hogy ismertesse az „ökoszisztéma-szolgáltatás koncepció” legfontosabb üzeneteit, bemutassa a projekt keretében megvalósult tevékenységeket, az Ökoszisztéma-alaptérképet, az ökoszisztémaállapot-értékelés, valamint az ökoszisztéma-szolgáltatások értékelése és térképezése feladatrészek elméleti alapjait, továbbá szemelvényeket mutasson az elvégzett munkáról és azok eredményeiből.

A természet ajándékai, az ökoszisztéma-szolgáltatások sokfélesége

Az ökoszisztémák sokféle nyersanyaggal látják el az emberiséget, mint például a faanyag vagy a bioüzemanyag. A fából a fűtőanyagként történő hasznosítás mellett bútort is lehet faragni vagy akár házat lehet építeni. Ökoszisztéma-szolgáltatás továbbá az élelmiszernövények termelésének, vagy a gyógyszeralapanyagok felhasználásának lehetősége is. Ezeket hívjuk ellátó szolgáltatásoknak.



Az ökoszisztéma-szolgáltatások egy része nem látható számunkra, pedig alapvetőek az emberiség fennmaradásához. Magától értetődik, hogy egy erdőben vagy egy tó partján hűvösebb van, de az is, hogy a gyümölcsfán megérik a termés. Az élelmiszernövényeink több mint háromnegyede valamilyen mértékben beporzást igényel, így a beporzó rovarok nélkül nagyon sok élelmiszernövény eltűnne a táplálkozásunkból. Az ökoszisztémák jelentős hatással vannak az éghajlat szabályozására is a szén-dioxid elnyelése és a szén raktározása révén, vagy elég csak arra gondolnunk, hogy nyáron egy

fa árnyékában kellemesebb az időt eltölteni, azaz az ökoszisztémák a mikroklimát is alakítják. Szintén ökoszisztéma-szolgáltatás, hogy a dombvidékeken a felszínt borító vegetáció mérsékli a csapadék lefolyását, így csökkentve az árvizek kockázatát, vagy a talaj lemosódását, erózióját. Ezek a szolgáltatások a szabályozó és fenntartó szolgáltatások.

Ha a természetről beszélünk, biztosan mindenkinek eszébe jut egy kirándulás, azaz lehetőségünk van a természetben kikapcsolódni, regenerálódni. Egy szép táj inspiráló lehet egy festmény vagy egy művészi fotó megalkotására, de lehetőséget ad a megfigyelésre, tanulásra is. Ezeket nevezzük kulturális szolgáltatásoknak. A környezetével harmóniában élő ember mindennapjai összefonódnak a természettel, az élővilággal és az ökoszisztémákkal. Szokások, normák alakulnak ki, amelyek segítik a fenntartható használatot.

Ezek a példák megmutatják, hogy mennyire bonyolult és sokrétű az a rendszer, amelyben az ökoszisztémák megalapozzák az anyagi jólétünket, egészséges életünket, és biztosítják, hogy biztonságban élhessünk, azaz jól érezzük magunkat.



A biológiai sokféleségen alapuló ökoszisztéma-szolgáltatások

A biológiai sokféleség, a bolygónkon megtalálható élőlények összessége riasztó mértékben csökkent az elmúlt évtizedekben. A természet ma válsághelyzetben van.

A biológiai sokféleséget veszélyeztető tényezők közül a legfontosabbak a természetes élőhelyek eltűnése, átalakítása, az idegenhonos inváziós növény- és állatfajok térhódítása, a környezetszennyezés, az élővilág túlhasználata és a klímaváltozás.

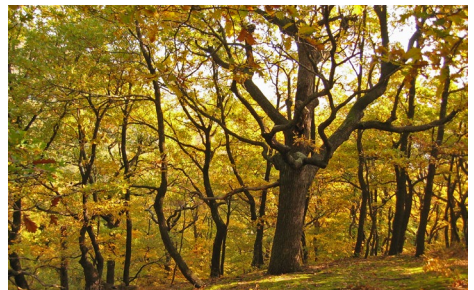


A biodiverzitást veszélyeztető tényezők hatásai összeadódnak, sőt egyes esetekben erősíthetik is egymást egy bonyolult összefüggéseken alapuló rendszerben. Például a biodiverzitás válsága és a klímaválság is szervesen kapcsolódnak egymáshoz. Az éghajlatváltozás nagymértékben a természet pusztulásának, kiaknázásának köszönhető. Az ökoszisztémák elpusztításával, a biomassa energetikai célú felhasználásával üvegházhatású gázok kerülnek a légterbe, ugyanakkor eltűnnek a légköri szén-dioxidot elnyelő és raktározó erdők, gyepek és vizes ökoszisztémák. Az ökoszisztémák hatással vannak a minket körülvevő terek mikroklímájára is, a fák árnyéka nélkül például elviselhetetlen a nyári hőség. Az ökoszisztémák csökkentik az árvízi kockázatot dombvidéken, mivel a növényzet felfogja a csapadék

egy részét, más részének pedig elősegíti a talajba szivárgását. Hiányuk villámárvizekhez, talajerózióhoz vezethet. Az éghajlatváltozás pedig az aszályok, az áradások, az erdőtüzek révén felgyorsítja a természet pusztulását, a biodiverzitás csökkenését.

A természet, a biológiai sokféleség alapozza meg az ökoszisztéma-szolgáltatásokat. A biológiai sokféleség csökkenése veszélyezteti többek között az egészséges, változatos, jó minőségű élelmiszerekhez való hozzájutás lehetőségét, a beporzók drasztikus hanyatlása pedig az élelmiszerbiztonságot és élelmiszer ellátást. Mára egyértelmű, hogy bár a biodiverzitás csökkenése önmagában is számos problémát vet fel, de az ökoszisztéma-szolgáltatások minőségi és mennyiségi romlásához is vezet.

A biodiverzitás hanyatlása, az ökoszisztémák eltűnése és állapotuk leromlása már nyilvánvaló károkat okoz nemcsak a természetben, de a gazdaságnak és a társadalomnak is. A jó állapotú ökoszisztémák képesek csak jó minőségű és megfelelő mennyiségű szolgáltatást nyújtani, így az ökoszisztémák megőrzése, jó állapotuk fenntartása, vagy a leromlott ökoszisztémák helyreállítása alapvető az emberiség jólléte (well-being) szempontjából.



Az ökoszisztéma-szolgáltatások értékelése és térképezése, a NÖSZTÉP keretében megvalósult tevékenységek

Magyarországon 2016 őszén indult, az Agrárminisztérium Természetmegőrzési főosztálya által koordinált, „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 „**Ökoszisztéma-szolgáltatások**” **elnevezésű projektem** (más néven Nemzeti Ökoszisztéma-szolgáltatások Térképezése és Értékelése; NÖSZTÉP) keretein belül a következő fő feladatok valósultak meg: a hazai ökoszisztémák és kiterjedésük térképezése (Ökoszisztéma-alaptérkép), az ökoszisztémák egyes állapotjellemzőinek és kiválasztott, a hazai viszonyok között kiemelt fontossággal bíró ökoszisztéma-szolgáltatások országos térképezése és értékelése, valamint ezekhez kapcsolódóan gazdasági, jólléti értékelések és jövőképelemzések készítése.

Fontos kiemelni, hogy a projektem keretében nem történt terepi felmérés, így létező, elérhető és a céloknak megfelelő, országos adatbázisok felhasználásával készültek az elemzések. Mivel terepi felmérésen alapuló adatbázisok számos esetben nem voltak elérhetőek, ezért a projektben az adatok feldolgozása és a szakértői becslések mellett fontos szerepet kaptak a modell-alapú értékelések is.

Az ökoszisztémák állapotának és szolgáltatásaiknak értékelése nagyon fontos, de egyben rendkívül nehéz feladat is. A projektben résztvevő hazai kutatók úttörő munkát végeztek e téren. Az ökoszisztémák állapotának és az ökoszisztéma-szolgálá-

tások térképezésének térbeli alapegységeit maguk az ökoszisztémák jelentik. Első lépésként a projektem keretein belül elkészült **Magyarország Ökoszisztéma-alaptérképe**. A felszínborítási térkép jó alapot szolgáltatott az ország természeti állapotának értékeléséhez és elemzéséhez, valamint ezen túl lehetőséget biztosított a projekt további értékelési és térképezési feladataihoz is.

Az ökoszisztémák állapotának ismerete azért fontos, mert alapvetően meghatározza azok szolgáltatásnyújtó-képességét és ezen keresztül a jóllétünket. Az ökoszisztéma-állapot a projektemben kétféleképpen, egyrészt az egyes ökoszisztéma-szolgáltatások értékelése során, az értékelés keretét adó, négy szintű kaszkárendszer első szintjén jelenik meg („szolgáltatás-alapozó indikátorok”), másrészt az ökoszisztémák állapotának általános jellemzését szolgáló indikátorok formájában („általános állapotindikátorok”). Ez utóbbi témakört külön fejezetben mutatjuk be röviden.

