

Forests for Water: A Step-by-Step Guide for Payment Schemes

Erdők a vízért Részletes útmutató a pénzügyi ösztönzők kialakításához 2021



Vezető szerző
Nisbet, T.R.

Közreműködő szerzők
Andreucci, M.-B., De Vreese, R., Hiigbom, L., Kay, S.,
Kelly-Quinn, M., Leonardi, A., Lyubenova M.I., Ovando Pol, P.,
Quinteiro, P., Pérez Silos, I., Valatin, G.

Vezető szerző

Thomas, R. Nisbet – Forest Research, Alice Holt Lodge, Wrecclesham, Farnham GU10 4LH, United Kingdom.

Közreműködő szerzők (betűrendben)

Maria-Beatrice Andreucci – Department of Planning, Design, Technology of Architecture, Faculty of Architecture, Sapienza University of Rome, Italy.

Rik De Vreese – Independent researcher and consultant in Urban Forestry and Ecosystem Services, Ghent, Belgium.

Lars Högbom – the Forestry Research Institute of Sweden (Skogforsk), Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala. Sweden.

Sonja Kay – Agroscope, Research Division Agroecology and Environment, Research group Agricultural Landscapes and Biodiversity, 8046 Zurich, Switzerland

Mary Kelly-Quinn – School of Biology and Environmental Science, University College Dublin, Belfield, Dublin 4, Ireland.

Alessandro Leonardi – ETIFOR | Valuing Nature, Padova University Spin-off, Piazza A. De Gasperi 41 - 35131 Padova (PD), Italy

Mariyana I. Lyubenova – University of Sofia “St. Kliment Ohridski”, Department of Ecology and Environmental Protection, 8 D. Tzancov blvd., 1164 Sofia, Bulgaria.

Paola Ovando Pol – The James Hutton Institute, Craigiebuckler, Aberdeen AB15 8QH, United Kingdom.

Paula Quinteiro – Centre for Environmental and Marine Studies (CESAM), Department of Environment and Planning, University of Aveiro, Portugal.

Ignacio Pérez Silos – Environmental Hydraulics Institute, Universidad de Cantabria, C/ Isabel Torres nº15, Parque Científico y Tecnológico de Cantabria, 39011, Santander, Spain.

Gregory Valatin – Forest Research, Alice Holt Lodge, Wrecclesham, Farnham GU10 4LH, United Kingdom.



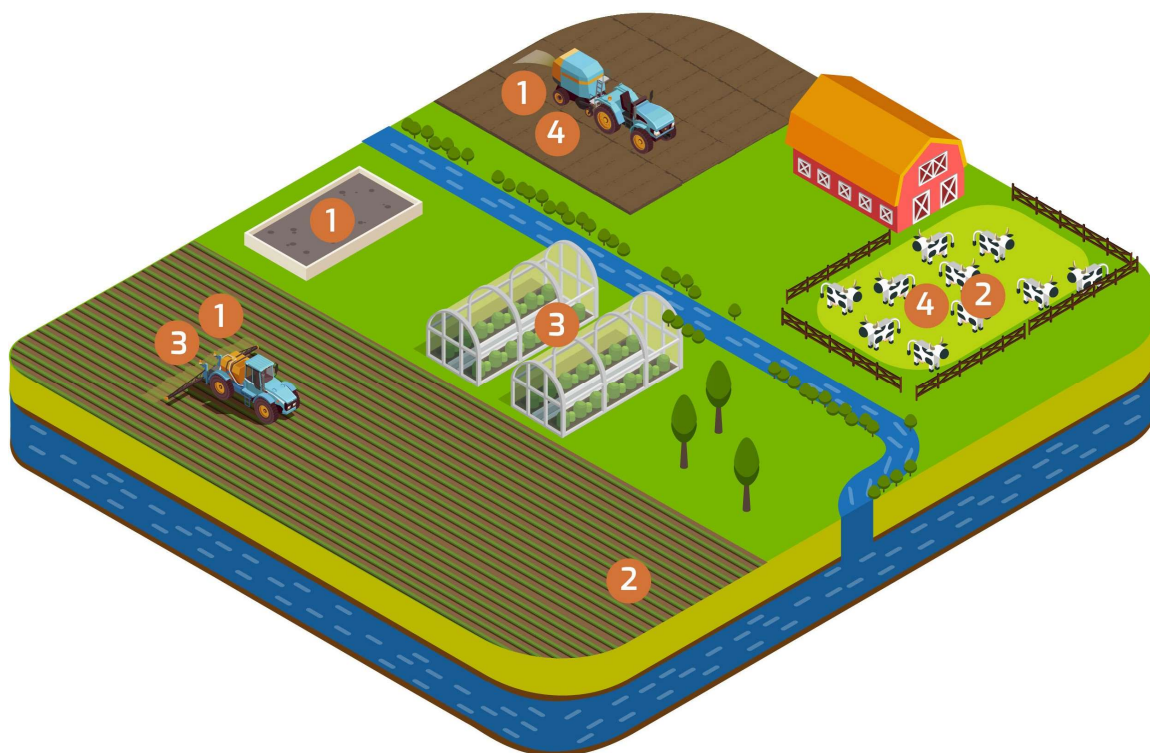
This publication is based upon work from COST Action CA15206, supported by COST (European Cooperation in Science and Technology)

Tartalom

1. Bevezetés	4
2. Cél és alkalmazási kör	5
3. A probléma azonosítása	5
4. A lehetőségtérképezés szerepe	7
5. Hogyan segíthet az erdőtelepítés?	8
6. Az erdőgazdálkodás fontossága	11
7. A lehetséges hátrányok kezelése	11
8. Többszörös hasznok és veszteségek azonosítása	12
9. Egy PES rendszer tervezése	12
10. Monitoring, értékelés és felülvizsgálat	18
11. A módszer terjesztése	18
12. Referenciák	20
13. Szójegyzék	21
14. Rövidítések	23

1. Bevezetés

Az EU vízpolitikájának fő célja elegendő mennyiségű és jó minőségű víz álljon rendelkezésre mind a népesség igényei, mind a környezet számára. Annak ellenére, hogy a tagállamok folyamatos intézkedéseket hoznak a vízminőség javítása érdekében, a felszíni vizek (folyók és tavak) csupán 40%-a van jó ökológiai állapotban, vagy rendelkezik jó ökológiai potenciállal (EEA, 2018). A diffúz szennyezés jelentős terhelést okoz, amiért elsősorban a mezőgazdasági források okolhatók, a tápanyagok (nitrátok és foszfátok), peszticidek vízbe jutása, az üledékképződés és a fekális indikátor szervezetek (FIO) kibocsátása okán (1. ábra). Becslések szerint a mezőgazdaság a felszíni víztestek 25%-ának jó ökológiai állapotát veszélyezteti, és az elsődleges oka annak, hogy a felszín alatti víztestek nem érik el a jó kémiai állapotot (EEA, 2018).



TÁPANYAGOK

A (mű)trágyából származó nitrátok és foszfátok beszivárgása és lefolyása.



ÜLEDÉK

A talaj szerkezetének megváltozása és üledék lerakódása a nem megfelelő földhasználati és legeltetési gyakorlat hatására.



PESZTICIDEK

Növényvédő szerek levegőben terjedése, lefolyása vagy beszivárgása.



FEKÁLIS INDIKÁTOR SZERVEZETEK

Állati trágya és hígtrágya alkalmazásából származó baktériumok vizekbe jutása.

1. ábra

A mezőgazdasági diffúz szennyezés forrásai és terjedése a vízgyűjtőn, negatív hatásai a vízi környezetre és a vízhasználókra

A Tagállamok továbbra is fejlesztik a legjobb gyakorlatot megtestesítő mezőgazdasági megoldásokat, melyek célja a diffúz kibocsátások csökkentése. Ilyen a mezőgazdasági tevékenységek tápanyagtervezése, a szántás csökkentése és a tápanyag megkötő növények alkalmazása. Ezek sok esetben javították a vízminőséget, azonban ahhoz nem elegendő, hogy a környezetvédelmi elvárásoknak megfeleljenek. Az első Vízyűjtő-Gazdálkodási Terv 2009-es hatályba lépése óta csak korlátozottan javult a jó ökológiai állapotú víztestek aránya (EEA, 2018). Bár a mezőgazdaságban továbbra is bőven van helye a kívánt beavatkozások terjedésének egyre egyértelműbb, hogy a jó ökológiai állapot szélesebb körű elérése csak a földhasználat jelentős mértékű megváltoztatásával lehetséges (Stutter et al., 2012). Ezen útmutató az erdősisítés és erdőgazdálkodás vízgazdálkodási előnyeire összpontosít, azonban a fásítási intézkedéseknek egy szélesebb körű, integrált vízgyűjtő-gazdálkodási stratégiába (pl. tűzeglápok és vizes élőhelyek helyreállítás) kell illeszkedniük.

Egyre inkább felismerjük és értékeljük az erdők és a fás területek által a társadalom számára nyújtott hasznokat (a dokumentumban az erdők és fás területek kifejezéseket következetesen használjuk; a fás területek kifejezés [woodlands] kisebb, míg az erdő nagy kiterjedésű, egybefüggő fás területekre utal). A vízi környezetre gyakorolt előnyök közé tartozik a vízi élőhelyek és fajok védelme, az ivóvíz minőségének megőrzése, az árvizek enyhítése, valamint az erózió, földcsuszamlások és a talajvesztés elleni védelem (Nisbet et al., 2011). A faültetés hatékony és viszonylag biztonságos intézkedés a mezőgazdasági diffúz szennyezés kezelésére, valamint megköti a szén-dioxidot és további környezeti előnyökkel is jár. Az erdők kisléptékű, célzott telepítése szennyezőforrásokra vagy azok környékére, illetve a szennyezési útvonalak mentén, "puffer zónák" formájában, ésszerű megoldás a szennyezőanyagok felszíni és felszín alatti vizekbe jutásának mérséklésére vagy megszüntetésére, miközben kis földterületet foglalnak el, így az élelmiszertermelés volumenére gyakorolt hatásuk is alacsony.

Bár a fatelepítés vízgazdálkodási hasznai jól ismertek (Creed és Noordwijk, 2018), az előrelépést nagymértékben korlátozza, hogy a földtulajdonosok és gazdálkodók számára jelentős veszteséggel jár a földterület és a termelés értékének a földhasználat megváltozásából eredő csökkenése. Ez különösen igaz a termelékenyebb és intenzívebben művelt mezőgazdasági földterületeken történő telepítésekre, amelyek a diffúz szennyezőanyagok legjelentősebb forrásai. Ahhoz, hogy elegendő fát telepítsenek és a víztestek állapota javuljon, jobb ösztönzőkre van szükség a vízárt és más ökoszisztéma-szolgáltatásokért járó kifizetések formájában. A meglévő erdők és fás területek által nyújtott vízhez kapcsolódó hasznok fenntartása és jövőbeli védelme szintén pénzügyi támogatást igényelhet, különösen akkor, ha az erdőtervezés és -gazdálkodás megváltoztatására van szükség az éghajlatváltozás által jelentett fenyegetések kezelésére.

Az ökoszisztéma-szolgáltatások kifizetési rendszereinek (Payments for Ecosystem Services - PES) számos különböző típusa létezik, a megközelítés és a definíciók folyamatosan fejlődnek (Forest Europe, 2019). A PES rendszerek fő célja az ökoszisztéma-szolgáltatások ösztönzők révén történő védelme és fejlesztése a környezeti hasznok és a természeti erőforrásokkal való jobb gazdálkodás érdekében (Gatto et al., 2009). Ideális esetben öt feltételnek kell teljesülnie egy PES rendszerben: 1) egy jól meghatározott ökoszisztéma-szolgáltatás azonosítása, jelen esetben elsősorban a célzott faültetés és az új vagy meglévő erdők és fás területek megfelelő kezelése a vízminőség javítása érdekében; 2) legalább egy szolgáltatásvásárló és 3) legalább egy eladó jelenléte; 4) az ökoszisztéma-szolgáltatás forgalmazásának önkéntes jellege; és végül 5) a kifizetés feltételeessége, amely megköveteli az eladótól/szolgáltatótól, hogy biztosítsa a várt haszon elérését és hosszú távú fenntartását. Gyakran nem teljesülnek ezek a feltételek, különösen a 4. feltétel, amikor a rendszereket egyébként is kötelező jogszabályi keretek között vezetik be. Az ilyen eseteket gyakran nevezik "PES-szerű" rendszereknek.