Az ökoszisztéma-szolgáltatások értékelése és térképezése téma esetében első lépésként egy priorizáló folyamat során (amelyben közel száz szakértő vett részt) a szakértők 73 ökoszisztéma-szolgáltatásból választották ki azt a 12 szolgáltatást, amelyek Magyarországon kiemelt jelentőséggel bírnak. **A priorizálás során a kutatók törekedtek arra, hogy mindhárom szolgáltatás-csoportból válasszanak, így ellátó, szabályozó és fenntartó, valamint kulturális szolgáltatásokat is vizsgáltak a projektben.** A szolgáltatások értékelését

a kutatók hat szakértői munkacsoport keretein belül végezték. A projektben az alábbi 12 kiválasztott ökoszisztéma-szolgáltatás értékelése és térképezése valósult meg:

I. ELLÁTÓ

ÖKOSZISZTÉMA-SZOLGÁLTATÁSOK:

1. **Agrár-ökoszisztémákban termesztett növények** (szántóföldi növénytermesztés, zöldségtermesztés, gyümölcs- és szőlőtermesztés)
2. **Tenyésztett állatok és termékeik** (legelő és istállózott állattartás)
3. **Növényi energiaforrások** (növényi részek energianyerés céljára történő hasznosítása a tűzifa és a szántóföldi melléktermékek példáján)

II. SZABÁLYOZÓ ÉS FENNTARTÓ

ÖKOSZISZTÉMA-SZOLGÁLTATÁSOK:

4. **Szűrés/tisztítás/megkötés/akkumuláció az ökoszisztémák által** (biofizikai szűrő, megkötő, tisztító folyamatok a talajban és vízben; kémiai és porszennyezés ülepedése lakott területeken)
5. **Felszíni degradáció elleni védelem** (víz általi talajerózióval szembeni védelem természetes vagy ültetett vegetáció által)
6. **Hidrológiai ciklus és vízáramlás szabályozása** („aszálmérséklő” funkció, a síkvidéki tájak vízmegtartó-képessége)
7. **Árvízi kockázat-csökkentés és csapadékvíz-gazdálkodás** (folyami árvíz elleni védelem az árterek mérséklő funkciója által síkvidéken; víz visszatartása, lefolyás mérséklése dombvidéken; lakott területeken extrém csapadékesemények víztöbbletének tározódása a fák levélfelületén)
8. **Állati beporzás** (vadméhek általi virágbeporzás (pollináció))

9. **Éghajlat-szabályozás az üvegházhatású gázok koncentrációjának csökkentésével** (üvegházhatású gázok mérlege, szénmegkötés)

10. **Mikroklíma-szabályozás** (a lakott területen kívüli és belüli mikroklíma kialakítása, utóbbi esetében a fák hatása az extrém nyári hőstressz mérséklésében)

III. KULTURÁLIS

ÖKOSZISZTÉMA-SZOLGÁLTATÁSOK:

11. **A természet rekreációs célú használata** (gyalogos természetjárás)
12. **Örökség** (a természettel kapcsolatos tudás, tevékenység, normák összessége és identitás a gombászás példáján)

Egy ökoszisztéma természetesen többféle szolgáltatást is nyújthat. Az általános állapot- és szolgáltatás-indikátorokra alapozva elkészült az egyes területek ökoszisztéma-szolgáltatásainak együttes értékelését bemutató tanulmány (**szintézis-elemzés**) is, az összefüggések feltárása, a szolgáltatások egymásra gyakorolt pozitív és negatív hatásainak elemzése és bemutatása érdekében.

A projektben az eredményekre építve **közgazdasági értékelések**, valamint **jövőkép-elemzés** is készült, továbbá azt is vizsgálták, hogy hogyan alapozza meg **jöllétünket** az ökoszisztémák állapota és a nyújtott szolgáltatásai mennyisége és minősége. Készült egy összefoglaló az **ökoszisztéma-szolgáltatásokra vonatkozó jogszabályi és intézményi környezetről** is. Az ökoszisztémák hosszú távú védelmét szolgáló jogi és gazdasági eszközök keretein belül részletesen vizsgálták az **ökoszisztémák védelmét és összvagyonkénti megjeleníthetőségét támogató jogi**



keretrendszer hátterét és lehetőségeit, valamint első lépésként rövid összefoglaló készült az **összsvagyon számvitel és az ökoszisztéma számlák rendszeréről**.

A megvalósítás során a szakértők nagy hangsúlyt fektettek a **részvételiségre**. A szakmai előrehaladást a teljes projekt során végigkísérte a Vezetői Szakértői Panel, mely egy **tudományos-szakmapolitikai testület**ként lehetőséget adott arra, hogy az érintett szakterületek és ágazatok szakutadással, észrevételeikkel, véleményükkel hozzájáruljanak a szakmai kérdések megoldásaihoz, valamint, hogy folyamatosan értesüljenek az eredményekről és azok felhasználási lehetőségeiről. A **szakmai kommunikáció** részeként számos hazai és nemzetközi rendezvényen és konferencián mutatták be az eredményeket a módszertani fejlesztések, elemzések és térképek széleskörű megismertetése érdekében.

A **szemléletformálás** tevékenység részeként rengeteg **ismeretterjesztő rendezvényen** is megjelent a NÖSZTÉP projektteam csapata, hogy az ökoszisztéma-szolgáltatások és az emberiség jólléte közötti erős és bonyolult kapcsolatrendszerre felhívja figyelmet. A különböző korosztályok

számára kifejlesztett **foglalkoztató feladatok, játékok, ismeretterjesztő tesztek, leporellók, tájékoztató füzetek** célja az ökoszisztéma-szolgáltatások széleskörű megismertetése. A témában leporelló készült gyerekek számára, a meghirdetett gyermek **rajzpályázatra** több mint 1000 pályamű érkezett. Az általános iskolák alsós és felsős évfolyamai számára készült **munkafüzetek** az ökoszisztéma-szolgáltatások és jelentőségük megismertetését segíthetik.



A további fejezetekben ebből a szerzeágazó tevékenységből adunk ízelítőt egyes mintaként kiragadott témakörök bemutatásával. A projekt részletes eredményei megtalálhatók a projekt honlapján (termeszetem.hu) elérhető tanulmányokban és kiadványokban.

Magyarország Ökoszisztéma-alaptérképe

Számos szakterület összefogásával készült el hazánk első részletes Ökoszisztéma-alaptérképe, amely országos szinten mutatja be az ökoszisztémák térbeli elhelyezkedését és megoszlását.

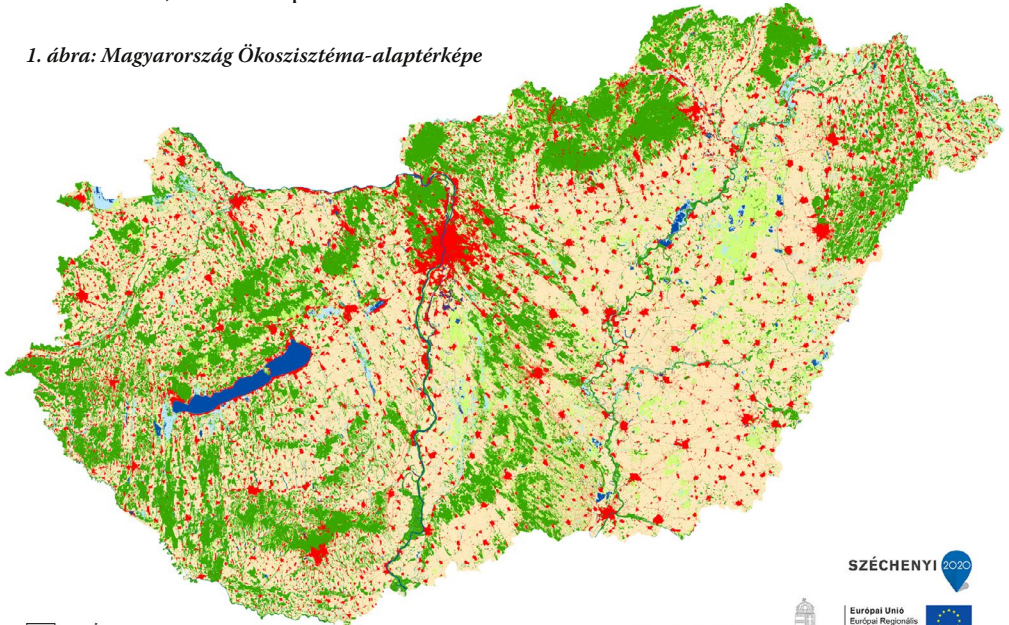
Az Alaptérkép módszertani fejlesztésekor fontos szempont volt, hogy a térkép előállítását megalapozó adatbázisok frissítésével a térképet a későbbiekben aktualizálni lehessen, így a jövőben jó alapot szolgáltathat a felszín-, és vízborítás, valamint a tájhasználat változásának követéséhez, elemzéséhez és a trendek kimutatásához is.

A térképezés során 3 szinten kialakított 56 kategória magába foglalja a természetes, természetközeli és antropogén felszínborítási kategóriákat is, így teljes, országos lefedést biztosít. A térkép báziséve alapvetően 2015, de a térkép készítése során

felhasznált adatkörök kiegészültek egyes, 2016-2017-ből származó információkkal, így tehát az Alaptérkép az erre az időszakra jellemző helyzetet tükrözi.

Az Ökoszisztéma-alaptérkép méretaránya a kiindulásként szolgáló adatbázisok által meghatározott térbeli és tematikus pontossággal jellemezhető. Ez azt jelenti, hogy a felhasználási méretarány tematikus osztályonként esetlegesen eltérő lehet. A térkép ugyan 20×20 méteres pixelekből áll, ám ez csak ábrázolási felbontásnak tekinthető. Az előzetes szakértői becslésekre alapozva az Ökoszisztéma-alaptérkép használata 1:25.000 méretarány mellett javasolt. Az állapotértékelés során számos indikátor született részben vagy egészben az Alaptérkép felhasználásával.