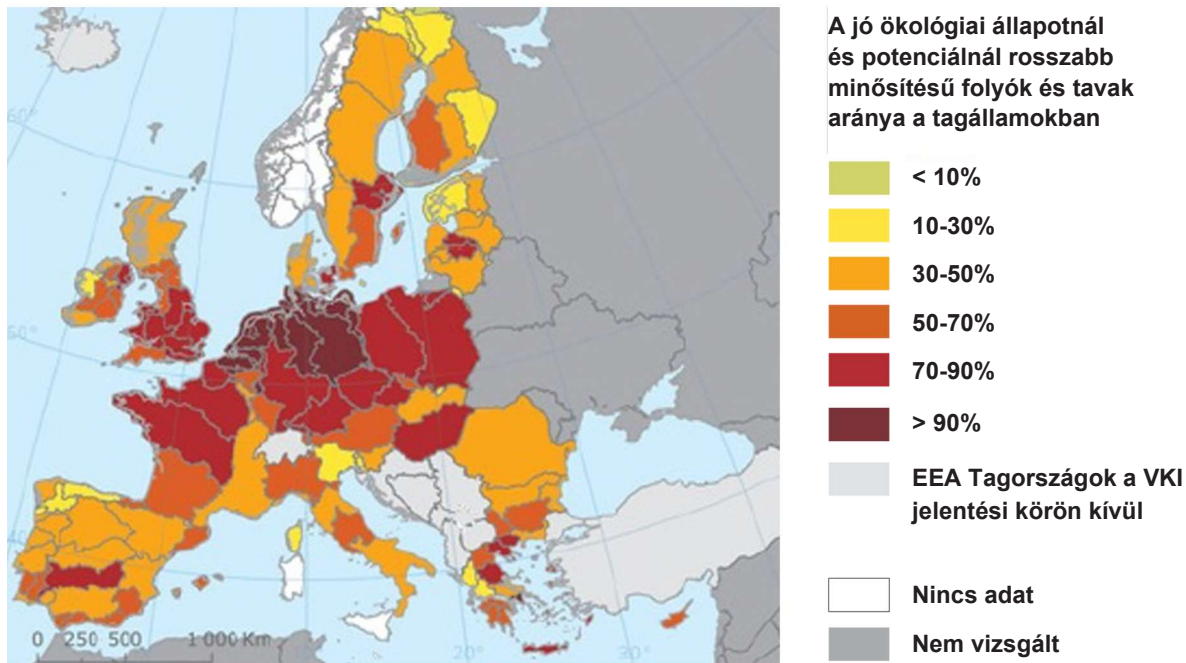
Az "erdők a vízárt" fizetési rendszer tág definícióját három kritérium határozza meg: 1) Legalább két érintett közötti ügylet; 2) Kifejezetten a vízhez kapcsolódó szolgáltatások megszerzésére irányuló tranzakció; és 3) A faültetéshez kapcsolódó és elsődlegesen a vízminőség javítását célzó, vagy azt is magában foglaló sokrétűbb ökoszisztéma-szolgáltatás csomagért történő kifizetés.

2. Cél és alkalmazási kör

A dokumentum célja útmutatást nyújtani olyan működőképes és költséghatékony „erdők a vízárt” PES rendszerek kialakításához, amelyek célja a fatelepítés és az erdőgazdálkodás támogatása a vízminőség védelme és javítása érdekében. Az útmutató a fizetési rendszer létrehozásának fő lépései szerint épül fel, kezdve a vízügyi problémák meghatározásával és azzal, hogy a faültetés és az erdőgazdálkodás hogyan segíthet ezek leküzdésében, folytatva a lehetséges veszteségek kezelésével, többszörös előnyök feltárásával, majd a rendszer kialakításával, monitoringjával és kommunikációjával. A leírtak a fenntartható vízgazdálkodásban, a mezőgazdaságban és az erdőgazdálkodásban érintett valamennyi szereplő számára hasznosak, a politikai döntéshozóktól, a vízgyűjtőtervezőkhöz át a magánbefektetőkhöz, földhasználókig és a helyi közösségekig. Az útmutató egy közös nyelvet, keretet biztosít ahhoz, hogy a létrehozott rendszerek valóban alkalmasak legyenek a vízközpontú és más ökoszisztéma-szolgáltatások megfelelő alkalmazására, miközben megelőzik a lehetséges kedvezőtlen kimeneteket (például a faültetések potenciális vízkészletcsökkentő hatását).

3. A probléma azonosítása

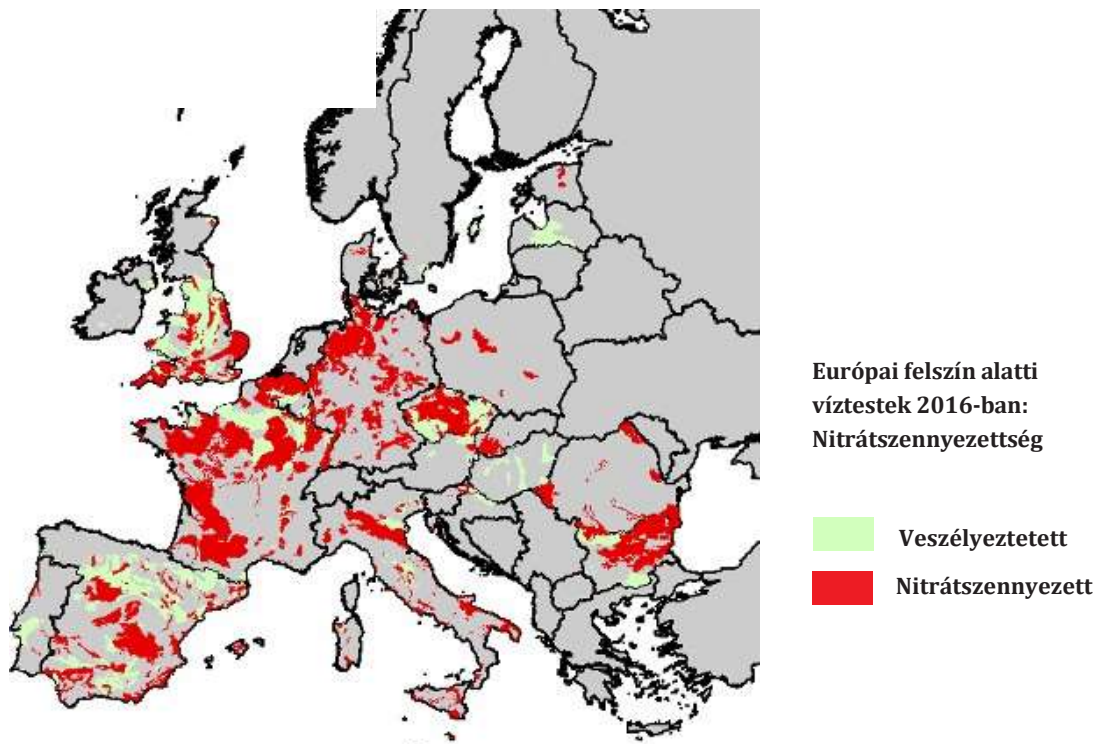
Az EU Vízközpontú Irányelvének (VKI) 2000. évi bevezetése következtében ma már sokkal szélesebb körű ismeretek állnak rendelkezésre a tagállamokban a víztestek állapotáról, mint korábban. A felszíni és felszín alatti vizek rendszeres megfigyelése és értékelése több mint 130 000 helyszínen eredményezett részletes információhalmazt az európai víztestek állapotáról, valamint azokról a terhelésekről, amelyek megakadályozzák, hogy a víztestek elérjék a jó ökológiai állapotot vagy potenciált (1. térkép).



1. térkép

A jó ökológiai állapotot el nem érő felszíni víztestek a Tagállamokban. EAA adatok alapján (2016) © Európai Környezetvédelmi Ügynökség, 2016

A tagállamok vízügyi szabályozó hatóságai állítják össze és frissítik rendszeresen azokat az adatbázisokat és térképeket, amelyek bemutatják, hogy mely víztestek vannak a jó minősítésnél rosszabb állapotban, mely tevékenységek felelősek ezért és bemutatják a meghatározott célállapot elérését szolgáló programok előrehaladását is. Mindez magában foglalja a nem jó állapotú víztestekről szerzett ismereteket: a mezőgazdaságból származó diffúz szennyezőanyagokat (pl. tápanyagok, üledékek, peszticidek), valamint az egyéb emberi eredetű terheléseket (2. térkép). A vízügyi hatóságok a különösen érzékeny víztestek, például az ivóvíz biztosító területek és a fontos élőhelyeket és fajokat fenntartó vizek elhelyezkedését és állapotát is nyilvántartják. A tagállamok ezeket az adatokat rendszeresen benyújtják az Európai Környezetvédelmi Ügynökségnek (EAA), hogy értékelni lehessen az európai víztestek állapotát és az ezekre gyakorolt hatásokat. A legutóbbi értékelést 2018-ban tették közzé (EEA, 2018).

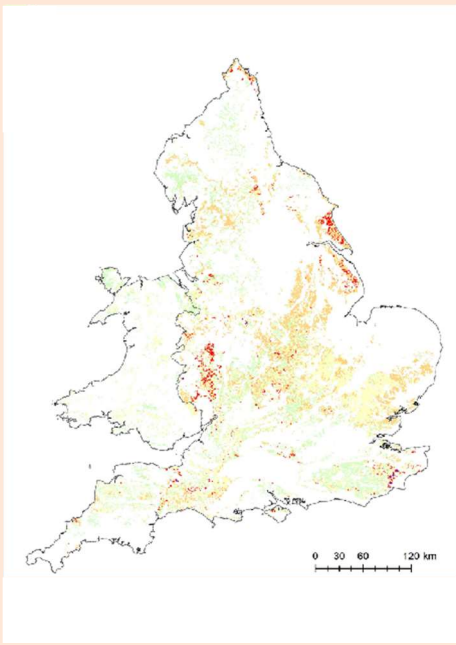


2. térkép: Nitrátszennyezett területek a Tagállamokban

A víztestek terhelésének a csökkentéséhez és a vízgazdálkodási célok eléréséhez összehangolt és hosszú távú intézkedésekre van szükség a vízgyűjtő vagy a részvízgyűjtők szintjén. Ez fokozottan igaz a diffúz szennyezés kezelésére, amely gyakran sokféle forrásból származik, a felelősség különböző földterületek és -tulajdonosok között oszlik meg. Egyes régiókban és országokban szennyezőanyag-modellezéssel már azonosították a szennyezés forrásait és útvonalait, hogy az intézkedéseket célzottabbá tudják tenni (Collins et al., 2018; Mockler and Bruen, 2018). Számos tagállamban és régióban vízgyűjtő szintű partnerségi hálózatok alakultak a szennyező tevékenységek kezelésének és a fejlesztések megvalósításának integrált, vízgyűjtő-szintű megközelítése érdekében. Ezeket gyakran olyan megbízható és ismert szereplők vezetik, akik koordinált finanszírozási megoldásokkal támogatva könnyebben képesek változásokat elérni (www.ribblelifetogether.org/improve/woodlands, www.wrt.org.uk/project/3rivers-project, www.woodlandsofireland.com, www.etifor.com/en/studies-and-research).

4. A lehetőségtérképezés szerepe

A lehetőségtérképezés (Opportunity mapping) segíthet azon víztestek és földterületek azonosításában és prioritizálásában, melyeken célzott faültetés, illetve erdőgazdálkodási változások szükségesek a víztestek terhelésének csökkentése érdekében (Broadmeadow és Nisbet, 2012). Az így megalapozott tervezés támogatja az integrált vízgyűjtő-gazdálkodást, a térképek pedig iránymutatást adnak az "erdők a vízért" PES (PESFOR-W) rendszerek fejlesztéséhez. A megközelítés térinformatikai rendszerek (GIS) használatán alapul, és számos térbeli adatbázist integrál annak érdekében, hogy meghatározza a földhasználat és gazdálkodás megváltoztatására, a VKI célok elérésére és többértékű társadalmi hasznok létrehozására legalkalmasabb területeket (1. szövegdoboz).