1. ábra: Magyarország Ökoszisztéma-alaptérképe



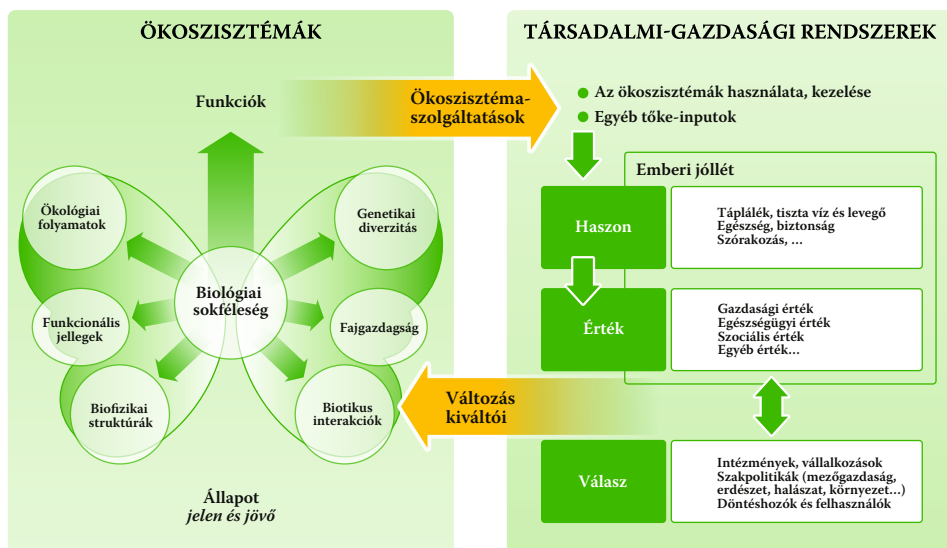
Az ökoszisztémák általános állapotértékelésének módszertana és eredményei

Az ökoszisztéma-állapot meghatározása összetett feladat. Sokféle megközelítés létezik, részben átfedő, részben eltérő fogalmakkal próbálták már leírni. Az ökoszisztéma-állapothoz szorosan kapcsolódó, illetve részben átfedő fogalmakként definiált „természetesség” és „ökoszisztéma-egészség” értelmezése, számszerűsítése, illetve egymáshoz való viszonya kapcsán is számos tanulmány született.

Szakirodalmi elemzések alapján a fenti fogalmak által leírni kívánt jelenség öt fő megközelítése közül három természetvédelmi, kettő pedig emberközpontú. Az előbbiekhöz tartozik az az (ökológiai szempontú) értelmezés, miszerint az eredeti, természetes, tehát az ember által nem módosított ökoszisztémák tekinthetők ideális állapotúnak. Gyakorlatiasabb az a közelítés, amely

szerint azok az ökoszisztémák minősülnek jó állapotúnak, amelyekben a természetes folyamatok zavartalanul érvényesülhetnek.

Az ökoszisztéma-szolgáltatások értékelésének emberközpontú keretrendszerében az ökoszisztémák állapotának ismerete azért fontos, mert alapvetően meghatározza azok szolgáltatásnyújtó-képességét. Csak a megfelelő állapotban lévő ökoszisztémák képesek arra, hogy megfelelő mennyiségű és minőségű szolgáltatást biztosítsanak számunkra. Azonban mivel a szolgáltatások igénybevétele, ennek mértéke és az egyes szolgáltatások közötti bonyolult viszonyrendszer visszahat az ökoszisztéma állapotára, az állapot és annak időbeli változása egyben jelzésként szolgál a mindenkori használat fenntarthatóságára vonatkozóan (2. ábra).



2. ábra: Az ökoszisztéma-állapot és az ökoszisztéma-szolgáltatások viszonya (Maes és mtsai 2013 alapján)

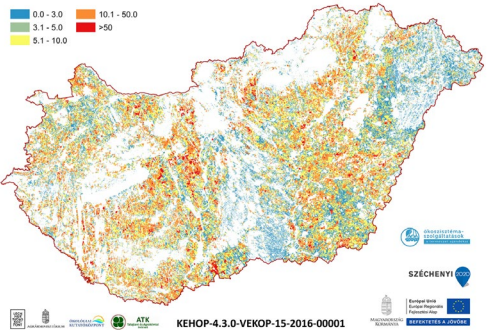
Az ökoszisztéma-állapot az Ökoszisztéma-szolgáltatások (NÖSZTÉP) projekt-elemben is kétféleképpen, egyrészt az egyes ökoszisztéma-szolgáltatások értékelése során, az értékelés keretét adó, négy szintű kaskádrendszer első szintjén jelenik meg („szolgáltatás-alapozó indikátorok”), másrészt az ökoszisztémák állapotának általános jellemzését szolgáló indikátorok formájában („általános állapotindikátorok”).

Az ökoszisztémák állapotát többféle mutató, indikátor segítségével jellemezhetjük. Működésüket, stabilitásukat a biológiai sokféleség alapozza meg, ezért az ökológiai szempontú megközelítések gyakran ennek valamilyen becslésén, leírásán alapulnak (**biodiverzitás alapú indikátorok**). Országos léptékben ilyen adatok azonban csak korlátozottan érhetők el.

A különböző emberi tevékenységek olyan jelentős mértékű terhelést jelenthetnek az érintett ökoszisztémák számára, amely rövidebb, vagy hosszabb távon állapotromláshoz vezethet. Így az állapotra vonatkozó részletes adatok hiánya esetén a terhelést leíró adatok valamilyen mértékben helyettesíthetők ezeket (**terhelés alapú indikátorok**).

Bizonyos esetekben a természetességet ökoszisztémánként változó, csak az adott ökoszisztéma-típusban értelmezhető, **ökoszisztéma-specifikus indikátorokkal** jellemezhetjük a legjobban. Az elemzések során a kutatók több mutatót, indikátort dolgoztak ki, amelyek segítségével különböző szempontokból értékelték az adott ökoszisztémát, majd a kidolgozott pontrendszerben súlyozták ezeket a változókat. Végül egy egyszerűbb, 5-fokozatú állapotértékelési skálát alakítottak ki.

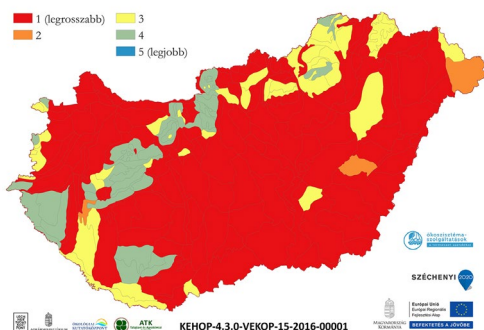
A projektelem keretein belül a fentieknek megfelelően számos országos léptékű ökoszisztémaállapot-térkép készült, a már rendelkezésre álló adatbázisok (bázisév 2015) felhasználásával. Az általános állapotindikátorok részletes tanulmányai 45 rész- és aggregált indikátor módszertani leírását, térképezését mutatják be, valamint az ezekre alapuló elemzések eredményeit is tartalmazzák.



3. ábra: Szántók átlagos táblamérete (ha). A kék szín a 3 hektárnál kisebb táblaméretet, a piros szín a nagy, 50 hektárnál nagyobb jellemző táblaméretet mutatja

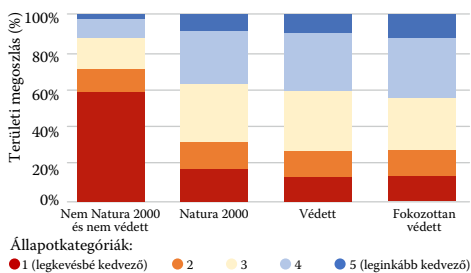
Az **agrárterületek** esetében nincs természetes állapot, amihez viszonyíthatnánk. Alapvetően akkor tekintjük ezeket a területeket jó állapotúnak, ha hosszú távon képesek a biotikus és abiotikus környezet jó állapotának megtartása mellett az ökoszisztéma-szolgáltatásokat megfelelő mennyiségben és minőségben biztosítani. A jó állapothoz tehát hozzátartozik, hogy a művelés ne veszélyeztesse, sőt inkább támogassa az élővilág fennmaradását. Ez nemcsak a biológiai sokféleség fenntartása miatt fontos, hanem gyakorlati jelentősége van az élelmiszertermelés fenntarthatósága szempontjából is. Az itt előforduló élőlénycsoportok egy része kulcsfontosságú szerepet játszik a mezőgazdaságban, például beporzóként vagy a kártevők természetes ellenségeként.

Élővilágvédelmi szempontból jó állapotúnak a kisparcellás területek tekinthetők, ahol egységnyi területen jellemzően többféle növényt természetnek. Emellett az ilyen területeken a táblák szélén található fasorok, szegélynövényzet és mezsgyék menedéket nyújtanak az ott élő növényeknek és állatoknak. Több mintaterületen megvizsgálva a kutatók a táblák mérete és a szegély­sűrűség között szoros összefüggést találtak, tehát a táji változatosságnak jó mutatója lehet például a jellemző táblaméret.



4. ábra: Az erdők (ültetvényekkel) leginkább jellemző minősítése a kistájban. A piros szín a legrosszabb, a kék szín a legjobb állapotot mutatja

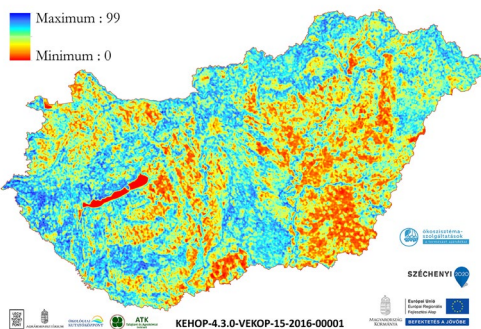
Az egy-egy ökoszisztéma-típusra alkalmazható (ökoszisztéma-specifikus) indikátorok fejlesztésének keretein belül készült el többek között az erdők állapotértékelése is. Erdők esetében például a faállomány több szempontú vizsgálata lehet célravezető, hiszen ez jóval könnyebben felmérhető, mint egyes élőlénycsoportok. Ugyanakkor sajátosságai jelentős részben meghatározzák az erdő egyéb komponenseinek összetételét, szerkezetét és sokféleségét, valamint az erdőben zajló folyamatokat. Egyik eredmény az Országos Erdőállomány Adattár fafaj adatainak felhasználásával és 13 részindikátor aggregálásával kialakított értékelési rendszeren alapuló



5. ábra Az erdőállapot-minősítés során kapott 5 kategória területi megoszlása védettség szerint

5-fokozatú erdő-állapot térkép is. Ennek további feldolgozását láthatjuk példaként az „erdők leginkább jellemző minősítése a kistájban” térképen (4. ábra), valamint ezen alapul az „erdők állapotát a különböző típusú védett területeken” bemutató diagram is (5. ábra).