1. szövegdoboz - Lehetőségtérképezés a diffúz szennyezés és árvíz kockázat csökkentésére

2014-ben Angliában és Walesben támogatások és magánberuházások hatékonyabb felhasználása érdekében alkalmazták lehetőségtérképezést erdőtelepítésre, ezáltal hozzájárulva a vízminőség javításához és az árvíz kockázat csökkentéséhez is. A térképezéshez a foszfát, üledék, nitrát, peszticidek és a FIO-k által okozott szennyezések 1 km-es skálán modellezett országos adatbázisát használták. Ezt a folyók árvíz kockázati adataival és a gyors lefolyásra hajlamos talajok térinformatikai adatbázisaival egészítették ki. Az erdőültetendő területeket a diffúz szennyezőanyagok csökkentése és az árvíz kockázat-csökkentő hatás lehetőségei alapján határozták meg (a térképen szereplő színek és a hozzájuk tartozó számok a faültetés által csökkenthető diffúz szennyeződések típusainak mennyiségét jelölik). A térképeket később felhasználták faültetési pályázatok és vidékfejlesztési támogatások vízügyi előnyeinek pontozására.

További információk az alábbi linken találhatóak:
<https://www.forestryresearch.gov.uk/research/opportunity-mapping-woodland-for-water/>

1

2

3

4

5

A tényalapú tervezés kulcskérdései a következők:

- 1.** VKI adatok felhasználása a mezőgazdasági diffúz szennyezés miatt jó ökológiai vagy kémiai állapotát elvesztő felszíni és felszín alatti víztestek azonosítására; annak meghatározása, hogy mely diffúz szennyezőanyagok milyen mennyiségben okozzák a nem megfelelő állapotot, akár a VKI vízkémiai vagy biológiai normáihoz viszonyított mérésekkel, akár kockázatértékeléssel;
- 2.** A rendelkezésre álló statisztikákból (pl. mezőgazdasági nyilvántartások, műtrágya- vagy növényvédőszer-használati felmérések), helyszíni mérésekből nyert vagy modellezett szennyezőanyag-adatokból kiindulva azonosítani és rangsorolni kell a vízgyűjtő diffúz szennyezőanyag forrásait és útvonalait;
- 3.** A vízgyűjtő területeken a faültetéssel kapcsolatos területi korlátozások (pl. kijelölt nyílt élőhelyek vagy régészeti emlékek) és érzékeny pontok (pl. tájvédelem, kilitás) térképi ábrázolása; a térinformatikai adatbázis kiegészítése ezekkel az információkkal, majd azon faültetésre alkalmas területek azonosítása, ahol egy vagy több diffúz szennyezőanyag koncentrációja csökkenthető a víztestekben;
- 4.** Minden egyéb olyan vízügyi probléma mérlegelése és térképi ábrázolása, amely faültetéssel javítható (pl. árvízveszélynek kitett helyi közösségek, eszközök), ezek olyan módú beépítése az adatbázisba, hogy a többszörös előnyöket is mérlegelni tudjuk;

5. Az erdőtelepítés potenciális negatív kimeneteleinek (pl. víztestek károsodása a rossz mennyiségi állapot vagy a nem megfelelő vízhozam miatt) térképi ábrázolása; az azonosított érzékeny pontok adatainak felhasználásával az erdőtelepítés megtervezése során a lehetséges veszteségek minimalizálása (pl. fa típus, -faj megváltoztatása a vízfelhasználás csökkentése érdekében);

6. A meglévő erdők adatainak térképi ábrázolása a fák típusa, faja és kora szerint, hogy az erdők újratelepítésében és kezelésében rejlő lehetőségekkel is tervezni tudjunk, minimalizálhassuk a jövőbeli erdőkhöz kapcsolódó vízügyi és egyéb kockázatokat (pl. a klímaváltozás hatására az erdőtüzek, viharok és aszályok, vagy akár kórokozók és járványok terjedésének növekvő valószínűsége);

7. Az eredmények felhasználásával a távlati vízügyi, árvízi és kapcsolódó stratégiák módosítása és integrálása a hatékonyabb vízgűjtő-alapú diffúz szennyezéskezelésre és a VKI célkitűzéseinek elérésére.

5. Hogyan segíthet az erdőtelepítés?

Az erdő a vízkészletek védelme szempontjából preferált területhasználati forma. Ez számos tulajdonságból következik, többek között: az erdők lombkoronájának képessége a beérkező csapadék szabályozására a nedves lombkorona párologtatásával; az erdőtalajok jó szerkezete, amely a tartós szervesanyag-bevitelnek, a fák gyökérzetének és a talajbolygatás hiányának köszönhető, az erdő csökkenti az eróziót, ezáltal a földcsuszamlások valószínűségét a lejtőkön; aktív tápanyagfelvétel történik a lehullott lombzomból; az erdőbe juttatott vegyszer (pl. műtrágyák, peszticidek) általában kis mennyiségű (Nisbet et al., 2011; Creed and Noordwijk, 2018). Az erdőkből lefolyó vizek jellemzően jó minőségűek és jó ökológiai állapotúak, a közüzemi vízellátás céljára kevés vagy semmilyen kezelést nem igényelnek.

Történelmünk során az erdők mezőgazdasági célú irtása az utóbbi hasznok elvesztését és az intenzívebb földhasználat felé való elmozdulást eredményezte, ami gyakran talajbolygatással, -károsodással, fokozott erózióval, nagy mennyiségű tápanyag- és vegyszerbevitellel jár. A gazdálkodás közelmúltbeli fejlődése ellenére is a mezőgazdasági tevékenység jellemzően jelentős mennyiségű üledéket, nitrátot, foszfátot, peszticidet és/vagy FIO-t juttat a vizekbe, ami diffúz szennyezést, és számos esetben a jó ökológiai állapot elérésének elmaradását okozza. Az élelmiszerhiány a nagyszabású erdőtelepítések útjába állhat, de a célzott, kis léptékű faterülettelepítés jelentős mértékben képes javítani a jelenlegi helyzeten. Ez magában foglalja az agrárerdészeti, védősávok és fákkal szegélyezett sövények alkalmazását, ami segíthet a szomszédos szántóföldekről vagy legelőkből származó diffúz szennyezők felfogásában és eltávolításában.

A célzott telepítés azért működik, mert a szennyezőanyagok forrásai, útvonalai és az alsó folyás vízhasználóinak érzékenysége térben változó (2. ábra). A talajtípusok egymástól eltérőek a károsodással szembeni érzékenységük, a táp- és vegyi anyag-visszatartó képességük, a gyors felszíni lefolyásra való hajlamuk és a vízfolyásokkal való kapcsolatuk tekintetében. Ha a szennyezőanyagok már egyszer a vízbe vagy levegőbe kerültek, általában a felszíni csatornában, dréncszövekben/árkokban és az uralkodó széliránnyal megegyezően a levegőben mozognak. A befogadóba, például kutakba, a talaj különböző területeiről és rétegeiből jut el a víz. Mindezekből adódóan források, terjedési útvonalak és befogadók mentén vagy azok közelében történő faültetés igen hatékonyan csökkentheti a szennyezőanyagok vízfolyásokba és -készletekbe jutását, ezáltal jelentősen javíthatja a vízminőséget alacsony területigény mellett.

Szennyezett mezőgazdasági vagy azon kívüli pufferterületeken, a szennyezés útvonalai mentén történő faterülettelepítés kettős haszonnal jár (2. ábra). Először is a mezőgazdasági tevékenységhez kapcsolódó szennyezőanyag-input megszűnik a területen. Másodszor az ültetett fák egyfajta gátként, akadályként működhetnek a lefolyással vagy széllel terjedő anyagokkal szemben (Ucar és Hall, 2001). A szennyezőanyagok visszatartása vagy eltávolítása a következőképpen történhet: a lefolyó vizek beszívargása a puffer jobb szerkezetű talajába; szűrés vagy felszíni lerakódás révén, ahogy a felszíni lefolyás elakad az avarban, vagy a fák gyökerei által létrehozott felszíni mélyedésekben marad; a fák gyökerei felszívják és hasznosul; a levegőben terjedő szennyeződést a lombkorona felfogja és/vagy kiszűri. A folyóparti pufferek előnye, hogy szűrik a folyóba szivárgó víz szennyezőanyagait és csökkentik a többi folyóparti terület károsodását, valamint a vízfolyás által szállított szennyezőanyagokat is szűrik az áradások során.

A VKI monitoring adatai azt mutatják, hogy vízminőségre gyakorolt hatásban jelentős különbség van az erdő- és a mezőgazdasági földhasználat között, aminek mértéke a földhasználat intenzitásától és minőségétől is függ. A műtrágyából, szerves talajjavítókból és vegyi anyagokból származó, vagy felszíni lefolyás, talajvízbe mosódás útján történő szennyezőanyag-bevitel tipikus esetei jól ismertek minden egyes földhasználati esetben. Szennyezőanyag-modellek segítségével megbecsülhető egy adott területi/egységnyi földhasználati változás hatása és hatékonysága (1. táblázat). Ezzel szemben a pufferterületek hatását nehezebb megbecsülni, mivel azt számos tervezési és kezelési tényező, a szennyezőanyag jellege és típusa, valamint a beavatkozás mértéke befolyásolja. Számos tanulmány azonban kimutatta, hogy megfelelő tervezéssel és kezeléssel a fás pufferterületek rendkívül hatékonyan csökkenthetik a felszíni lefolyásból származó szennyezőanyag-szállítást, bizonyos anyagok esetében akár 100%-os hatékonyság is elérhető (Perez-Silos, 2017).

1

VÍZFOLYÁSOK MENTÉN

A faültetés védőpufferként szolgál a partmenti területeken végzett gazdálkodásból származó szennyezéssel szemben, csökkentve a vízbe jutó tápanyag-, üledék-, peszticid- és FIO bevitelt, továbbá biztosítja a vízfolyások számára szükséges árnyékot és hűtést. A fák gyökerei megerősítik a part talajszerkezetét, csökkentve a mederkárosodást és az iszapoldódást.

2

KUTAK KÖRÜL

A fák képesek megvédeni a felszín alatti vizeket a tápanyag- és peszticidszennyezéstől.

3

ÁRTEREKBEN

Az ártéri fás területek helyreállításával lassíthatók az árhullámok, a fák képesek megkötni a diffúz szennyezőanyagokat is.



4

AZ ÁLLATTARTÁS HELYSZÍNE KÖRÜL

A fák segítenek az ammónia megkötésében, a levegőminőség javításában.

5

A LEFOLYÁSI ÚTVONALAK MENTÉN

A fatelepítés a lefolyási útvonalak mentén növeli a beszivárgást és a lefolyásban található diffúz szennyeződések megkötését.

2. ábra

A faültetéssel csökkenthető diffúz szennyezés művelt területek esetében.

	Állandó füves terület	Durva legelő	Búza	Árpa	Kukorica	Olajrepcé	Fás terület
Nitrogén Input (kg/ha/yr)	94 - 135	10	131 - 167	120 - 132	46 - 62	155 - 189	20
Nitrát-N Export (kg/ha/yr)	0.86 - 10.58	0.02 - 0.05	1.54 - 19.72	1.54 - 19.72	1.52 - 19.72	3.29 - 17.4	0.02 - 0.1
Foszfát-P Input (kg/ha/yr)	6 - 16	0	13 - 35	18 - 41	27 - 43	15 - 37	0
Foszfát-P Export (kg/ha/yr)	0.012 - 0.17	0.008	0.038 - 0.458	0.038 - 0.458	0.038 - 0.458	0.15 - 1.834	0.008

1. táblázat

Különböző termények és a fás területek nagy-britanniai tápanyagterhelése és modellezett kibocsátási együtthatók. A tápanyagterhelés a British Survey of Fertilizer Practice 2000-2011-es adataiból származik (BSFP, 2013), az export együtthatók ezen adatok felhasználásával, a UK National Ecosystem Assessment Follow-on Report (Bateman et al., 2014) alapján modellezve.

Egy 65 tanulmányt áttekintő vizsgálat szerint a puffer sávok szélessége kiemelkedően fontos tényező, és a szennyezőanyag-eltávolítás általában csökken a puffer sávok szélességének csökkenésével (Perez-Silos, 2017). Számos egyéb tényező hatására is csökken a fás puffer sávok diffúz szennyezőanyag-elhárítási hatékonysága. Ezek közé tartozik a növekvő lefolyási mennyiség, a növekvő szennyezőanyag-terhelés (különösen, ha a magasabban fekvő területől lefolyó szennyezőanyag mennyisége meghaladja a fák és a talaj asszimilációs kapacitását), az újonnan telepített/nagyon fiatal vagy idős fák jelenléte, a fák rossz állapota vagy lassú növekedése, túl nagy távolsága, valamint az esetleges elkerülő csatornák, például dréncövek jelenléte. Ezért a pufferterületek kialakítása és kezelése során nagy gondosságra van szükség a helyi szennyezőanyag-terhelések csökkentése, az eltávolítás magas szintjének hatékony elérése és fenntartása érdekében. Ez a tápanyagfelvétel fenntartása érdekében megfelelő erdőgazdálkodást és rendszeres fakitermelést igényelhet (lásd a 6. szakaszt).

A földtulajdonosok minimalizálni szeretnék a mezőgazdaságtól való területfoglalás mértékét, ami számottevő korlátot jelent a puffer sávok szélességére vonatkozóan, ez pedig szuboptimális teljesítményt eredményezhet. A 2. táblázat egy nemrégiben készült áttekintés alapján (Perez-Silos, 2017) mutatja be, hogy egy jól megtervezett és kezelt erdős puffer sáv növekvő szélességével nagyjából milyen mértékű csökkenés várható a különböző diffúz szennyezőanyagok mennyiségében. A műtrágyák és számos peszticid esetében hiányoznak az adatok, az utóbbiak eltávolítási hatékonysága nagyban függ a peszticid típusától és a szennyezés terjedésének útvonaltól.

Puffer sáv szélessége	5 m	10 m	20 m	50 m	100 m
Nitrát-N	20%	30%	40%	80%	90+%
Foszfát-P	10%	20%	30%	60%	90+%
Felfogott üledék	80%	90+%	90+%	90+%	90+%

2. táblázat

A lefolyások diffúz szennyezés-koncentrációjának százalékos csökkenése egy jól megtervezett pufferterület hatására különböző szennyezők és a puffer sáv szélessége szerint. Perez-Silos (2017) áttekintéséből származó összefüggésekből interpolálva.

Míg a fentihez hasonló táblázatok hasznosak az erdőtelepítés környezetvédelmi hatékonyságának más intézkedésekkel való összehasonlítására, és segíthetnek durva költséghatékonysági becslések alátámasztásában, egy rendszer tervezése, különösen egy olyan rendszeré, amely vízgyűjtő szinten kíván változást elérni, leginkább hidrológiai modellezéssel lehetséges. A talaj- és hidrológiai folyamatok megértése döntő fontosságú a szennyezőanyag-források és -útvonalak azonosításához, az intézkedések helyes célzásához, valamint környezeti hatékonyságuk számszerűsítéséhez és növeléséhez. Fontos egy olyan térbeli modell használata, amely GIS-be építhető az intézkedések leghatékonyabb elhelyezésének és integrációjának meghatározásához, figyelembe véve a szennyezőanyag-mozgás dinamikáját és az intézkedések alakulását. A fizikai változókon alapuló Soil & Water Assessment Tool (SWAT) modellt gyakran előnyben részesítik az ilyen alkalmazásokban, bár nagy adatigényű, és nem alkalmazható nagyon kis vízgyűjtőkre (<150 ha), valamint nagy gondosságot igényel paramétereinek meghatározása, különösen az erdei folyamatok tekintetében (Baksic, 2018). A szennyezőanyagok kutakba jutásának előrejelzéséhez felszín alatti vízmodellezésre van szükség. Ahol a folyamatmodellezéshez szükséges erőforrások és adatok hiányoznak, egyszerűbb eszközök is alkalmazhatók, mint például az Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs (InVEST) modellcsomag (Kareiva, 2011).

6. Az erdőgazdálkodás fontossága

Az erdőtelepítés vízügyi hasznai több év után alakulnak ki, mivel a fáknek időre van szükségük a növekedéshez, a megfelelő lombkorona kifejlődéséhez, a talajra és vízhasználatra gyakorolt hatások is évek után jelentkeznek. Az utóbbi hatások jelentősen késhetnek a korábbi földhasználatból származó peszticidek lassú bomlása, a talajkőzet-rendszerből való kimosódás időigénye miatt. A késedelem és a késleltetési idő függ a szennyezőanyag típusától, a vízmozgás mélységétől (a mélyen fekvő talajvíz esetén sokkal lassabb), valamint a faültetés jellegétől (pl. a fa típusa, faja és állománysűrűsége). Például a felfogott üledék vagy az elnyelt/összes foszfát ürítése gyorsan (1-3 év alatt) elérhető a talaj bolygatásának megszüntetésével, az állatállomány eltávolításával és a fák ültetést követő gyökeresedésén keresztül a beszívás javításával. Míg a nitrát és peszticid inputban gyors változás következik be, a talajban és a talajvízben e vegyi anyagok állományának csökkenése évtizedekig is eltarthat.

A faültetés különleges előnye, hogy a földhasználat megváltoztatásának kvázi permanens jellege miatt a vízzel kapcsolatos előnyök hosszú távon biztosíthatók. Ez viszont a telepített fák és létrehozott erdők fenntartható kezelésén, kivágás, tűz, viharok, kártevők és betegségek miatti pusztulás esetén pedig újraterelítésén múlik. A termelő gazdálkodás bevételét biztosíthat a földtulajdonosok és a gazdálkodók számára fa és a tüzelőanyag előállítás révén, de fakitermelés és -kivágás esetén a szennyezés kockázata is fennáll, valamint a vízügyi előnyök átmeneti elvesztése, amíg a fák újranőnek. Ezen kockázatok helyes erdészeti gyakorlattal minimalizálhatók, de nagy körülményt igényelnek az erdőtervezés, -telepítés és -gazdálkodás során, különösen az olyan érzékeny területeken, mint a folyóparti pufferek (Forestry Commission, 2019).

A szomszédos mezőgazdasági területekről származó diffúz szennyezés felfogására szolgáló erdősávok célzott telepítése részletesebb tervezést és aktív kezelést igényel a szennyezőanyag-eltávolítás fenntartása és javítása érdekében. A technikai specifikációkat eseti alapon, az adott területre szabott fásítással, a szennyezőanyag jellegének és mozgási útvonalaának megfelelően kell meghatározni. Például az üledékfelfogást fokozza az aljnövényzettel borított durva talajfelszín, melynek kedvez a kisebb lombkorona-árnyékolás, a fák közötti nagyobb távolságok. Ezzel szemben a nitráteltávolításhoz lápos fás területek szükségesek vízenyős talajjal a denitrifikáció elősegítéséhez (ez azonban növeli a nitrogén-oxid kibocsátást, ami egy potens üvegházhatású gáz), vagy sűrűn ültetett erdők gyorsan növekvő fafajokkal a nitrát felszívásának növeléséhez. Ahol a lefolyás hatására a nitrátbevitel nagyon magas, a nitrát telítődésének és a pufferek túlterhelésének elkerülése érdekében szükség lehet a fa vagy tüzelőanyag rendszeres kitermelésére. Ilyen esetekben a szélesebb pufferek a sávok szakaszos kitermelésével segítenének fenntartani a nitráteltávolítást egy bizonyos szinten, azonban különös gondosságra van szükség a talajkárosodás elkerülése érdekében.

Egyéb légi úton terjedő szennyezőanyagok, például az ammónia és peszticidek esetén különösen fontos a lombkorona-szerkezet tervezése és kialakítása a levegőtisztítás és a szennyezőanyag-csapda hatás maximalizálása érdekében. Tipikus példa erre állattartó telepek körüli pufferek kialakítása az ammóniakibocsátás csökkentése érdekében (Bealey et al., 2016). Egy másik probléma lehet drének vagy talajrések jelenléte, amelyek lehetővé teszik a szennyezőanyagok mélyebb rétegekbe jutását, megkerülve a felsőbb talajréteg retencióját és a gyökerek felszívását. Ezen útvonalak megszüntetése fizikai beavatkozást igényel (pl. a drének betömése), bár az eltömődés természetes úton is bekövetkezhet a fák gyökeresedése vagy a talaj zsugorodása-duzzadása révén (Stutter et al., 2020).

Egyesek szerint a fás területek és erdők kezeletlenül hagyása hatékonyabb megoldás lehet a vízgazdálkodási előnyök biztosítására, viszont ez a jövőben komoly kihívás lehet a klímaváltozás és az ahhoz kapcsolódó vihar-, erdőtüz- és fertőzőkockázat miatt. Ezen kockázatok kezelése beavatkozásokat igényel a faj és kor szerinti diverzitás növelésére, tűzvédelmi sávok létrehozására, különösen ott, ahol a korábbi erdőgazdálkodási gyakorlat azonos korú, és homogén fajú erdőket hagyott hátra. Jó példa lehet erre a széleskörű erdőátalakítás Németországban, ahol a kártevők és betegségek által súlytott túlevelű erdőket lombhullató fajokra cserélték (Schuler et al., 2011), vagy az erdőtüz megelőzési intézkedések Franciaországban. Egyes erdőkben azonban a termelő gazdálkodás hiánya miatt ezek a beavatkozások gazdaságtalanok, a tulajdonosoknak támogatásra van szüksége.

7. A lehetséges hátrányok kezelése

Míg az erdők és a faterelítés általában jó megoldás a vízminőség védelmére, van egy potenciális hátránya. A fák több vizet használnak fel, mint az alacsonyabb növényzet, ami kisebb lefolyással illetve felszín alatti vízbázis újratöltődéssel jár (pl. a lombkorona nagyobb felszíne több vizet párologtat el és/vagy a mélyebb gyökérzet potenciálisan magasabb transzspirációs rátát eredményez) (Nisbet, 2005). A téma összetett, széles körben kutatott és még mindig viták tárgyát képezi. Sok minden függ a helyszíni tényezők széles skálájától, különösen a földrajzi kiterjedéstől, az éghajlattól, tengerszint feletti magasságtól, geológiától, talajtípustól, erdőfajtától, fafajoktól, a lombkoronától és az alternatív területhasználat talajtakarásától.

Általánosságban: a túlevelűek jobban csökkentik a vízhozamot, mint a lombhullatók; az egyes fajok közötti különbségek általában kicsik (pár kivételtől eltekintve); a csökkenés sokkal kisebb a nagyon fiatal és idős fáknál; és a vízgyűjtő vízhozamára gyakorolt hatás relatíve limitált (nehezen mérhető), ha egy vízgyűjtő kevesebb mint 20%-án ültetnek vagy vágnak ki erdőt (Creed és Noordwijk, 2018).

Egyes területeken az erdők ellenkező hatást fejthetnek ki, és növelhetik a vízhozamot. Figyelemre méltó példák erre a magasan fekvő, a levegő páratartalmát hatékonyan lecsapoló erdők, a sziklás parti (chalk geology) réteken telepített lombhullató erdők, valamint azok a területek, ahol az öntözéses mezőgazdaságot vagy a nagy vízfelhasználású növényeket erdők váltják fel (Creed és Noordwijk, 2018; Roberts és Rosier, 2005). A meglévő erdők vízfelhasználása csökkenthető a túlevelűek lombhullatókra cserélésével, a fák korának diverzifikálásával és több nyílt terület bevezetésével, bár ezek jelentős költséget okoznak a tulajdonosok számára.

A vízhasználat kérdéskörét tovább bonyolítja az erdők lefolyásra gyakorolt hatása száraz időszakokban, amikor a vízkészletek a legkorlátozottabbak. A fák általánosan nagyobb vízfelhasználása várhatóan tovább csökkenti az alacsony vízhozamot, de sok függ a helyi talaj és kőzetek jellegétől. A vízáteresztő talajok a legérzékenyebbek, míg a rossz szerkezetű, vízzáró talajoknál a csökkenés várhatóan csekély lesz, vagy akár meg is fordulhat. Itt a fák ültetése javíthatja az infiltrációt, aminek hatására több csapadék jut a mélyebb rétegekbe és kiegészíti az alacsony vízhozamot. Egy másik kivétel a folyóparti és árterületi erdőkre vonatkozik, amelyek fokozhatják az árvizek tárolását és az árhullámok késleltetését, egyben segítve a száraz időszaki vízhozamok fenntartását is. További bonyolító tényező az erdők nagyobb vízfelhasználása és potenciális vízhozam-csökkentése az árvízveszélyes vízgyűjtőkön és a talajszikesedés problémáinak leküzdése szárazföldi környezetben.