Foltnál durvább léptékű (tájszintű) indikátor például az élőhelyi diverzitás. Ennek közelítésére az Ökoszisztéma-alaptérkép 3. szintjének kategóriáit vették alapul, és minden pont 1 km sugarú környezetére kiszámolták, hányféle ökoszisztéma-típus fordul ott elő. A Shannon-féle diverzitási mutató nemcsak a típusok számát, hanem ezek területi eloszlásának egyenletességét is figyelembe veszi. A kék színű a diverzebb, míg a piros színű foltok a kevésbé változatos területeket mutatják (6. ábra).



6. ábra: Ökoszisztéma-típusok sokfélesége (Shannon-diverzitása)

Az ökoszisztéma-szolgáltatások értékelésének és térképezésének koncepcionális kerete

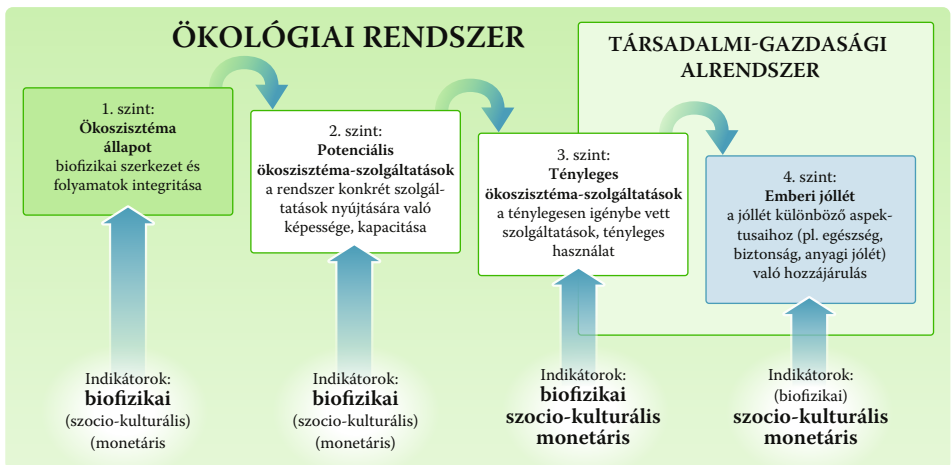
Az ökoszisztéma-szolgáltatások értékelése sokrétű feladat, melyre sokféle megközelítés létezik. A módszertani fejlesztések napjainkban is világszerte folynak. A Ökoszisztéma-szolgáltatások projektelemben az elemzések egy négy szintű kaszkádszer mentén történtek. Minden kiválasztott ökoszisztéma-szolgáltatás esetében ennek mentén végezték el az értékelési és térképezési feladatokat.

Az ökoszisztéma-szolgáltatások kaszkád keretrendszere a természeti és a társadalmi-gazdasági rendszer bonyolult kapcsolatrendszerét jeleníti meg leegyszerűsítve, segítséget nyújtva az értékeléshez és térképezéshez is.

Az elméleti keretként alkalmazott kaszkádszer sémája („a kaszkád-modell”), a négy vizsgált szint a következő: 1. ökoszisztéma állapota, 2. ökoszisztéma-szolgáltatás kapacitások (potenciális szint), 3.

ténylegesen igénybe vett szolgáltatások, 4. jóllét fenntartása vagy növelése. A módszertani fejlesztés során, szakértői munkacsoportok indikátorokkal jellemezték az egyes szinteket, majd az elérhető és rendelkezésre álló adatok segítségével készítették el az elemzéseket, értékelték az ökoszisztéma-szolgáltatásokat (7. ábra).

A kaszkád-modell kiindulópontja az ökoszisztémák állapota, míg végpontja a társadalom jólléte. Az ökoszisztémák állapota (1. kaszkádszint) azért fontos, mert csak a megfelelő állapotban lévő ökoszisztémák képesek arra, hogy a szolgáltatások széles körét nyújtsák az emberiség számára. Az állapot alapvetően meghatározza tehát az ökoszisztémák szolgáltatásnyújtó-képességét (2. kaszkádszint). Potenciál alatt elvben a fenntartható módon potenciálisan igénybe vehető “mennyiséget” értjük, bár az, hogy pontosan mi a fenntartható



7. ábra: A kaszkád-modell (Haines Young and Potschin 2010, ill. Kovács et al. 2014, 2015 alapján módosítva)

igénybevétel, sokszor nem egyértelmű. A ténylegesen igénybe vett szolgáltatásokat (3. kaszkádszint) azonban még sok tényező befolyásolhatja, pl. a társadalom igényei, lehetőségei, vagyis a kereslet jellemzői. Ezzel összefüggésben a tényleges használat a gyakorlatban a fenntartható kapacitástól függetlenül alakul: az aktuális ökoszisztéma-állapot rovására mehet, degradációt okozhat, veszélyeztetheti az ökoszisztéma épségét/állapotát. Az igénybe vett szolgáltatások a társadalom tagjai jóllétének fenntartásához vagy növekedéséhez (4. kaszkádszint) járulnak hozzá.

Mindegyik szinthez más-más indikátor-típusok tartoznak, olykor más mér-

tékegységekkel, mivel a folyamat különböző aspektusait ragadják meg. Lehetnek pl. biofizikai, szocio-kulturális és pénzügyi indikátorok, melyek segítenek jellemezni/számszerűsíteni az adott szolgáltatásokat. A természeti rendszerhez tartozó ökoszisztémák állapotának és szolgáltatásnyújtó-képességének értékelésében inkább a biofizikai, míg a jóllét megragadása során inkább a szocio-kulturális és monetáris indikátorok alkalmazása a jellemzőbb. A potenciális ökoszisztéma-szolgáltatás szintek inkább modellezésen alapulnak, a "tényleges használat" leírására sokszor mért adatokat, statisztikákat tudtak mérőszámként alkalmazni.

Ökoszisztéma-szolgáltatások értékelése és térképezése

Termesztett növények és tenyésztett állatok szolgáltatások értékelése és térképezése



Európa területeinek közel fele mezőgazdasági művelés alatt áll (ennek háromnegyede szántó), így egyértelmű, hogy az agrárium meghatározó hatást gyakorol az biodiverzitásra és az ökoszisztémákra. Nemzetközi kutatások rámutattak arra, hogy a mezőgazdasági területekhez kapcsolódó természetes élővilág rohamos mértékben fogyatkozik, és ezen a folyamaton eddig

nem sikerült érdemben változtatni, annak ellenére, hogy a közelmúltban ennek érdekében számos intézkedést vezettek be. Az élőhelyek állapotromlásának egyik fő kiváltó oka az agrárterületek egyre intenzívebb hasznosítása.

A projektben az ellátó ökoszisztéma-szolgáltatások közül a termesztett növények valamint tenyésztett állatok és termékeik megnevezésű szolgáltatásokat értékelték.

Állapotmutatóként a kutatók a talajok termőképességét (talajértékszám) vették alapul. A projektben az 5 fő termesztett szántóföldi növényre (kukorica, őszi búza, napraforgó, árpa, repce) modellezéssel, míg a zöldség, a gyümölcs és szőlő esetében hosszú idősoros adatok vizsgálatával igyekeztek potenciális, azaz adott területen elvi szinten legmagasabb hozamértékeket (t/ha) megadni. A valós hozamadatokot a 2016-os évre vonatkozóan az egységes kérelem-adatbázisból és

a Mezőgazdasági Kockázatkezelési Rendszerből (MKR) nyerték ki.

A gyepek esetében nagyon kevés adat állt rendelkezésre. Emiatt az Ökoszisztéma-alaptérkép gyepek kategóriáit sem sikerült a vizsgálat céljainak megfelelő tematikus részletességgel lehatárolni, de sok bizonytalanság adódott mind a használat módjára (legeltetés, kaszálás), mind pedig a használat intenzitására vonatkozóan is. Mivel a gyepek esetében nincs részletes országos adatgyűjtés, a hozamadatokat illetően itt is szakértői becsléseket tudtak adni a kutatók.

A használt értékelési módszerek a természet növények szolgáltatásnál elsősorban hozamadatokkal (t/ha) számolnak, de ezek egyáltalán nem szolgálnak információval arról, hogy az adott mennyiségben természet termék milyen minőségű. A termés minősége (pl. beltartalmi érték) ugyanakkor nagyban meghatározza, hogy az adott élelmiszer milyen módon és mértékben járul hozzá az emberi jóllét megteremtéséhez, azonban értékelhető adatok hiányában a projekt keretében ezt nem tudták vizsgálni.

A tenyésztett állatok és termékeik szolgáltatás kapcsán valamennyi tenyésztett fajt és termékeiket is vizsgálták, bár az értékeléshez megfelelő adatsorok e téren sem voltak érdemben elérhetőek. Potenciális szinten a természet növények potenciális hozamadataiból indultak ki, ezekre az értékelésekre építve szakértői becslésen alapuló modellezéssel számolták az eltartható állatmennyiséget majd ezek alapján a termékmennyiséget (hús, tej, tojás). A valós hozamadatokat különböző országos adatbázisokból származtak, de mivel az állattenyésztési statisztikák nem kötődnek területi adatokhoz, a szakértők

az értékelési eredményeket térképen nem tudták ábrázolni, azokat országos szinten, táblázatos formában készítették el.

Bár elvileg a vizsgált szolgáltatásokon keresztül lehetne mérni legközvetlenebb módon az egyes ökoszisztémák hozzáadott értékeit a mezőgazdasági termeléshez, azonban ilyen elemzések elvégzése bonyolult feladat. A talajok állapota és termékenysége jelentősen befolyásolja a szántóföldi-, a zöldség- és a gyümölcsültetvények termésmennyiségét, de hogy valójában ez mekkora nettó szolgáltatást (az ökoszisztémák valós hozzájárulását) jelent, azt nem egyszerű kiszámolni, mivel a jelenleg elérhető adatok alapján nehéz elválasztani a jelentős hozzáadott emberi értéket (agrotechnika, tápanyagutánpótlás, növényvédelem stb.) az ökoszisztémák természetes adottságaitól.

Vadméhek általi beporzás – a beporzás, mint ökoszisztéma-szolgáltatás értékelése és térképezése



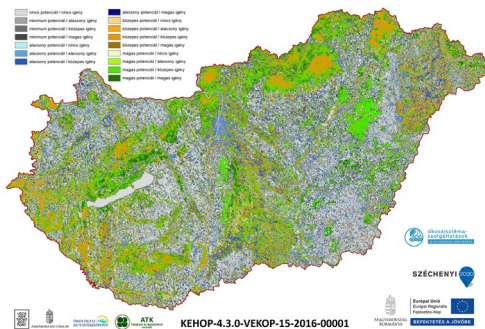
A zárwatermő virágos növények 87%-a valamilyen mértékben függ az állati beporzástól a termés- és magképzés során, köztük a legfontosabb természet növényfajok háromnegyede is. A projektben a növények (köztük élelmiszernövényeink és a természetben megtalálható növények) beporzásának értékelését a munkacsoport a következő gondolatmenetre alapozta.

A beporzás megvalósulásához a beporzó rovarok (pl. méhek, lepkék, zengőlegyek) megfelelő mennyiségű jelenléte szükséges. A beporzó rovarok tömegességét (abundanciáját) alapvetően két tényező határozza meg, a táplálék- és a fészkelőhely források elérhetősége, rendelkezésre állása. Így a beporzási potenciál az élőhelyek állapotával és megőrzésével közvetlenül összefügg, a természetközeli élőhelyfoltoktól távolodva pedig rendszerint csökken.

Az ökoszisztéma-szolgáltatást meghatározó ökoszisztéma-állapot szintjén, az Ökoszisztéma-alaptérkép kategóriáit jellemezték a kutatók az elérhető virágforrások mennyisége és a vadméhek számára fészkelésre való alkalmasságuk szempontjából. Szakértői becslés útján, mindkét forrástípust 0-1 között értékelték az egyes élőhely kategóriákban. Ez az élőhelyek típusából, jellegéből, alapvetően a vegetáció összetételéből és strukturális tulajdonságaiból fakadó értékeket jelent, melyet további tényezők, pl. területkezelés, növényi invázió, degradáció módosíthatnak.

A második, potenciális ökoszisztéma-szolgáltatás szinten alkalmazott számítások eredményeként a táj adott pontján és annak környezetében lévő virágforrások és fészkelőhelyek mennyisége együttesen határozza meg a jelenlévő vadméhek abundanciáját, diverzitását, és ezáltal az általuk nyújtott relatív beporzási potenciált.

A becsült relatív beporzási potenciál minimális értékű volt a mezőgazdasági művelés alatt álló területek tájképileg is intenzívebb, nagyparcellás régióiban, ahol hiányoznak, vagy csak nagyon kis területet borítanak természetközeli élőhelyek, kevés a mezsgye, fásor, árokpárt. Ezen területeken



8. ábra: Rovarbeporzási igény és potenciál összeített térképe. A szürke színek az alacsony, a zöld színek a magas beporzási potenciált jelölik. A világosabb színek az alacsony, a sötét színek a magas beporzási igényt jelölik

a szegélyek biztosíthatnak kicsit magasabb beporzási potenciált, de ezek hatása a nagy mezőgazdasági táblákban már kevésbé érződik. Magas relatív beporzási potenciál elsősorban a nyílt, természetközeli élőhelyekkel nagyobb arányban borított részeken volt jellemző (például az alföldi gyeptársulások területén, illetve a középhegységi régiók elegyesebb, fényben gazdagabb erdőkkel borított részein).

A harmadik kaszkádszinten a kutatók azt értékelték, hogy a különböző mértékben rovarbeporzást igénylő kultúrnövények és ökoszisztéma-típusok mennyire részesülhetnek azon relatív beporzási potenciálból, amit a második szinten meghatároztak. Így a természetű növények beporzási igényét elemezve, kiegészítve a természetes élőhelyek adataival elkészült a beporzási igény térkép is. A rovarbeporzásra való relatív igény és a relatív beporzási potenciál viszonyából bizonyos szinten következtethetünk az adott helyen hasznosuló beporzási szolgáltatásra, vagy annak hiányára. A potenciál és az igény összevetésével készült térkép (8. ábra) megmutatja, hogy például

hol vannak azok a területek, ahol alacsony a beporzási potenciál, de magas az igény, tehát a beporzás ökoszisztéma-szolgáltatás fenntartása, illetve helyreállítása, javítása érdekében élőhely-fejlesztésekre, például mezsgyék, virágos táblaszélek létrehozására lenne szükség.



Erózió elleni védelem, mint ökoszisztéma-szolgáltatás értékelése és térképezése

A talaj felszínére érkező csapadék először a vízcseppek felszínt romboló hatásának, majd a lefolyó víznek köszönhetően a felső, illetve az egyre mélyebben fekvő talajrétegek lepusztulásában, lemosódásában játszik meghatározó szerepet. A felső rétegekben találjuk a legértékesebb talajalkotókat, a humusz- és a tápanyagokat. Sajnos az erózió először ezeket mozdtítja el, melyek a lejtő alsóbb részei lefelé szállítódnak. Az erózió a talaj szerkezetét is rombolja, amely emberi léptékkal mérve a nem megújuló tulajdonságok közé tartozik. Mindezen folyamatok összessége jelentősen csökkenti a talaj termőképességét, illetve sérül számos további funkciója is. A mezőgazdasági területekre kijuttatott tápanyagok és növényvédőszeres lemosódásával és az alsóbb lejtőszakaszokon történő felhalmozódásával, valamint a felszíni vizekbe történő

bejutásával jelentős környezetvédelmi problémák lépnek fel. A lejtő aljára lemosott talaj, és a benne lévő anyagok károsan hathatnak az ott lévő haszonnövényekre (betemetés, túlzott tápanyagmennyiség stb.), illetve bekerülve a művelt területek melletti árkokba, rámosódva az útra, vagy bemosódva a települések területére, házakba, pincékbe, garázsokba, jelentős gondot okozhat az infrastruktúrában is.

Az országos értékelés az Általános Talajvesztési Egyenlet (Universal Soil Loss Equation, továbbiakban USLE) alkalmazásával, valamint szakértői becslés alapján jött létre, mely kiegészült egy mintaterületi modellezéssel: a SWAT és az InVEST modellekkel. A hagyományosan használt USLE modell a csapadék intenzitását (R), a talajtulajdonságokat (K), a lejtőhosszt és meredekséget (L, S) jellemző, valamint egy növényzeti (C) és egy gazdálkodási/kezelési (P) komponenst tartalmaz.

Állapotindikátor szintjén a talaj erodálhatóságát vizsgálták és térképezték országosan, amely az USLE egyenletben K-tényezőként szerepel, és amely a talaj szerkezetétől, szemcseösszetételétől, vízáteresztő képességétől, valamint szervesanyag-tartalmától függ.

A talajok lemosódását jelentősen befolyásolja a növényzet, amelynek különböző típusai eltérő talajvédő jellemzőkkel rendelkeznek. Ez az USLE modell egy másik paramétere, az úgynevezett C tényező. A potenciálisan elérhető talajvisszatartás nagyságának modellezéséhez egy olyan C-tényezőt használtak, amely megmutatja, hogy mennyivel kisebb a talaj lepusztulásának a mértéke, ha jobb talajvédő tulajdonságokkal rendelkező vetésforgót/növénynt alkalmazunk, mint amit a jelenlegi gyakorlat

használ. Ezzel az ideális növényborítási tényezővel számolták a nem lehardott talaj mennyiségét, azaz az ökoszisztéma hatását. A harmadik szinten a valós területhasználathoz rendelt C-tényező adatokkal számolták a visszatartott talaj mennyiségét.

Az értékelések alapján az ország területének mintegy 74%-a nem, vagy gyengén, 18%-a közepesen és csak 8%-a erősen veszélyeztetett vízerózió által.

A számítások alapján a Dunántúli-domb-ság területén jelennek meg a legmagasabb talajvesztés értékek. Ez annak tudható be, hogy míg a hegyvidéki területek zömmel erdősültek, így talajukat védi a növényzet, a dombosági területeken azonban gyakran a meredekebb lejtők is művelés alatt állnak (ezáltal nincs folyamatos talajtakarás, és kevésbé védettek sűrű növényzet által).

A talajvédelem szempontjából igen lényeges tényező, hogy mely időpontban és milyen hosszú ideig tart a legnagyobb talajborítás. A természetes ökoszisztémák – elsősorban a többszintű erdők – tudják a legnagyobb mértékben a talajt megóvni a lemosódástól, de jelentős szerepe van a zárt gyepeknek is. A természetett növények közül a talajpusztulást legjobban az őszi kalászosok és a szálas takarmányok fékezik meg, melyek a tavaszi és a nyár eleji záporok idején legnagyobb mértékben fedik a talajfelszínt.

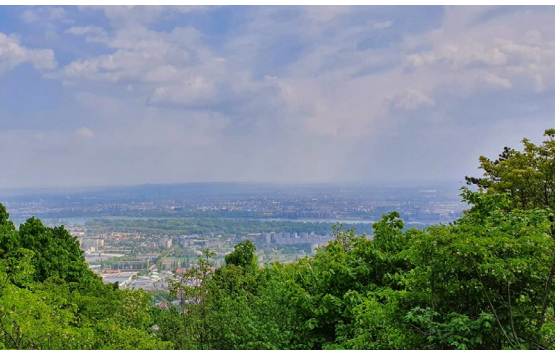
Az erózió elleni védelemmel, a talaj termékenységének megtartásával komoly gazdasági károk előzhetőek meg, illetve kerülhetőek el. Dombvidéken az erózió ellen védő agrotechnika a vízvisszatartásban, a mikroklíma javításban, sőt az élelmiszertermelésben és a szűrésben is jelentős szerepet játszhat.