Léteznek az erdők vízhozamra gyakorolt hatását becsllő modellek (pl. SWAT, WaSSI-C, Hydro-JULES), de nem mindegyik képes egyformán megjeleníteni és kezelni a legfontosabb erdei hidrológiai folyamatokat (pl. a nedves lombkorona párolgását), valamint az erdőtervezési és gazdálkodási tényezőket. Ezért nagy gondosságra van szükség a megfelelő modellek és paraméterértékek kiválasztásakor, valamint jelentős erőfeszítést igényel a modell előrejelzéseinek tesztelése és jóváhagyása. A szélsőséges vízhozamokra gyakorolt hatások modellezése a legnehezebb.

Az egyéb potenciális vízügyi hátrányok inkább helyi jellegűek, és magukban foglalják a víz fokozott savasodásának kockázatát és a fémek, például az alumínium mobilizálódását a savas lerakódások erdei lombkorona általi felszívódása miatt. Ez a probléma nagyrészt a savasodásra érzékeny, hegyvidéki területekre korlátozódik, és az EU kibocsátás-csökkentési erőfeszítéseinek köszönhetően gyorsan csökken (Nisbet és Evans, 2014). Egy másik probléma a vízfolyásokhoz túl közel telepített túlevelű ültetvények okozta túlzott lombkorona-árnyékolás és rossz medermorfológia. Gondoskodni kell arról is, hogy a fák biomasszájában vagy a talajban ne halmozódjanak fel a megkötött szennyezőanyagok, amelyek visszakerülhetnek a vízi környezetbe. Végezetül, bár a fás területek és az erdők általában csökkentik az árvíz kockázatot, vannak helyi kivételek, mint például az árvizek feltorlódása az árterületi erdők fölött, valamint a víznyelők és hidak kimosott ágak miatti eltömődése (Nisbet et al., 2011).

A fenti potenciális hátrányok mindegyike hatékonyan kezelhető jó erdőtervezéssel és -gazdálkodással, különösen akkor, ha a helyszín adottságainak és az ökológiai követelményeknek megfelelő fajtát és típust ültetik a megfelelő helyre.

8. Többszörös hasznok és veszteségek azonosítása

Bár az útmutatóban a hangsúlyt arra helyezzük, miként lehet támogatni az erdőtelepítéseket és az erdőgazdálkodást a vízminőség védelme és javítása érdekében, fontos felismerni, hogy ez a stratégia a természeti tőkét is növeli és többszörös hasznat hoz (az úgynevezett ökoszisztéma-szolgáltatásokból) más szakpolitikák számára is. Különösen nagy tér nyílik arra, hogy az erdőtelepítések csökkentsék az árvízveszélyt, valamint árnyékolással enyhítsék a vízhőmérséklet emelkedését, ami az éghajlatváltozással összefüggésben egyre nagyobb aggodalomra ad okot (Burgess et al., 2017). Az erdőtelepítések közvetlenül hozzájárulnak az éghajlatváltozás mérsékléséhez a szén-dioxid megkötés és a talaj széntartalmának növelése révén, segítve a mezőgazdasági ÜHG-kibocsátás ellensúlyozását (Morison et al., 2012). További fontos előnyök: a biodiverzitás javítása, az erdei madarak számának csökkenése elleni küzdelem az erdei élőhelyek növelése és a mezőgazdasági tájakon belül a széttagolt erdők összekapcsolása révén; a mezőgazdasági vállalkozások diverzifikálása a fa- és a tüzelőanyag termelésén keresztül; valamint a nyílt tájak ökológiai minőségének javítása és rekreációs tevékenységek fokozott elősegítése (Bateman et al., 2014).

9. Egy PES rendszer tervezése

Egy sikeres PES rendszer kialakítása nyolc gyakorlati lépésből áll, amelyeket az alábbiakban ismertetünk a vízminőség javítását vagy védelmét szolgáló faterülettel és erdőgazdálkodással összefüggésben. A rendszerek lehetnek egyszerűek vagy összetettek, nagy vagy kis léptékűek, az érdekelt helyszíntől és a vízprobléma jellegétől függően. A lépések bemutatása után három sikeres programról készült esettanulmányt ismertetünk, ezekről további információ a PESFOR-W weboldalán található. (www.forestresearch.gov.uk/research/pesfor/case-studies).

1.A vízminőségi probléma meghatározása: Többféle módon történhet. Egy mezőgazdasági terület esetében a vízminőségi probléma tipikusan a diffúz szennyezőanyagok túlzott kibocsátása lehet, ami a vízminőségi előírások és a jó vízállapot elérésének elmaradásához vezet. Egy meglévő erdő esetében a probléma forrása lehet a vízvédelmi funkciót veszélyeztető valamilyen környezeti terhelés, például az éghajlatváltozás miatt megnövekedett viharkár- vagy tűzveszély, egy kártevő vagy betegség terjedése. Azonban lehetséges, hogy a veszélyt a mezőgazdaság intenzívebbé válása vagy a városok terjeszkedése okozza. Bármelyik problémáról is legyen szó, a kiindulópont a probléma természetének egyértelmű meghatározása, beleértve annak területi kiterjedését és időbeli dimenzióját. A diffúz szennyezés esetében meg kell határozni, mely szennyezőanyagok (pl. nitrát, foszfát, üledék, peszticidek vagy FIO), milyen források (pl. mely mezők, területek vagy talajok) és szennyezési útvonalak (pl. felszíni lefolyás vagy talajvíz) érintettek. A vízügyi szabályozó hatóság kulcsfontosságú partner a vízminőségi probléma meghatározásában.

2. A helyi szereplők azonosítása: Ez magában foglalja a vízügyi probléma összes érintettjét. Elméletileg a PES rendszerek korlátozódhatnak egyetlen vevőre és eladóra, de valószínűbb, hogy szereplők széles körét vonják be, különösen a nagy léptékű vízügyi problémák esetében. A helyi szereplők öt fő csoportba sorolhatók: szabályozó szervek, szolgáltatók és eladók, kedvezményezettek és vevők, közvetítők és tervezők (3. ábra). A szabályozó szervek vagy a kedvezményezettek és a vevők nagyobb valószínűséggel vállalják a vezetést a PES rendszer kidolgozásában, míg egyes érintettek vízzel kapcsolatos tudatosságának növeléséhez és a teljes körű részvételre való rábírásához komoly munka szükséges.

3. A PES rendszer megvalósíthatósági vizsgálata: Az érdekelt felek összehívása a vízminőségi probléma feltárására, a lehetséges megoldások és lehetőségek mérlegelésére, a szélesebb körű tapasztalatok és a különböző PES rendszerek példáinak felhasználásával. A meglévő alapállapot és a vízminőségi cél vagy standard eléréséhez szükséges javulás mértékének, illetve a meglévő erdővédelmi funkció elvesztése esetén a várható károk nagyságának felmérése. Annak ellenőrzése, hogy a probléma kezelhető-e esetleg helyes gazdálkodási gyakorlatokkal vagy szabályozási mechanizmusokkal (PES helyett). Az elfogadható alternatív intézkedések vizsgálata a belőlük következő költségek, hasznok és az elkerült kockázatok feltárásával, alkalmazásuk mértékének függvényében, ezek után a legkevesbé költséges és legelfogadhatóbb megoldás meghatározása. Annak megállapítása, hogy vannak-e leendő vevők és eladók az előnyben részesített intézkedések végrehajtására és finanszírozására, van-e együttműködési szándék a szereplők között és állnak-e rendelkezésre megbízható közvetítők a PES rendszer megszervezéséhez és irányításához, valamint a tranzakciós, működtetési és ellenőrzési költségek felmérése.

4. Potenciális win-win megoldások elemzése: Annak mérlegelése, hogy az azonosított lehetőség(ek) az ökoszisztéma-szolgáltatásokból (pl. szén-dioxid-megkötés, árvíz-kockázat-kezelés, rekreáció és biológiai sokféleség, lásd CICES (Haines-Young and Potschin, 2017) származó további előnyökkel járnak-e, és ha igen, van-e ezeknek piaca. Amennyiben van ezekre vevő, számszerűsíteni kell a potenciális hasznokat, és értékelni egy olyan integrált rendszer kidolgozásának lehetőségeit, amely figyelembe veszi ezeket az egyéb ökoszisztéma-szolgáltatásokat, valamint a természeti tőkére gyakorolt hatásokat. A PES rendszer kialakításának elősegítése, a beruházási döntések alátámasztása és a közvélemény támogatásának növelése érdekében a közvetítők vagy a tervezők - amennyiben rendelkezésre állnak adatok - elvégezhetik az egységnyi környezeti javulás összehasonlító költséghatékonysági elemzését (2. box).

5. Szerepek és felelősségi körök meghatározása: Feltételezve, hogy élvezi a PES rendszer a helyi szereplők támogatását, meg kell határozni a fontos érintettek szerepét és felelősségi körét. Ennek magában kell foglalnia a rendszer világos területi határainak kijelölését, az intézkedések, kapcsolódó költségek, kifizetések és határidők meghatározását. Megállapodásokat kell keresni és előkészíteni.

6. Potenciális jogi problémák megoldása vagy minimalizálása: A kulcsfontosságú szereplők számára fontos jogi, adózási és szabályozási kérdések figyelembevétele, ilyenek például az adókra, a tulajdonjogokra és a szennyezés ellenőrzésére vonatkozók, különösen a kifizetők vagy kedvezményezettek esetében. Szükség esetén jogi tanácsadást kell kérni a döntéshozatal segítésére.

7. Technikai részletek kidolgozása: A vízminőségi probléma megoldására kiválasztott intézkedés(ek) tervezése és kivitelezése kapcsán ki kell dolgozni a technikai részleteket. A szabályozó szervek és a tervezők szerepe a követelmények kialakítása. A faültetés esetében ezek területenként változnak. Ide tartozik a helyszín (pl. helyi éghajlat, geológia, talaj és domborzat), az ültetés területe vagy szélessége (2. táblázat), a fák típusa, a fajösszetétel, az ültetési sűrűség és időzítés, valamint a fák hatékony telepítéséhez és növekedéséhez szükséges módszerek (pl. talajelőkészítés, gyomirtás és bekerítés). Meglévő erdők esetében tartalmazhatja a kockázatok csökkentése vagy az ellenállóképesség javítása érdekében az erdő áttervezését, például az erdőtípus, a faj- vagy korösszetétel megváltoztatását, tűzvédelmi sávok kialakítását. Az előírásoknak némi mozgásteret kell biztosítaniuk (pl. további faültetés), figyelembe véve az adott intézkedés hatékonyságának bizonytalanságát.

8. A szerződés véglegesítése: A vevők és az eladók között hivatalos szerződést kell kötni, amely tartalmazza a végrehajtandó intézkedések műszaki előírásait, a teljesítés ütemezését, a vízminőségi alapállapotokat, sikerkritériumokat, monitoring igényeket, a kifizetések és felülvizsgálatok ütemezését. A legjobb azonban, ha a szerződési feltételekbe bizonyos fokú rugalmasságot építenek, hogy a jövőbeli nyomom követés és értékelés alapján javíthatók legyenek. El kell kerülni a túlzott bürokráciát és minimalizálni a tranzakciós költségeket. Biztosítani kell az irányítás és monitoring megfelelését.

ESETTANULMÁNY: FAÜLTETÉS A VÍZÜGYI HASZNOK ÉRDEKÉBEN

Világszerte egyre több vízszolgáltató ismeri fel a vízellátást fenyegető veszélyek és a vízkezelési költségek növekedését. A szürke helyett a zöld infrastruktúra kerül előtérbe, hogy a jövőben biztosítva legyen a vízminőség és -mennyiség a forrás vízgyűjtőkön. A PES rendszerek arra ösztönzik a földtulajdonosokat, például a mező- és erdőgazdálkodókat, hogy a vízkészletek jobb védelme érdekében változtassák meg a földhasználatot vagy a gazdálkodási gyakorlatot. Az olyan célzott intézkedések, mint például a védőzónákban történő faültetés, az útolagos vízkezeléshez képest költséghatékonyabb megoldást jelenthetnek a diffúz vízszennyezés problémájának kezelésére. Európai szinten a VKI 9. cikke kimondja, hogy "a tagállamok figyelembe veszik a vízszolgáltatások költségeinek - beleértve a környezeti és erőforrásköltségeket is - megtérülésének elvét". Ez ahhoz vezetett, hogy néhány vízszolgáltató az Egyesült Királyságban (South West Water és United Utilities), Németországban (Szászország, Hanover) és Olaszországban (ETRA és Romagna Acque) a forrásvidék védelmével kapcsolatban felmerült költségeket az okozókra (földtulajdonosok, gazdálkodók) hárítja. Ezeket

a rendszereket néha "PES-szerűnek" minősítik, mivel a fogyasztók nem önkéntesen fizetnek, azonban uniós szinten ezek bizonyultak a leghatékonyabbnak a vízminőség vízgyűjtő szintű javításában (UNECE, 2018).



ESETTANULMÁNY: FELSZÍN ALATTI VÍZMINŐSÉG-VÉDELEM

Dániában három figyelemre méltó PES program létezik. Ezek közül kettő Odense közelében található, Funen szigetén, a harmadik pedig Aalborg közelében, Jütlandon. Mindhárom a mezőgazdasági gyakorlatok által okozott talajvízszennyezés növekvő problémáját hivatott kezelni, különösen az ivóvíz növekvő nitrát- és/vagy peszticidszennyezését. Az aalborgi program az egyik legrégebbi, 1991-ben indították az EU LIFE program és az aalborgi önkormányzat közös finanszírozásával, hogy az érzékeny talajvíz beszívárogatási területeken földet vásároljanak a gazdáktól. 900 hektár intenzív mezőgazdasági területet alakítottak át 500 hektár lombos erdőterületté és 400 hektár extenzív legelővé, elsősorban a nitráttartalom csökkentése érdekében. Az ivóvízzel kapcsolatos hasznat legalább 489 EUR/ha/évre, az ezen felül keletkező további nettó társadalmi hasznat pedig 189 EUR/ha/évre becsülték, amely magában foglalja a rekreációs lehetőségeket és a szén-dioxid megkötést. Az Odense közelében lévő két program, az Elmelund Skov és a Brylle Water erdőtelepítés segítségével csökkenti a helyi talajvízkészletek peszticid szennyezését. Ezt egy önkéntes földrendezési folyamat révén érik el, mely során mezőgazdasági földterületeket vásárolnak a kevésbé veszélyeztetett területeken, és arra ösztönzik a gazdálkodókat, hogy elcseréljék a veszélyeztetett talajvíz-utánpótlási zónában

lévő földterületeiket. A területet kedvezményes áron adják át állami vagy magánpartnereknek, erdőtelepítés és -gazdálkodás céljára, a mezőgazdasági terület erdővé alakítása jogilag garantált. Elmelund Skovban 2001 óta 380 hektár mezőgazdasági területet alakítottak át fás területté a helyi vízmű, az Odense-i önkormányzat és az állami erdészeti hivatal közötti partnerségi megállapodásban. A Brylle Water program a legújabb, 2014-ben kezdődött. 156 hektár mezőgazdasági területet vásárolt és fásított egy magánalapítvány, amely a költségek 40%-át, míg a fennmaradó 60%-ot a helyi vízmű finanszírozta. A földterület-összevonási folyamat jelentős tranzakciós költséggel járt a gazdálkodókkal való tárgyalás és bizalomépítés miatt. A rekreációs célú használat a programok fontos eleme volt, melyet az önkormányzat anyagilag támogatott.



ESETANULMÁNY: A BESZIVÁRGÁS JAVÍTÁSA

Ez a PES rendszer Carmignano di Brenta városának szélén, Padova közelében, Észak-Olaszországban működik. 2012-ben hozták létre "erdősített infiltrációs területként" (Forested Infiltration Area, FIA), hogy segítsen a felszín alatti vízkészletek pótlásában és minőségi javításában. A vízbázis túlhasználata a helyi források és patakok eltűnéséhez vezetett, a mezőgazdasági tevékenységek pedig rontották a talajvíz minőségét. Egy 2,5 hektáros lombhullató erdőt telepítettek egy kukoricaföld helyére és a magas vízállású időszakokban egy árokrendszeren keresztül kb. 1 millió köbméter/hektár/év mennyiségű felszíni vizet vezetnek a területre a közeli Brenta folyóból. Az erdők telepítése elősegítette a víz talajba szivárgását és a víz tisztítását egyaránt, eltávolítva tápanyagokat és más szennyeződések. A fás terület a földtulajdonos számára szén-dioxid megkötéséből származó hasznot és hosszabb távon tűzifát, biomasszát és faanyagot biztosított, valamint értékes élőhelyként, rekreációs

és oktatási lehetőségként a helyi közösség számára is hasznot hozott. A helyi és regionális érdekeltek egy csoportja, köztük önkormányzatok és helyi vállalatok partnerséget alakítottak, hogy forrásokra pályázzanak, amelyeket a PES rendszer megtervezésére és létrehozására használtak. A végrehajtási költségek mintegy 80%-át LIFE+ és ROP-alapokból finanszírozták. A földtulajdonosnak a kukoricatermesztésről az erdősítésre való átállásból származó jövedelemcsökkenését meghaladta a Brenta Land Reclamation Board által az infiltrációs vízszolgáltatásért (1200 EUR/ha/év), és az önkormányzat által a közösségi hozzáférésért, a kapcsolódó rekreációs és oktatási eseményekért (1500 EUR/év) fizetett összeg, valamint a területen növő fából és a szén-dioxid megkötéséből származó haszon értéke.



A LEGFONTOSABB SZEREPLŐK

Ők felelősek a legjobb gyakorlatok alkalmazásáért, a környezetvédelmi szabványok, tervek stratégiák, fejlesztésén keresztül. Fontos a szerepük a vízügyi állapotok megállapításában, és vízminőségi célok meghatározásában a PES rendszerek számára.



SZABÁLYOZÓ HATÓSÁGOK

nemzeti környezetvédelmi/víz-, hal-, erdő- és természetvédelmi szabályozó hatóságok; nemzetközi, nemzeti és regionális kormányok; helyi hatóságok/önkormányzatok.

Vízvédelmi szempontból fontos földjeik vannak, adaptálni tudnak olyan módszereket, amelyek csökkenhetik a diffúz szennyezés kockázatát.



A SZOLGÁLTATÁST NYÚJTÓK

földtulajdonosok és -gazdálkodók, pl. földművelők, erdészek, magánbirtokosok, hatóságok, alapítványok és NGO-k

KÖZVETÍTŐK

Ők kezelik a kifizetési rendszert, mechanizmusokat dolgoznak ki a kedvezményezettek kifizetéseinek összegyűjtésére, egyeztetésére és a szolgáltatóknak történő újraelosztására. Jó helyismerettel kell rendelkezniük, az érdekelt feleknek bízniuk kell bennük.



nonprofit szervezetek, környezetvédelmi szervezetek, közintézmények, önkormányzatok, regionális hatóságok, szakmai szövetségek

KEDVEZMÉNYEZETEK ÉS VEVŐK

A vízügyi probléma vagy a meglévő vízvédelmi funkció csökkenése hatással van rájuk. A végső kedvezményezett nem feltétlenül azonos a vásárlóval.

lakosság/vízfogyasztók, állami szervek, helyi hatóságok, vízszolgáltatók, ipar, NGO-k, alapítványok

szakosodott vállalatok/ tanácsadó cégek, egyetemek, kutatóintézetek és kereskedelmi szövetségek

TERVEZŐK

Biztosítják a PES-rendszerek és a megfelelő monitoring tevékenységek kialakításához szükséges műszaki-tudományos ismereteket.



3. ábra

Egy pénzügyi ösztönző rendszer (PES) kialakításának legfőbb szereplői

2. Szövegdoboz

Költséghatékonysági elemzés (CEA)

A költséghatékonysági elemzés (Cost-effectiveness analysis, CEA) egy a fatelepítés és más vízminőségjavító intézkedések költségeinek összehasonlítására használható technika. Fontos lehet mind a fatelepítés mellett szóló érvelés, mind pedig a megvalósítandó fásítási (és/vagy egyéb) intézkedések kiválasztása során. A legnagyobb kihívást annak megbecslése jelenti, hogy egy adott vízminőségi cél eléréséhez milyen mértékű telepítésre és/vagy alternatív intézkedésekre van szükség. A legegyszerűbb egy adott diffúz szennyezőanyagra vagy anyagok csoportjára összpontosítani, például egy vízfolyás nitrátkoncentrációjának X%-kal vagy éppen egy környezetvédelmi határérték alá csökkentésére, ahelyett, hogy egy szélesebb körű vízminőségi mutatót, például a "víz kémiai állapotát" vagy biológiai mérőszámot alkalmaznánk. Az értékeléshez valószínűleg egy térbeli modell, mint például a SWAT használata szükséges a különböző mértékű és elhelyezkedésű telepítések vízminőségre gyakorolt hatásának becsléséhez, amint azt az 5. fejezet ismerteti. Egy másik, egyszerűbb megközelítés az alternatív intézkedések szennyezőanyag-terhelésre gyakorolt hatásának vizsgálata, utóbbiak viszonylag jól ismertek a különböző földhasználat és növényfajták esetében (1. táblázat). Azokban az esetekben, amikor a már teljesített vízminőségi kritériumok esetleges romlását eredményező intézkedéseket javasolnak, a javulást a romlás kockázatának csökkenéseként érdemes vizsgálni.

A költséghatékonysági elemzés (CEA) során az erdősítés vagy más intézkedés költségét elosztják a vízminőség javulásának mértékével. Attól függően, hogy a koncentráció vagy a terhelés csökkenése fontosabb, a kiszámított költséghatékonysági arányt (RCE) olyan egységekben lehet kifejezni, mint például €/mg/l vagy €/kg/ha egy adott szennyezőanyagra vonatkozóan. Az aggregált költséget a fásított terület élettartama alatt évente felmerülő költségek diszkontálásával számoljuk. A költségeknek tartalmazniuk kell a földhasználat megváltozásából származó bevételkiesést és az esetleges tranzakciós költségeket. Amennyiben a magánszektor szemszögéből vizsgálják a kérdést, a költségeknek tartalmazniuk kell a pénzügyi ösztönzőkben bekövetkező változásokat is. Ha azonban a CEA-t társadalmi szempontból végzik, a támogatási kifizetésekben bekövetkező változásokat (pl. az EU agrár-környezetvédelmi rendszerei) mellőzni kell, mivel ezek transzfernek minősülnek. Bár a hangsúly a vízminőségen van, az erdőterületek által létrehozott egyéb hasznok értéke is beszámítandó, figyelembe veendő. Ez bizonyos hasznok, például az élőhelyek növekedéséből származók esetében nehéz, míg például a szén-dioxid megkötés esetében könnyebb feladat lehet.

A CEA kulcslépései a következők:

- A vízminőségi probléma és az ahhoz szükséges javulás szintjének azonosítása, például egy adott diffúz szennyezőanyag koncentrációjában vagy terhelésében, hogy elérje vagy megközelítse a vízminőségi előírásokat.
- A szennyezőanyag-koncentráció vagy -terhelés kívánt csökkentéséhez szükséges erdőtelepítések és egyéb alternatív intézkedések mennyiségének becslése modellezéssel (pl. SWAT) vagy szennyezés-nyilvántartás alkalmazásával. Az intézkedések végrehajtásához tartozó összköltség kiszámítása, beleértve az elmaradt bevételeket, a tranzakciós költségeket és a magánszektor esetén az ösztönzőket, valamint az intézkedések élettartama alatt a jövőben várhatóan felmerülő irányítási és egyéb költségeket.
- Azokban az esetekben, amikor az intézkedések hatékonyságában várhatóan bekövetkező hosszabb távú változások az intézkedések között eltérnek, két megközelítés közül valamelyiket kell alkalmazni: az összesített költségeket elosztjuk egy olyan környezeti hasznosság indexszel, amely a jövőbeni környezeti javulásokat aszerint súlyozza, hogy azok várhatóan mikor jelentkeznek (pl. diszkontráta a jövőbeli évek javulásaira); vagy az intézkedéseket egy, a javulás bekövetkezésének időpontját figyelembe vevő költséghatékonysági referenciaérték segítségével hasonlítjuk össze (ez a megközelítés olykor az éghajlatváltozás szélsőséges hatásait csillapító alternatívák összehasonlításánál használatos - pl. DBEIS, 2019)
- Vegyük figyelembe az intézkedések vagy az eredeti földhasználat által biztosított egyéb előnyöket és hátrányokat, és ahol lehetséges, becsüljük meg ezek értékét vagy költségeit (jövőben felmerülő előnyökre vonatkozó diszkontráta alkalmazásával), hogy kiszámíthassuk az egyes intézkedések nettó költségét.
- A fenti költségek és a lehetséges intézkedések környezeti hatékonyságának figyelembevételével (beleértve a kockázatot és a bizonytalanságot) az egyes intézkedések RCE átlagának és szórásának kiszámítása, és a teljesítmény összehasonlítása. A szennyezéscsökkentési határköltséggörbék (MAC) felhasználhatók a különböző intézkedések költséghatékonyságának és a diffúz szennyezés csökkentésének teljes mennyisége közti kapcsolat vizsgálatára.

- Az eredmények felhasználása a megfelelő kifizetési rendszer megtervezéséhez, hogy a legkevesebb költséggel járó intézkedés vagy azok kombinációja valósuljon meg a vízminőségi cél(ok) elérése és biztosítása érdekében adott határidőn belül, figyelembe véve az intézkedés(ek) helyi alkalmasságát és elfogadhatóságát.

- Amennyiben fontos, hogy a befektetők széles körét bevonják, a költséghatékonyság kiszámítása más szempontok alapján (pl. üvegház-gáz kibocsátás-csökkentés és/vagy az árvíz kockázat mérséklése).

Fontos, hogy a számításokat részletező összes vonatkozó dokumentációt megőrizzük a későbbi felülvizsgálat és tanulás érdekében.

10. Monitoring, értékelés és felülvizsgálat

A monitoring többféleképpen történhet, ezek költségei nagymértékben eltérnek egymástól. Az intézkedések bizonyos szintű nyomon követést igényelnek a terveknek megfelelő végrehajtás és kezelés biztosítása érdekében, hogy elérjék és fenntartsák a szennyezőanyag-csökkentés hatékonyságát. A fásítások esetében ez magában foglalja annak ellenőrzését, hogy a fák megmaradnak-e (pl. a csemeték pótlása, a legeltetéshez, valamint a gyomokhoz és kártevőkhöz kapcsolódó problémák kezelése), hogy a fás területet fenntartható módon kezelik, és ahol szükséges, a hosszú távú hatásosság érdekében újratelepítik-e. A célzottabb telepítések, mint például folyóparti fás pufferterületek esetében, ellenőrizni kell a végrehajtás és a kezelés megfelelőségét a diffúz szennyezés problémájának megoldása (és az esetleges járulékos előnyök biztosítása) érdekében a pufferterület várható élettartama alatt. Ez magában foglalja a fák növekedésének elégséges és fenntartható ütemét a szomszédos területekről származó tápanyagok kezeléséhez, azt, hogy ne terheljék túl a szennyezőanyag(ok), és hogy a gazdálkodási beavatkozások ne okozzanak kárt a területen.

Szükség lesz továbbá a vízminőség változásának nyomon követésére az intézkedések kívánt hatásának ellenőrzése érdekében. A munka során támaszkodni lehet a vízügyi hatóságok által működtetett meglévő monitoringhálózatokra (pl. a VKI értékelései), de ezek általában víztest szintűek, így szükség lehet helyi mérésekre is. A monitoringot a végrehajtott intézkedés jellegéhez kell igazítani, ahhoz, hogy az hogyan befolyásolja a diffúz szennyezőanyag-forrásokat és -útvonalakat, valamint az érintett konkrét szennyezőanyag(ok)at. Például egy kis kiterjedésű erdőtelepítés kevésbé indokolja a folyóvízminőség monitoringját, helyette a földeken a talaj állapotváltozásának vizsgálata indokolt. Meg kell állapodni a monitoring helyéről, módjáról, gyakoriságáról és költségeiről; az adatok kezeléséről, tárolásáról és tulajdonjogáról; az adatelemzésről, a beszámolásról és az eredmények közzétételéről.

A víztest szintű diffúz szennyezések problémájának megoldása valószínűleg nagyobb területekre kiterjedő célzott faültetéseket igényel, amelyek több földtulajdonos bevonásával, több év alatt valósulhatnak meg. Ehhez stratégiai tervezés és integrált vízgújító-gazdálkodás szükséges, az előrehaladás és az intézkedések rendszeres felülvizsgálatával. A kifizetések köthetők a vízminőségi célok elérésében elért haladáshoz, bár a vízminőségi paraméterek nagy időbeli változékonysága (pl. az időjárási viszonyok és a folyószintek ingadozása miatt) ezt megnehezítheti, különösen rövid- és középtávon. Megfontolandó a rendszer költséghatékonyságának időszakos értékelése a változtatások szükségességének felismerése és a tanulságok megosztása a hosszú távú siker biztosítása érdekében.

11. A módszer terjesztése

A PES intézkedések sikeres kommunikációja, terjesztése és marketingje az üzenetek megfelelő célbajuttatásától függ. A szereplők között nagymértékben eltér a tudatosság és a vízügyi hasznok megértésének szintje, ezért különböző megközelítésekre, történetekre lehet szükség. Fontos tisztában lenni a különböző oktatási módszerekkel, a tájékoztatást ezeknek megfelelően kell kialakítani. Az osztályteremben alkalmazott tudományos megközelítések nem feltétlenül működnek terepen, ezért fontos tekintettel lenni a helyi körülményekre és kapcsolatokra.

A diffúz szennyezés forrásait és útvonalait vitathatják, különösen a földtulajdonosok és a gazdálkodók, ami szükségessé teszi a bizonyított eredmények nyílt megvitatását és a szakértői vélemények kikérését. Egy adott vízügyi probléma megoldására gyakran számos alternatív lehetőség áll rendelkezésre, és azok, amelyek a földhasználat megváltoztatásával, különösen erdők létrehozásával járnak, egyesek részéről eredendően ellenállásba ütköznek. Az intézkedések célzottságára kell összpontosítani a hatékonyság növelése és a meglévő földhasználat változásának minimalizálása érdekében.

A különböző csoportok összehozása, az ellentétes álláspontok megvitatása és a nézetkülönbségek feloldása kritikus fontosságú. Megfontolandó egy facilitátor, akár egy helyi, közmegebecsülésnek örvendő közvetítő alkalmazása, különösen ott, ahol a szereplők között mélyen gyökerező ellentétek vannak. A térkép- és modelleredmények nagyon hasznosak lehetnek, de fontos őket érzékenyen kezelni, és nem az egyes szereplők hibáztatására használni. Sokan nem bíznak ezekben az eszközökben, és megkérdőjelezzik a valódiságukat. Következésképpen nagyon fontos, hogy az információk közös feldolgozása, ami a legjobban úgy érhető el, ha a kulcsszereplők a helyszínen találkoznak és megvitatják a problémákat és az általuk javasolt intézkedéseket, változtatásokat.

A lehetőségek kidolgozásához, valamint a bizalom és a konszenzus kialakításához regionális és szélesebb körű esettanulmányokat kell bemutatni, lehetőség szerint meglévő demonstrációs helyszínek felkeresésével (lásd a vonatkozó esettanulmányokat a www.forestresearch.gov.uk/research/pesforw/case-studies oldalon). Ezek a tanulmányok kiválóan alkalmasak a faültetés vízügyi és szélesebb körű előnyeinek, valamint a meglévő erdők védelmi funkcióinak és az azokat fenyegető jelenségeknek a bemutatására.

12.Referenciák

- Bakšić, N. (2018), Reviewing available pollutant models and decision support tools for informing the design and management of woodland creation measures for reducing agricultural diffuse pollution. STSM Scientific Report. COST Action 15206. Forest Research, Surrey. 12pp.
- 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. 246pp.
- Bealey W.J., Dore A.J., Dragosits U., Reis S., Reay D.S. and Sutton M.A. (2016) The potential for tree planting strategies to reduce local and regional ecosystem impacts of agricultural ammonia emissions. *Journal of Environmental Management* 165:106-116.
- Broadmeadow, S. and Nisbet, T. (2012) National map of woodland creation opportunities: targeting eWGS to help meet the objectives of the WFD and reduce flood risk in England. Final Report to Forestry Commission England. Forest Research, Alice Holt Lodge, Farnham, Surrey (29 pp).
- BSFP (2013) British Survey of Fertiliser Practice dataset. From Department for Environment, Food & Rural Affairs, London.
- Burgess-Gamble, L., Ngai, R., Wilkinson, M., Nisbet, T., Pontee, N., Harvey, R., Kipling, K., Addy, S., Rose, S., Maslen, S., Jay, H., Nicholson, A., Page, T., Jonczyk, J. and Quinn, P. (2017) Working with Natural Processes - Evidence Directory. Environmental Agency, Bristol. 298 pp.
- Collins, A.L., Newell Price, J.P., Zhang, Y., Godday, R., Naden, P.S. and Skirvin, D. (2018) Assessing the potential impacts of a revised set of on-farm nutrient and sediment 'basic' control measures for reducing agricultural diffuse pollution across England. *The Science of the Total Environment*, 621, 1499-1511.
- Creed, I.F. and Noordwijk, M.v. (eds.) (2018) Forest and Water on a Changing Planet: Vulnerability, Adaptation and Governance Opportunities. A Global Assessment Report. IUFRO World Series Volume 38. Vienna. 192 p.
- DBEIS (2019) Valuation of energy use and greenhouse gas. Supplementary guidance to the HM Treasury Green Book on Appraisal and Evaluation in Central Government. Department of Business, Energy and Industrial Strategy, London. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/794737/valuation-of-energy-use-and-greenhouse-gas-emissions-for-appraisal-2018.pdf
- EEA (2016) Annual Indicator Report Series (AIRES): Surface Waters. EEA Environmental Indicator Report No 30/2016. EEA, Copenhagen, Denmark. EEA (2018) European waters – assessment of status and pressures 2018. European Environment Agency EEA Report 7/2018. <https://www.eea.europa.eu/publications/state-of-water>
- Forest Europe (2019) Valuation and payments for forest ecosystem services in the pan-European region. Final Report of the Forest Europe Expert Group on valuation and payments for forest ecosystem services. Forest Europe, Bratislava, Slovak Republic. <https://foresteurope.org/publications/>
- Forestry Commission (2019) Managing forest operations to protect the water environment. Forestry Commission Practice Guide, Forestry Commission, Edinburgh, 48pp.
- Gatto, P., Pettenella, D. and Secco, L. (2009) Payments for forest environmental services: organisational models and related experiences in Italy. *iForest- Biogeosciences and Forestry*, 2 (4), 133-139.
- Haines-Young, R. and Potschin, M.B. (2017) Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and guidance on the Application of the Revised Structure: www.cices.eu
- Kareiva P, Tallis H, Ricketts TH, Daily GC, Polasky S. (2011) Natural capital: theory and practice of mapping ecosystem services. Oxford University Press, Oxford.
- Mockler, A.E.M. and Bruen, M. (2018) Support tools for characterisation and evaluation of Programmes of Measures. Report No. 249. Environment Protection Agency, Dublin, Ireland.
- Morison, J., Matthews, R., Miller, G., Perks, M., Randle, T., Vangelova, E., White, M. and Yamulki, S. (2012) Understanding the carbon and greenhouse gas balance of forests in Great Britain. Forestry Commission Research Report. Forestry Commission, Edinburgh. 149 pp.
- Nisbet T.R. (2005) Water use by trees. Forestry Commission Information Note 65, Forestry Commission Edinburgh, UK.
- Nisbet, T., Silgram, M., Morrow, K. and Broadmeadow, S. (2011) Woodland for water: Woodland measures for meeting Water Framework Directive objectives. Forest Research Monograph 4, Forest Research Surrey 156 pp.
- Nisbet, T.R. and Evans, C.D. (2014) Forestry and surface water acidification. Forestry Commission Research Note 16. Forestry Commission, Edinburgh.
- Perez-Silos, I. (2017) Assessing the effectiveness of woodland creation for reducing agricultural diffuse pollution – developing value ranges to create look-up tables. STSM Scientific Report. COST Action 15206. Forest Research, Surrey. 11pp.
- Roberts, J. and Rosier, P. (2005). The impact of broadleaved woodland on water resources in lowland UK: III. The results from Black Wood and Bridgets Farm compared with those from other woodland and grassland sites. *Hydrology and Earth System Sciences*, 9: 614-620.
- Schuller, G., Pfister, L., Vohland, M., Seeling, S. and Hill, J. (2011) Large scale approaches to forest and water interactions. In: Bredemeier, M., Cohen, S., Godbold, D., Lode, E., Pichler, V. and Schleppe, P. (eds) *Forest Management and the Water Cycle: An Ecosystem-Based Approach*. Ecological Studies Vol. 212. Springer, New York, pp. 435-452.
- Stutter, M.I., Chardon, W.J., Kronvang, B. (2012) Riparian buffers as a multifunctional management tool in agricultural landscapes: introduction. *Journal of Environmental Quality*, 41:297-303.
- Stutter, M., Wilkinson, M. and Nisbet, T.R. (2020) Improving the benefits from watercourse field margins using 3-D buffers. Environment Agency Report, Environment Agency, Bristol.
- Ucar, T. and Hall, F.R. (2001) Windbreaks as a pesticide drift mitigation strategy: a review. *Pest Management Science*, 57: 663–75. UNECE (2018) *Forests and Water – Valuation and Payments for Forest Ecosystem Services*. UNECE, Geneva. 108 pp.

13.Szójegyzék

Diffúz szennyezés	Széleskörű tevékenységekből származó szennyezés, amelyeknek nincs diszkrét/pontbeli forrása, például a földterületre kijuttatott műtrágyákból származó tápanyagok elfolyása.
Diszkontálás	Az a folyamat, melynek során a diszkontrátát alkalmazzák a költségek és hasznok jelenértékének kifejezésére (így közvetlenül összehasonlíthatóvá válnak, függetlenül bekövetkezésük idejétől).
Diszkontráta	A kamat vagy kamatláb, melyet olyan befektetés vagy pénzösszeg jelenértékének kiszámításához használnak, melynek jövőbeli megtérülése vagy kifizetése várható.
Elmaradt bevétel	A ténylegesen elért és az alternatív tevékenységgel elérhető jövedelmek közötti különbség, pl. a mezőgazdasági földterületeken történő fatelepítés következtében kieső mezőgazdasági jövedelem.
Erdő	Nagy kiterjedésű, fákkal borított földterület.
Erdősített infiltrációs terület (FIA)	A folyómederből nagyobb vízhozamú időszakokban kilépő felszíni vizek befogadására kijelölt erdőterület, melynek célja a felszín alatti víztartó rétegek feltöltése, ezáltal a nyári száraz időszakokban a vízbiztonság javítása.
Fás terület (Woodland)	Egy kis kiterjedésű fával borított terület.
A faültetés technikai specifikációi	A faültetési tervben a sikeres telepítés és a célok elérésének biztosítása érdekében teljesítendő követelmények részletes leírása, például a fák távolsága, a fajok összetétele és a talaj előkészítése tekintetében.
Fenntartható erdőgazdálkodás	Olyan erdőgazdálkodási gyakorlat, amely fenntartja az erdők biológiai sokféleségét, produktivitását, regenerációs képességét és vitalitását, valamint azt a potenciált, hogy most és a jövőben is betöltsék a vonatkozó ökológiai, gazdasági és társadalmi funkciókat helyi, nemzeti és globális szinten, és ne okozzanak kárt más ökoszisztémákban.
Fenntartható vízgazdálkodás	A vízi környezet kezelése a jelen vízigénynek kielégítése érdekében anélkül, hogy veszélyeztetnénk a jövő nemzedékeinek erre való képességét.
Folyóparti terület	A vízfolyással szomszédos és a vízfolyás által befolyásolt földterület, amely magában foglalja a folyó partját, de a tágabb árteret nem.
Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs (InVEST)	A természettől kapott, az emberi életet fenntartó és kiteljesítő javak és szolgáltatások térképi ábrázolására és értékelésére használt modellcsomag.
Jó kémiai állapot	Olyan felszíni vizek jellemzője, ahol az elsősorban anyagok koncentrációja nem haladja meg a (módosított) 2008/105/EK irányelvben meghatározott vonatkozó környezetminőségi előírásokat.
Jó ökológiai állapot	A vízügyi keretirányelv szerinti öt ökológiai állapotosztály egyike. A többi: kiváló, mérsékelt, gyenge és rossz.
Kockázatelemzés	A tervezett tevékenységgel vagy vállalkozással járó potenciális kockázatok értékelésének szisztematikus folyamata.
Költséghatékonysági arány (RCE)	A költséghatékonysági arány egy tevékenység vagy intézkedés nettó költsége osztva annak relatív hatásával vagy összegével. Például az erdőtelepítés költsége osztva a vízminőség javulásával/nyereségével, olyan egységekben kifejezve, mint például €/mg/l vagy €/kg/ha egy adott szennyezőanyagból.
Költséghatékonysági elemzés (CEA)	A költséghatékonysági elemzés egy gazdasági elemzési technika különböző tevékenységek vagy intézkedések relatív költségeinek és hatásainak összehasonlítására, például az erdőtelepítés költségeinek összevetése a vízminőség javítására irányuló alternatív intézkedések költségeivel. A módszer egy PES rendszer költségeinek és hatásainak értékelésére is használható.
Költséghatékonysági referenciáérték	Egy standardizált indikátor, amelyet a környezeti javulás (pl. a vízminőség javítása) elérése érdekében elfogadható különböző tevékenységek költséghatékonyságának megítélésére használnak.
Környezeti haszonindex	Egy olyan mutató, amely az egyes akciók, intézkedések által nyújtott haszon osztályozására szolgál (például pontozással).
Környezetminőségi szabvány	Olyan közigazgatási vagy jogszabályban meghatározott szabványérték, amely meghatározza egy anyag koncentrációját vagy szintjét a környezetben (például a vízben), amelyet nem szabad túllépni, mivel a határérték túllépése kárt okozhat.
Közvetítők és tervezők egy PES rendszerben	A közvetítők olyan szereplők, például nonprofit vagy környezetvédelmi szervezetek, akik a PES rendszereket a kedvezményezettektől történő pénzszerzés, a kifizetések megtárgyalása és a szolgáltatók közötti újraelosztás mechanizmusainak megvalósításával irányítják. A tervezők olyan szereplők, például tanácsadó cégek és kutatóintézetek, akik a PES rendszerek és a megfelelő monitoring tevékenységek megtervezéséhez szükséges technikai és tudományos ismereteket biztosítják.

Ökoszisztéma szolgáltatás	Az ökoszisztémák által nyújtott hasznok, például a tiszta víz, amelyek hozzájárulnak az emberi életminőség, jólét javításához.
Ökoszisztéma szolgáltatások kifizetési rendszerei (PES)	Olyan rendszer, amely legalább két szereplő között erőforrásokat csoportosít át, és kifejezetten a környezeti szolgáltatások javítására irányul, például kifizetések a gazdálkodóknak a vízminőséget javító fák ültetéséért, vagy a meghatározott ökológiai szolgáltatások kínálatát növelő földgazdálkodási módért.
A PES rendszerek kedvezményezettjei és vevői	Olyan szereplők (pl. vízfogyasztók és közműszolgáltatók), akiket érint egy probléma (pl. szennyezett víz), és akik számára előnyös annak orvoslására vagy csökkentésére irányuló cselekvés vagy intézkedés, beleértve az ellenintézkedés megfizetését vagy vásárlását.
SWAT modell	A nagy, összetett vízgyűjtőkön a földhasználat és a gazdálkodás hatásainak számszerűsítésére kifejlesztett vízgyűjtő-szintű modell.
Szabályozó szervek	A kormány által kijelölt hatóság, amely szabályozási feladatokat lát el, például a vízszennyezés megelőzése a környezetminőségi előírások biztosítására.
Szennyezés-elhárítási határkölséggörbe (MAC)	Az egyes alternatív intézkedések egységnyi költségeinek összehasonlítására szolgáló eszköz, amely a környezeti javulás (pl. vízminőség javulása) függvényében emelkedő sorrendbe rendezve ábrázolja az egyes alternatívák egységköltségét.
Szolgáltatók és eladók egy PES rendszerben	Olyan szereplők, akik ökoszisztéma-szolgáltatást tudnak nyújtani vagy eladni, például földtulajdonosok és gazdálkodók, akik felajánlják egy bizonyos mezőgazdasági gyakorlat alkalmazását vagy a földhasználat megváltoztatását.
Térinformatikai rendszerek (GIS)	Számítógépes szoftver és keretrendszer térbeli/földrajzi vonatkozású adatok összegyűjtésére, kezelésére, elemzésére és megjelenítésére.
Tranzakciós költségek	A gazdasági megállapodások létrejöttéhez szükséges költségek (pl. a szolgáltatók és a kedvezményezettek közötti, az ökoszisztéma-szolgáltatásért történő kifizetések szervezése és lebonyolítása).
Vízminőség	A víz egy adott felhasználási célra, például ivásra vagy fürdésre való alkalmasságának mérése, kiválasztott fizikai, kémiai és biológiai jellemzők alapján.
A vízminőséget javító intézkedések technikai specifikációi	A vízminőség védelmét vagy javítását célzó intézkedés - például faültetés - tervezése során teljesítendő követelmények részletes leírása.
Vízminőségi standardek	Olyan szabványértékek, amelyek a víz kívánt állapotát írják le olyan fizikai, kémiai és biológiai jellemzők alapján, amelyek egy adott célú felhasználásnak való megfeleléshez vagy a víz ökológiai védelméhez szükségesek.

14. Rövidítések

CEA	Cost-effectiveness analysis (Költséghatékonysági elemzés)
CICES	Common International Classification of Ecosystem Services
DBEIS	Department of Business, Energy and Industrial Strategy
EEA	European Environment Agency
FIA	Forested Infiltration Area (Erdősített infiltrációs (beszivárási) terület)
FIO	Faecal Indicator Organisms (Fekális indikátor szervezet)
GES	Good Ecological Status (Jó ökológiai állapot)
GIS	Geographical Information System (Térinformatikai rendszer)
Hydro-JULES	Hydrological, 3D version of the Joint UK Land Environment Simulator
InVEST	Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs
LIFE+	Az Európai Unió környezetvédelmi, természetvédelmi, éghajlat-politikai projekteket támogató pénzügyi eszköze (L' Instrument Financier pour l'Environment)
NGO	Non-Governmental Organisation (Nem állami szervezet, civil szervezet)
PES	Payments for Ecosystem Services (Az ökoszisztéma szolgáltatások kifizetési rendszerei)
PESFOR-W	Payments for Ecosystem Services: Forest for Water ("Erdők a vízért")
RCE	Ratio of Cost Effectiveness (Költséghatékonysági ráta)
SWAT	Soil & Water Assessment Tool (Talaj- és vízminőség értékelő eszköz)
ÜHG	Üvegházhatású gázok
VKI	Vízkeret Irányelv
WaSSI-C	Water Supply Stress Index - Carbon Ecosystem Services Model

Résztevő országok

Ausztria, Belgium, Bosznia és Hercegovina, Bulgária, Kína², Horvátország, Csehország, Dánia, Észtország, Finnország, Franciaország, Németország, Görögország, Magyarország, Írország, Olaszország, Japán, Jordánia¹, Lettország, Litvánia, Luxemburg, Montenegró, Marokkó¹, Hollandia, Új-Zéland², Észak-Macedónia, Norvégia, Lengyelország, Portugália, Románia, Szerbia, Szlovákia, Szlovénia, Spanyolország, Svédország, Svájc, Tunézia¹, Törökország, Ukrajna¹, Egyesült Királyság.

¹ Közeli szomszéd

² Nemzetközi partner



Cost Association
Avenue Louise 149
1050 Brussels, Belgium
T +32 (0)2 533 3800
F +32 (0)2 533 3800
office@cost.eu
www.cost.eu

Payments for Ecosystem Services (Forest for water)
Forest Research - Alice Holt Lodge,
Farnham, Surrey GU10 4LH
T 0300 067 5600
F 01420 23653
xxx@xxxx.eu
www.forestresearch.gov.uk/research/pesforw



Funded by the Horizon 2020 Framework Programme
of the European Union