Települési zöldfelületek állapota és ökoszisztéma-szolgáltatásai

A települések, illetve egyéb mesterséges területek az ember által leginkább átalakított ökoszisztémák, ahol a mesterséges felszínek dominálnak. Az ökoszisztéma-szolgáltatásokat ezeken a területeken a zöldfelületek (parkok, kertek, fasorok, stb.) biztosítják, és noha a természetközeli ökoszisztémákkal általában összevetve szerepük eltörpül (pl. a biodiverzitás megőrzésében), jelentőségük mégis óriási, hiszen az európai népesség nagy része napjainkban városi környezetben él. E mesterséges területek esetében a természetes referenciaállapot nem értelmezhető, így jó állapotúnak akkor tekinthetők, ha kedvező életkörülményeket biztosítanak a város lakó emberek és az élővilág számára.

A zöldfelületek esetében a településeken belüli finom mintázatok a meghatározóak. A projektben a megfelelő adatbázisok hiánya miatt az általános ökoszisztémaállapot-térképezés keretében a városi területekre országosan egy egyszerű indikátor, a zöldterület aránya alkalmazását javasolták. Az eredmények alapján a magyarországi települések nagy részén a zöldfelület aránya 65-75% közötti. 20% alatti értékek csak néhány budapesti kerületben láthatók.

A projekt során a városokhoz, településekhez kapcsolódóan néhány mintaváros kapcsán (Debrecen, Szeged, Sopron, Budapest) három ökoszisztéma-szolgáltatás értékelése történt meg. Ezek a városi csapadékvíz tározása, a légszennyezők megkötése, és a mikroklíma-szabályozás szolgáltatások voltak. Potenciális szinten a városi növényzet kapcsán elsősorban a levélfelület mennyiségének térképezése lehet jó indikátor



(levélfelület index, LAI). Ezt az indikátort használták valamennyi városi szolgáltatás potenciális értékelésénél. A levélfelület kiterjedése meghatározza az ülepedő szennyezőanyag mennyiségét is, így egy modell segítségével kiszámítható az egy év alatt megkötött szálló por (PM₁₀) mennyisége.

A mikroklíma-szabályozó szolgáltatás kapcsán a projektben egy modell (INVEST) összetett kimeneti mutatóját, a mikroklíma-indexet (MCI) választották és

térképezték, figyelembe véve a növényzet árnyékoló hatását, valamint a párolgást. Ez a léghőmérsékletnek megfelelő, Celsius-fok értékben fejezi ki azt, hogy milyen hőérzet tapasztalható a város különböző részein, illetve milyen hőmérséklet-különbségek alakulhatnak ki kis távolságokon belül. E szolgáltatás esetében a legnyilvánvalóbb az egészséggel, jólléttel való összefüggés.

A csapadékvíz-tározása szolgáltatás esetében szintén a levélfelület indexet használva az intercepciót, vagyis a növényzet által felfogott, illetve tározott vízmennyiséget számolták az i-Tree Eco modell segítségével.

Végül fontos említést tennünk arról, hogy a települési növényzet nem csak a klímikus viszonyok alakításában játszik szerepet, és nem csak szabályozó szolgáltatásokat biztosít. A városi lakosság szemében a zöldfelületek a természettel való kapcsolatot jelentik meg, így ezek mindenek előtt a rekreáció és a pihenés helyszínei is.

A sokoldalú ökoszisztémák, a szintézis-elemzés eredményei

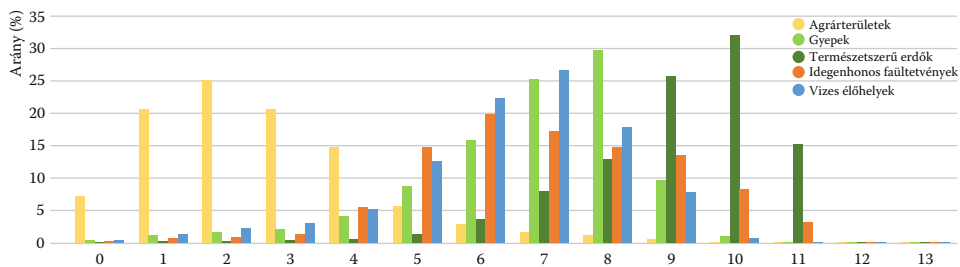
Az előző fejezetekben egy-egy szolgáltatás értékelésének és térképezésének módszertanát és eredményeit mutattuk be. A valóságban az ökoszisztémák egyszerre több szolgáltatást is nyújtanak, azaz multifunkcionálisak. A projektelem keretein belül többféle megközelítéssel készültek szintézis-elemzések, amelyek célja elsősorban a szolgáltatások közötti bonyolult kapcsolatrendszer feltárása volt.

Az emberek által lakott és használt tájakat mindig több szempontnak és több igénynek megfelelően kell kezelni, használatukat szabályozni. Az ökoszisztéma-szolgáltatások

potenciáljában megmutatkozó magasabb multifunkcionalitás gyakran együtt jár a nagyobb biológiai sokféleséggel is, ezért ennek vizsgálata természetvédelmi szempontból is kiemelt jelentőséggel bír.

A sokoldalú ökoszisztémák, azaz az ökoszisztémák multifunkcionalitása

A projektben a multifunkcionalitást úgy számították a kutatók, hogy minden egyes vizsgált ökoszisztéma-szolgáltatás esetében meghatározták azokat a területeket, amelyek az adott szolgáltatást potenciálisan



9. ábra: Multifunkcionalitás (az országos mediánt meghaladó szolgáltatások száma és aránya)

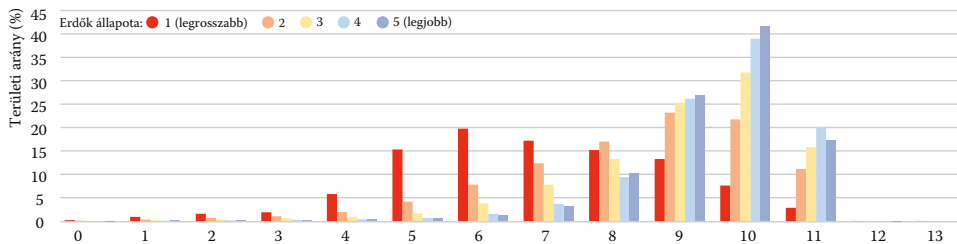
magas (az országos középértéket (mediánt) meghaladó) szinten képesek nyújtani. Ezután 100×100 m-es cellákra kiszámították, hogy az adott hely hány szolgáltatás tekintetében kiemelkedő. Összesen 14 szolgáltatás-indikátor (mutató) szerepelt az értékelésben, a multifunkcionalitás lehetséges értékei országosan 0 és 13 között változnak. Mivel vannak olyan ökoszisztéma-szolgáltatások amelyek csak egy-egy ökoszisztémában értelmezhetők (pl. tűzifa-erdők, gyepek-gyepfogyás, stb.), ezért a 14-es értéket a területek sehol sem érik el.

Az eredmények közül a 9. ábra mutatja, hogy az egyes ökoszisztéma-típusok – az elemzésre kiválasztott 14 szolgáltatás-indikátor alapján – hány szolgáltatást, milyen arányban nyújtanak jó minőségben. Az agrárterületek nagy részén az alacsony multifunkcionalitás értékek jellemzőek. Az erdők értékei széles skálán mozognak, de egyértelműen látszik két csoport (a természetes erdők és az idegenhonos faültetvények) elkülönülése. A faültetvények esetében látható eloszlás ugyan magasabb multifunkcionalitás értékekkel jellemezhető, de a görbe alakját tekintve jobban hasonlít az agrárterületekéhez, mint a természetes típusokéhoz. A gyepek, mint természetközeli élőhelyek jellemzően magasabb értékekkel rendelkeznek. A legmagasabb értékeket a

természetközeli erdők mutatják, ezek nyújtják a legtöbb szolgáltatást jó minőségben.

Az ökoszisztémák állapota és a szolgáltatások minősége (állapot és multifunkcionalitás)

A további elemzések során összevetették a multifunkcionalitás értékeket az ökoszisztémák természeti állapotával is. A 10. ábra a multifunkcionalitás és az erdőkre készült 5-fokozatú állapotminősítés összefüggéseit mutatja be. Látható, hogy a legrosszabb állapotot jelző 1-es kategória esetén inkább az alacsonyabb multifunkcionalitás értékek jellemzőek, tehát a rosszabb állapotú erdők kevesebb szolgáltatást tudnak magas szinten biztosítani. Ezek az állományok nagyrészt idegenhonos faültetvények. A 2-es kategória, amelynek egy része szintén faültetvény, már átmenetet képez a természetesebb erdők felé, a 3-as (közepes) állapottól kezdve pedig a vizsgált adatok alapján kisebb különbségek láthatók a multifunkcionalitás értékek megoszlásában. **A jobb állapotú erdők esetében tapasztalt magasabb multifunkcionalitás megerősíti azt a feltevést, hogy az ökoszisztémák állapota megalapozza az általuk nyújtott szolgáltatások sokféleségét, a szolgáltatások minőségét és mennyiségét.**



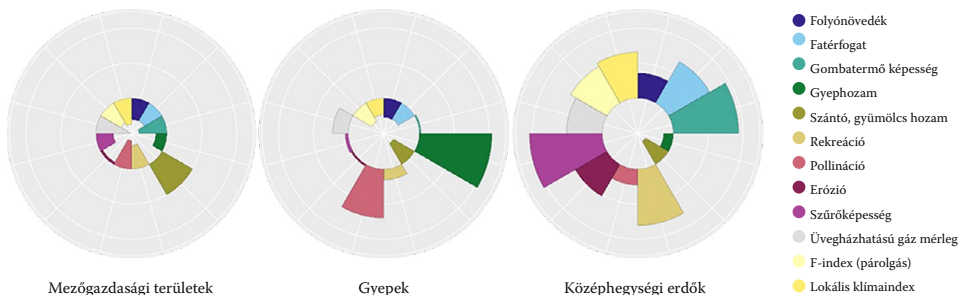
10. ábra: Az erdőkre vizsgált szolgáltatások alapján számított multifunkcionalitás értékek területi eloszlása az erdőállapot-minősítés függvényében

Az eredményeket tovább elemezték természetvédelmi szempontból is, ez alapján bebizonyosodott, hogy a természetvédelmi oltalom alatt álló (védett) és Natura 2000 területek több szolgáltatást nyújtanak az azon kívül eső területekkel összehasonlítva.

Az ökoszisztéma-szolgáltatások kapcsolatrendszere (rózsadiagramok), szinergiák és trade-offok

Minden ökoszisztémára jellemző, hogy egyes szolgáltatásokat jobb minőségben és nagyobb mennyiségben tud szolgáltatni, mint másokat. Az ökoszisztémák által nyújtott szolgáltatások bonyolult kapcsolatrendszerében egyes szolgáltatások értékei együtt mozognak, vagy akár egymás hatását erősítik (szinergia). Bizonyos szolgáltatások esetében azonban az egyik szolgáltatás magas

értékei a másik szolgáltatás értékeinek csökkenésével járnak (trade-off). Legtöbbször az ellátó szolgáltatások maximalizálása a többi, nagyrészt szabályozó és kulturális szolgáltatás hanyatlását okozza. A társadalmi jóllét biztosítása érdekében a gazdálkodási tevékenységek során törekedni szükséges az ökoszisztéma-szolgáltatások egyensúlyának megteremtésére. A 11. ábra rózsadiagramjai alapján látható, hogy a mintaként bemutatott mezőgazdasági területeken (1) a növénytermesztés potenciálját leíró hozam az egyetlen olyan indikátor, ami kiemelkedő értéket mutat, ez a meghatározó. A gyepek (2) esetében a gyephozam és a pollináció potenciálja kiemelkedő. A középhegységi erdőben (3) számos szolgáltatás-indikátor jellemző értéke kiemelkedő, ami mutatja, hogy az erdőknek milyen sokrétű a szolgáltatásnyújtó-képessége.



11. ábra Különböző élőhelyek ökoszisztéma-szolgáltatásainak összetétele és a szolgáltatás-indikátorok (studentizált) értékei

Az ökoszisztéma-szolgáltatások közgazdasági értékelése, az ökoszisztéma-számlák rendszere

Az ökoszisztéma-szolgáltatások közgazdasági értékelése

Az ökoszisztéma-szolgáltatások egy jelentős részének a mindennapokban nincsen ára. Kivételt képeznek ez alól az ellátó szolgáltatások, illetve a kulturális szolgáltatások egy része, például a rekreáció.

A projektelem keretében két szabályozó és fenntartó, valamint egy kulturális szolgáltatásra vonatkozóan dolgoztak ki a kutatók javaslatokat a közgazdasági értékelés lehetséges módszereire. Ennek megfelelően az éghajlat-szabályozás, az árvízi kockázat csökkentése, valamint a rekreáció ökoszisztéma-szolgáltatások pénzbeli értékelését végezték el.

A három ökoszisztéma-szolgáltatás esetén a szakirodalom áttekintését és a közgazdasági értékelés korlátainak feltárását követően külön-külön javaslatokat fogalmaztak meg az alkalmazható modellekre, kitérve azok előnyeire, hátrányaira is, majd a modellek alapján számításokat végeztek országosan és/vagy mintaterület(ek)re vonatkozóan.

Példaként a globális éghajlat-szabályozás közgazdasági értékelésének összefoglalását mutatjuk be, ahol arra az ismeretre építettek a kutatók, hogy a klíma szabályozásához (globális szinten) az ökoszisztémák által járulnak hozzá, hogy szén-dioxidot képesek megkötni, illetve a megkötött szenet hosszú távon tárolják (a növényzetben és a talajban). Az üvegházhatású gázok (ÜHG) mérlegét tekintve (CO₂-egyenértékre számolva) a természetes ökoszisztémák nagy része

elnyelő, vagy a tározott szén szempontjából mutat kiemelkedő értékeket. Ezért kézenfekvőnek tűnt, hogy az adott terület nettó üvegházgáz, illetve szénmegkötő, széntározó képességét vegyék az értékelés alapjául.

Természettudományos szempontból tehát az volt a megválaszolandó kérdés, hogy mennyi nettó üvegházhatású gáz és ezen belül kiemelten mennyi szén-dioxid felvételre (szénmegkötésre), illetve szén tárolására képes egy adott ökoszisztéma (illetve mennyi üvegházgáz kerül a légkörbe abban az esetben, ha a terület degradálódik, vagy más használat alá kerül). A szükséges adatokat a projekt Klíma és energia Szakértői Munkacsoportjának szakértői bocsátották rendelkezésre. Közgazdasági oldalról pedig arra kellett választ adni, mekkora értéket tulajdonítanak egységnyi üvegházhatású gáz megkötésének – ezt általában CO₂-egyenértékre átszámolva, egy tonnára vetítve adják meg. Ez a szolgáltatás tehát egy egységes mérőszám segítségével értékelhető. E mérőszám meghatározását követően az okozott károk, illetve az elkerülési költségek alapján történő számítást végezték el. A megállapított egységértékekkel négy vonatkozásban számolták ki a hazai ökoszisztémák által nyújtott globális éghajlat-szabályozási szolgáltatás értékét. Ezek a következők: az ökoszisztémák éves üvegházgáz-mérlegének értéke; az földhasználati változások értéke; az erdők szénkészletének értéke; a talajok szénkészletének értéke.

A fenti eredmények lehetővé teszik, hogy a földhasználattal kapcsolatos döntések

során explicit módon megjelenítsék és figyelembe vegyék az ökoszisztémák által a globális éghajlat szabályozása terén nyújtott szolgáltatás értékét, illetve láthatóvá tegyék a különböző ökoszisztémák között az ezen a téren meglévő különbségeket. A természetes ökoszisztémák nemcsak a klímaváltozás révén fellépő károkat képesek mérsékelni, hanem hatékonyan csökkenthetik (vagy – a szénmegkötési képességet hátrányosan érintő változások esetén – növelhetik) az elfogadott klímapolitikai célok elérésének költségeit. A pénzbeli értékelés révén az éghajlat-szabályozás szolgáltatás értéke összevethetővé válik az ökoszisztémák fenntartásához, használatához vagy éppen átalakításához kapcsolódó egyéb költségekkel és hasznokkal.

A környezeti-gazdasági számlák és az ökoszisztéma-számlák rendszere

Az EU 2020-ig megvalósítandó Biodiverzitás Stratégiája előírta a tagországok számára az ökoszisztémák, azok állapotának és az ökoszisztéma-szolgáltatások értékelését és térképezését, továbbá az

értékek beépítését az uniós és a nemzeti szintű számviteli és jelentéstételi rendszerekbe (ezek keretében számítják például a közismert GDP-t – bruttó hazai összterméket). A környezeti-gazdasági számlák lehetővé teszik a környezet és a gazdasági tevékenység közötti kapcsolat számviteli leírását. Ezen belül az ökoszisztéma-számlák fejlesztése lehetőséget fog adni arra is, hogy a rendszert valamilyen módon a jóléti indikátorokkal is összekössék.

Az ökoszisztéma-számlák egyaránt tartalmazzák az ökoszisztémák kiterjedését (mennyiség) és állapotát (minőség), valamint az általuk nyújtott szolgáltatásokat. Ezek a számlák segíthetnek nemzeti szinten nyomon követni az ökoszisztémákra és szolgáltatásaikra alapozott gazdasági-társadalmi haszon értékét és változását, valamint a természeti erőforrások gazdasági tevékenységből eredő változásait.

A hazai ökoszisztéma-számlák kialakítására vonatkozó fejlesztések megkezdődtek, a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) égisze alatt egy mintaprojektjükben már felhasználták a NÖSZTÉP egyes releváns eredményeit.



Jövőkép-elemzés

A jövőkép-építés és értékelés egy társadalomtudományos módszerekre alapozott interdiszciplináris folyamat, tulajdonképpen egy döntéstámogató eszköz: segítségével előrevetíthetők a társadalmi és környezeti változások, amelyek a jövőben befolyásolják az emberi jóllétet. A projektem keretében alkotott jövőképek elsősorban Magyarország természeti környezetére, ökológiai állapotára és az ökoszisztémák kapacitására reflektálnak. Céljuk, hogy felhívják a figyelmet az ezeket érintő jövőbeli lehetőségekre, bizonytalanságokra, veszélyekre; és ezáltal hozzájáruljanak Magyarország természeti tőkájével való fenntartható gazdálkodás elősegítéséhez, illetve az egyes ágazatok közötti hatékonyabb kommunikációhoz.

A projektben megvalósított jövőkép-építésnek fontos része volt a jövőképeket írá-

nyító főbb (direkt és indirekt) hatótényezők, valamint az ezek közötti kapcsolatok feltárása. Ez képezte a további lépések, a jövő forgatókönyvek (szcenáriók) megfogalmazásának, illetve számszerűsítésének alapját.

A munka során elvégezték öt jövőbeli forgatókönyv archetípus hazai, országos szintű adaptálását. A hazai scenáriók: (1) A régi mederben; (2) A piac mindent megold; (3) Nemzeti szuverenitás; (4) Helyi közösségek önrendelkezése; (5) Központosított fenntarthatóság. Az egyes scenáriókhöz részletes leírások (narratívák) is készültek.

Az ökoszisztéma-szolgáltatások fő tendenciáinak megállapításához első közelítésben maguk a jövőbeli forgatókönyv leírások is adnak némi információt, ennek az egyszerűsített megközelítésnek az összefoglaló eredményét a táblázat mutatja.

Ökoszisztéma-szolgáltatások	Scenáriók				
	1	2	3	4	5
Agrár-ökoszisztémákban termesztett növények	●	●	●	●	●
Tenyésztett állatok és termékeik	●	●	●	●	●
Növényi energiaforrások	●	●	●	●	●
Szűrés/tisztítás/megkötés/akkumuláció az ökoszisztémák által	●	●	●	●	●
Felszíni degradáció elleni védelem	●	●	●	●	●
Hidrológiai ciklus és vízáramlás szabályozása	●	●	●	●	●
Árvízi kockázat-csökkentés és csapadékvíz-gazdálkodás	●	●	●	●	●
Állati beporzás	●	●	●	●	●
Éghajlat-szabályozás az üvegházhatású gázok koncentrációjának csökkentésével	●	●	●	●	●
Mikroklíma-szabályozás	●	●	●	●	●
A természet rekreációs célú használata	●	●	●	●	●
Örökség	●	●	●	●	●

Cella színek kódok:

- ÖSZ kapacitás nagymértékben nő
- ÖSZ kapacitás kismértékben nő

- ÖSZ kapacitás változatlan
- ÖSZ kapacitás kismértékben csökken
- ÖSZ kapacitás nagymértékben csökken



Kitekintés

A projekt keretében résztvevő több mint 200 szakértő öt éves munkájának eredményeként elkészültek a hazai ökoszisztémák térképezéséhez, állapotának értékeléséhez, illetve a kulcsfontosságú ökoszisztéma-szolgáltatások értékeléséhez és térképezéséhez szükséges módszertani alapok. Emellett az országos ökoszisztéma-, ökoszisztéma-állapot és ökoszisztéma-szolgáltatás térképek első generációja is megszületett. Ugyanakkor az ökoszisztémák előfordulásában, állapotában, illetve az ökoszisztéma-szolgáltatások állapotában és értékében bekövetkezett változások értékeléséhez és nyomon követéséhez szükséges módszertanok, illetve az érintett ágazatok tervezésében és döntéshozatali folyamataiban történő közvetlen felhasználási lehetőségek még kidolgozásra várnak.

A változáselemzés szakmai-módszertani kereteinek megteremtéséhez el kell készíteni az országos térképek további adatköröket, újonnan felépülő adatbázisokat

felhasználó második generációját, illetve el kell végezni az első országos Ökoszisztéma-alaptérkép felülvizsgálatát is. A továbbfejlesztett módszertan a jövőben lehetővé teszi a változások követését, elemzését is.

Ki kell azonban emelni, hogy a projekt keretében jelentős adathiányok kerültek feltárára (pl. gyepek), amelyek komoly gátló tényezőt jelentettek az értékelések során. Számos esetben a hazai természeti tőke értékeléséhez szükséges alapvető információkra nem létezik országos szintű, standard adatgyűjtés, nem állnak rendelkezésre megfelelő nyilvántartások, esetenként a gyűjtött adatok megbízhatósága volt alacsony. A gyepekre vonatkozó adatgyűjtés alapvető fontosságú a jövőbeli értékelésekhez, így égető szükség lenne az erdőkre vonatkozó adattárhoz hasonló rendszerben egy gyepekre vonatkozó adatbázis megvalósítására.

A projekt továbbá lehetőséget biztosított egy széleskörű szakmai együttműködés kialakítására mind a természet- és társadalomtudományok képviselői, mind a gazdasági-jogi szakértők számára, valamint a Vezetői Szakértői Panel tudományos-szakmapolitikai testületként lehetőséget adott az érintett szakterületek és ágazatok bevonására is.

Ugyanakkor, annak érdekében, hogy az elért eredményekre alapozva az ökoszisztéma-szolgáltatások és a zöldinfrastruktúra megőrzését biztosító ágazati tervezést és döntéshozatali támogató eszközök létrejöhessenek, és a gyakorlatban is alkalmazásra kerüljenek az együttműködés további kiszélesítése, ágazat-specifikus együttműködési platformok és hálózatok megteremtése szükséges.

Hivatkozott irodalom: a projektben összeállított releváns tanulmányok

- Agrárminisztérium (2019): *Ökoszisztéma alapterkép és adatmodell kialakítása*. Agrárminisztérium, Budapest
DOI szám: 10.34811/osz.alapterkep.dokumentum
- Arany Ildikó, Dóka Richárd, Fabók Veronika, Kisé Fodor Lívia, Kiss Márton, Koncz Péter, Kovács-Hostyánszki Anikó, Marjainé Szerényi Zsuzsanna, Széchy Anna, Tanács Eszter, Tormáné Kovács Eszter, Török Katalin, Vári Ágnes, Zsembery Zita (2021): *Összefoglaló jelentés a NÖSZTÉP projektelemről és az Ökoszisztéma-szolgáltatások elemzésének koncepciójáról*. Tanulmány. Agrárminisztérium, Budapest
- Kiss M., Báthoryné Nagy I. R., Buzás K., Csöszsi M., Gulyás Á., Lenkei P., Mészáros R., Pinke Zs., Tanács E. (2021): *A városi ökoszisztéma szolgáltatások értékelése – Az ökoszisztéma állapottól a ténylegesen igénybe vett ökoszisztéma-szolgáltatás értékelésig*. Tanulmány. Agrárminisztérium, Budapest, pp. 52, DOI szám: 10.34811/osz.varos.tanulmany.
- Koncz P., Horváth L., Somogyi Z., Kottke P., Weidinger T., Ács F., Kröel-Dulay Gy., Fogarasi J., Molnár A., Pásztor L., Popp J. (2021): *A tűzifatermelés, az éghajlat- és a mikroklíma-szabályozás mint ökoszisztéma szolgáltatás értékelése*. Tanulmány. Budapest, Agrárminisztérium, Budapest, pp. 191, DOI szám: 10.34811/osz.klima.tanulmany.
- Kovács-Hostyánszki A., Belényesi M., Geng I. et al (2021): *A pollináció, mint ökoszisztéma-szolgáltatás értékelése – az ökoszisztéma-állapottól a ténylegesen igénybe vett ökoszisztéma-szolgáltatás értékelésig*. Tanulmány. Agrárminisztérium, Budapest pp. 67, DOI szám: 10.34811/osz.pollinacio.tanulmany.
- Kovács-Hostyánszki A. (szerk) (2021): *Összefoglaló jelentés a potenciális és tényleges ökoszisztéma-szolgáltatásokról, gazdasági és jóléti értékelésről*. Előzetes tanulmány. Agrárminisztérium, Budapest
- Marjainé Szerényi Zs., Széchy A. (2021): *Az ökoszisztéma-szolgáltatások közgazdasági értékelés, módszertan kidolgozása: a klíma-szabályozás, az árvízi kockázat csökkentése és a rekreáció pénzbeli értékelésének meg-
alapozása*. Tanulmány. Agrárminisztérium, Budapest, pp. 247
- Rezneki R., Pásztor L., Molnár A., Fodor N., Gaál M., Zubor-Nemes A., Tasi J., Orosz Sz., (2021): *A termesztett növények és a tenyésztett állatok és termékeik, mint ökoszisztéma-szolgáltatás értékelése – az ökoszisztéma-állapottól a ténylegesen igénybe vett ökoszisztéma-szolgáltatás értékelésig*. Tanulmány. Agrárminisztérium, Budapest, pp. 89, DOI szám: 10.34811/osz.elelmiszertermes.tanulmany
- Tanács E., Bede-Fazekas Á., Standovár T., Pásztor L., Szitár K., Csecserits A., Kiss M., Vári Á. (2021): *Az általános ökoszisztémaállapot-indikátorok térképezésének módszertana*. Tanulmány. Agrárminisztérium, Budapest, pp. 154, DOI szám: 10.34811/osz.allapot.modszer.tanulmany
- Tanács E., Standovár T., (2021): *Az általános ökoszisztémaállapot-indikátorok térképezésének eredményei*. Tanulmány. Agrárminisztérium, Budapest, pp. 88, DOI szám: 10.34811/osz.allapot.eredmenyek.tanulmany
- Tanács Eszter, Vári Ágnes, Kiss Márton, Endrédi Anett, Mészáros János, Pásztor László, Bede-Fazekas Ákos, Rezneki Rita, Koncz Péter, Csákvári Edina, Fabók Veronika, Kovács-Hostyánszki Anikó, Kisé Fodor Lívia, Zsembery Zita, Török Katalin (2021): *Az ökoszisztéma szolgáltatások és állapot szintetizáló elemzése - átfogó értékelő jelentés*.
- Vári Á., Kozma Zs., Pataki B., Jolánkai Zs., Kardos M., Decsi B., Pásztor L., Bakacsi Zs., Tóth B., Laborczai A., Pinke Zs., Jolánkai G., Centeri Cs., Mattányi Zs., Dóka R., Kisé Fodor L., Zsembery Z. (2021): *A síkvidéki és a dombvidéki árvíz-kockázat-csökkentés, az erózió, a szűrés és az aszálymérés-klés, mint ökoszisztéma-szolgáltatások értékelése*. Tanulmány. Agrárminisztérium, Budapest, pp. 210, DOI szám: 10.34811/osz.hidrologia.tanulmany.

*A projektről további
részletes tájékoztatást
találnak a projekt
honlapján:*

termeszetem.hu



Készült a KEHOP-4.3.0.-VEKOP-15-2016-00001 számú, „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 keretében.



ökoszisztéma-
szolgáltatások

a természet ajándékai

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE