

Természetalapú vízvisszatartási módszerek dombvidéki környezetben magyar és angol esettanulmányok tükrében

Halupka Gábor¹, Rácz Tibor¹, Gelybó Györgyi¹, Waltner István¹

¹ Vízgazdálkodási és Klímaadaptációs Tanszék, Környezettudományi Intézet, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllő (e-mail: Halupka.Gabor.Erno@uni-mate.hu, Racz.Tibor@uni-mate.hu, Gelybo.Gyorgyi@uni-mate.hu, Waltner.Istvan@uni-mate.hu)

DOI:10.59258/hk.16459



Kivonat

Közleményünk egy külföldi és egy hazai esettanulmány segítségével kívánja ráirányítani a figyelmet a területi vízvisszatartásban alkalmazható természetalapú megoldások (TAM, illetve NBS: Nature Based Solutions) létjogosultságára és hatékonyságára, dombvidéki környezetben. A közölt fotóillusztráció segítségével bemutatjuk a leggyakrabban használt módszereket, azok működését, vízvisszatartásra gyakorolt hatását. A bemutatott megoldások vízmegtartó, árvízcsúcs-símító hatékonyságát a megvalósult terepi mérési kampányok grafikus értékelései teszik egyértelművé, érthetővé. A kisléptékű, így esetenként jelentős számú beavatkozás a helyben elérhető, természetes nyersanyagokra támaszkodik. Az alacsony költségű létesítés és fenntartás valós alternatívát kínál a betonműtárgyak mellett, vagy azok helyett. Mivel a tervezési időszak során a helyi közösségek véleménye és terepi tapasztalata is beépítésre kerül, ezért e megközelítés a társadalmi bizalom mellett a közösségi aktivitást is serkenti.

Kulcsszavak

Vízvisszatartás, dombvidék, természetalapú megoldások, kisléptékű beavatkozás, természetes nyersanyag, alacsony költség, társadalmi bizalom.

Nature-based water retention methods in a hilly environment in the light of Hungarian and English case studies

Abstract

This article aims to demonstrate the validity and effectiveness of nature-based solutions (NBS) for field water retention in a hilly environment through a case study from abroad and one from Hungary. The most commonly used methods, their functioning and their impact on water retention are reviewed with the help of photo illustrations. The effectiveness of the solutions presented in terms of water retention and flood peak attenuation is made clear and understandable through graphical evaluations of the field measurement campaigns carried out. The small-scale, and thus sometimes significant, interventions rely on locally available natural resources. Low-cost construction and maintenance offer a real alternative to or instead of concrete structures. As local communities and their field experience are incorporated during the design phase, this approach also stimulates social trust and community activism.

Keywords

Water retention, upland, nature-based solutions, small-scale intervention, natural resource, low cost, social trust.

BEVEZETÉS

A vízvisszatartás jelentőségére a 2022-es év aszálya (<https://www.ovf.hu/hu/hirek-ovf/2022-evi-aszaly-ertekelese-a-tortenelmi-adatok-tukreben>) egyértelműen felhívta a figyelmet: ha nem tároljuk az éghajlatváltozás következtében ritkábban, ám egyre intenzívebb formában hulló csapadékot (*Nemzeti Fejlesztési Minisztérium 2017*), akkor – elsősorban a csak időszakosan fedett, mezőgazdasági művelés alatt álló – talajok nedvességtartalma számottevően csökkenhet (*Horel és társai 2022*), ezzel veszélybe sodorva a mezőgazdasági termelést éppúgy, mint a természetes, vagy épp az ember által ültetett vegetációt (erdőket). Emellett az intenzív formában érkező csapadék megtartásának fontos nyeresége lehetne, hogy ezzel csökkenthető az erózió romboló hatása is, amely a talajlehardás révén valós kockázatot jelent a mezőgazdaság, illetve az elavult szemléletű (pl. tarvágást alkalmazó) erdőgazdálkodás számára (*Olajosné 2021*).

A vízvisszatartás gyakorlati megoldásai jelentősen különbözhetnek, függően a lokális domborzati, csapadék, és talajtani-földtani tulajdonságoktól, vagy akár gazdálkodási jellemzőktől (*European Commission: Jaritt és társai 2016, Olajosné 2021*). E sokváltozós feltételrendszer azt sugallja,

hogy elsősorban helyről helyre, és kisléptékben (településszinten, kistérségben, ám vízgyűjtőben gondolkodva) adható releváns válasz, ha a kérdés a hatékony vízvisszatartás, eróziómegelőzés. Ugyanakkor az is kulcskérdés, hogy a mindenkori gazdák megértik-e a vízmegtartó beavatkozások szükségességét, hasznát, hosszú távú (pozitív) hatásait. Ezért rendkívül fontos a helyi közösségek bevonása.

Közleményünkben olyan kisléptékű vízvisszatartó, természetalapú megoldásokat mutatunk be, amelyek sikerességük révén igazolták létjogosultságukat a helybeli gazdálkodók számára éppúgy, mint a döntéshozók előtt, akik ily módon nem pusztán támogatták, de közre is működtek létesítésükben, majd fenntartásukban.

A bemutatásra kerülő külföldi és hazai példa többféle gazdálkodási, éghajlati, talaj- és földtani szituációt érint, amelyek rávilágítanak a gyakorlati módszerek, és kifejtett hatásai sokféleségére is. A két példa azonban abban közös, hogy e módszerekkel a dombvidéki területeken felmerült, vízmegtartással, illetve lefolyással, erózióval, villámárvíz-eseménnyel kapcsolatos problémákra adtak választ.

Bár a cikk írásakor saját, kapcsolódó kutatási adatok még nem állnak rendelkezésre, mégis úgy véljük, hogy e

példáknak olyan szemléletformáló szerepe van, amely túlmutat a konkrét beavatkozási területeken, és ösztönzőleg hathat a kisléptékű vízmegtartó megoldások megismerésére, hazai elterjedésére.

VÍZVISSZARTARTÁSI MÓDSZEREK DOMBVIDÉKEN

A dombvidéken hulló csapadék be nem szivárgó részének sorsa erőteljesen függ a domborzati jellemzőktől, a lefolyó csapadékvíz (*felszíni lefolyás*) helyben tartása nem magától értetődő feladat. A felszíni lefolyás és beszivárgás aránya ingadozni fog, függően a talaj- és lejtés-, valamint csapadékviszonyoktól, illetve a csapadékintenzitás időbeli mintázatától, röviden az eseményprofiltól (*Dunkerley 2021*). Emellett természetesen számos, egyéb paraméter is szabályozza a beszivárgás-lefolyás jelenségegyüttest, így az intercepció, a késleltetett párolgás, a felszínborításból származó lefolyási tényező, de természetesen az adott talaj/laza üledék permeabilitása, porozitása is.

A lokális beavatkozások esetében nem egyértelmű a mérnöki gyakorlatban elterjedt merev vasbeton vagy falazott műtárgyak alkalmazhatósága, mivel építésük jelentős beavatkozást jelent az anyagok beszállítása, a megfelelő alapozás és építés helyigénye miatt; emiatt ezen megoldások nem adnak megfelelő választ a kisléptékű beavatkozás konkrét igényére; különösen, ha a természet- és környezetvédelmi szempontok is prioritást élveznek (v.ö.: *Pataki és társai 2021/a*, *Balatonyi és társai 2022*). De akkor milyen módszerek vehetők be eredményesen a gyakorlatban? A következő példák, mint esettanulmányok számos kisléptékű, vízviszartartásra alkalmas megoldást mutatnak be, amelyek mintául szolgálhatnak a problémával szembesülő térségek, települések előtt.

Az esettanulmányok jobb megértéséhez azonban fontos összefoglalnunk, mit is jelentenek a lokálisan, kis léptékben alkalmazható, úgynevezett természetalapú megoldások.

A TERMÉSZETALAPÚ MEGOLDÁSOK ÉS FŐBB TÍPUSAIK

A természetalapú megoldások meghatározása

A *természetalapú megoldások* (TAM), az angol terminológiában *nature based solutions* (NBS, vagy NbS) fogalma a 2000-es évek elején jelent meg. Az ENSZ Környezetvédelmi Programja (United Nations Environment Programme – UNEP) így határozza meg: „a természetes vagy módosított szárazföldi, édesvízi, part menti és tengeri ökoszisztémák védelmére, megőrzésére, helyreállítására, fenntartható használatára és kezelésére irányuló intézkedések, amelyek hatékonyan és alkalmazkodóan kezelik a társadalmi, gazdasági és környezeti kihívásokat, miközben egyidejűleg biztosítják az emberi jólétet, az ökoszisztémák és a környezet megfelelő állapotát, az ellenállóképességet és a biológiai sokféleséggel kapcsolatos előnyöket” (*UNEP 2022*).

Az Európai Bizottság némileg egyszerűbben fogalmaz: „A természet által inspirált és támogatott, költséghatékony megoldások, amelyek egyszerre nyújtanak környezeti, társadalmi és gazdasági előnyöket, és segítenek az ellenálló képesség kiépítésében” (https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/nature-based-solutions_en).

Más megközelítésben, a természetalapú megoldások olyan természeti és ökoszisztéma szolgáltatások használatát jelentik, amelyek gazdasági, társadalmi és környezeti hasznot (egyszerre) biztosítanak (*EC 2015*, *Maes és Jacobs 2015*). Hidrológiai értelemben pedig e megoldások feladata a vízfolyások természetes állapotát fenntartani, vagy visszafordítani azokat ebbe az irányba (*Fletcher és társai 2013*). *Seddon és társai (2020)*, vagy *Cohen-Shacham és társai (2019)* szerint a természetalapú megoldások egy ernyőfogalom, amely számos, a természethez visszanyúló megközelítést tartalmaz, ún. ökoszisztéma-alapú alkalmazkodás, ökoszisztéma-alapú csökkentés, ökokatasztrófa kockázat csökkentés, és zöld infrastruktúra.

Nem pusztán természetvédelelemről van tehát szó, nem egyszerűen természetes, „elfeledett” technikák, tudás ismételt használatáról, hanem egy olyan komplex, rendszerben történő gondolkodásról, amely a természetet, és a társadalmat kölcsönható egészként tekinti. Ez azt is jelenti, hogy bármi is történik az egyik területen, az kihat a másokra is.

A meghatározásokon túlmenően szintén *Seddon és társai (2020)* három olyan tényezőt említenek, amelyek befolyásolják a természetalapú megoldások társadalmi hasznát. Ezek: (i) a beavatkozások típusainak spektruma, (ii) annak súlya, mértéke, hogy ezek mennyire támogatják a biodiverzitást, valamint (iii) e megoldásokat mennyire a helyi közösség tervezte és hozta létre.

Jelen tanulmány számára a természetalapú megoldásokat olyan kisléptékű, a lokális közösség részvételével megvalósuló cselekvésként határozhatjuk meg, amelyek a helyi ökoszisztéma szolgáltatásokra támaszkodva kínálnak hosszú távú válaszokat az éghajlatváltozásra, és biológiai sokféleségre vonatkozó válság okozta kihívásokra.

A természetalapú megoldások típusai

Mint *Seddon és társai (2020)* megjegyezték, bizonyos szempontból módszercsoportok összességét érthetjük a természetalapú megoldások alatt. Más megközelítésben az alkalmazható, „bevethető” eljárások köre helyszín- és feladatfüggő. Így *Mabon (2021)* skóciai szerzőként hangsúlyosan megjeleníti a tengerparti területekre vonatkozó eljárásokat is az olyan, magyarországi környezetben is létjogosultsággal bíró módszerek között, mint a zöldinfrastruktúra tervezés, ökológiai mérnöki megoldások, az invazív fajok visszaszorítása, az alacsony CO₂-kibocsátású és regeneratív mezőgazdaság és erdőgazdálkodás. *Eggermont és társai (2015)* által javasolt tipológia két szempontot említ. Ezek szerint lényeges, hogy mennyire veszi figyelembe a természetalapú megoldások megtervezése a biodiverzitás és ökoszisztémák igényeit, valamint hogy hány ökoszisztéma-szolgáltatást és érdekelt csoportot céloz meg egy adott megoldás? Mindezek alapján ugyanezen szerzők három fő típust különítenek el: Típus 1.: a természetalapú megoldás(ok) nem, vagy alig jelentenek beavatkozást a célhelyszín ökoszisztéma-szolgáltatásaira. Ez a kifejezetten természetvédelmi szemléletű típus nem csak az adott helyszín biológiai sokféleségének megőrzését (pl. a tengerparti mangrove erdők által kordában tartott időjárás szélsőségek révén), de az ilyen helyen élő, bennszülött népek természettel egyensúlyt tartó életmódjának megtartását is szem előtt tartja. Típus 2.: az ide tartozó megoldások fejlesztik és fenntartható pályára segítik a célhelyszin

(mára romlott) ökoszisztéma szolgáltatásait. Ide sorolhatók a mezőgazdaságban, erdőgazdálkodásban bevethető természetalapú megoldások, növelendő a (lokális) multifunkcionalitást, biológiai sokféleséget, fenntartható ellenállóképességet. Típus 3.: természetalapú megoldások, amelyek egy mesterségesen létrehozott élettér ökoszisztéma szolgáltatásainak kialakulását, továbbfejlődését segítik. Itt azokra a megoldásokra gondolhatunk, amelyek pl. egy város fenntarthatóságára, biológiai értelemben vett életképességére hatnak jótékonyan (üm. zöld tetők, zöld falak, mesterségesen kialakított vizes élőhelyek, esőkertek, akár barna mezős területek rehabilitációja révén).

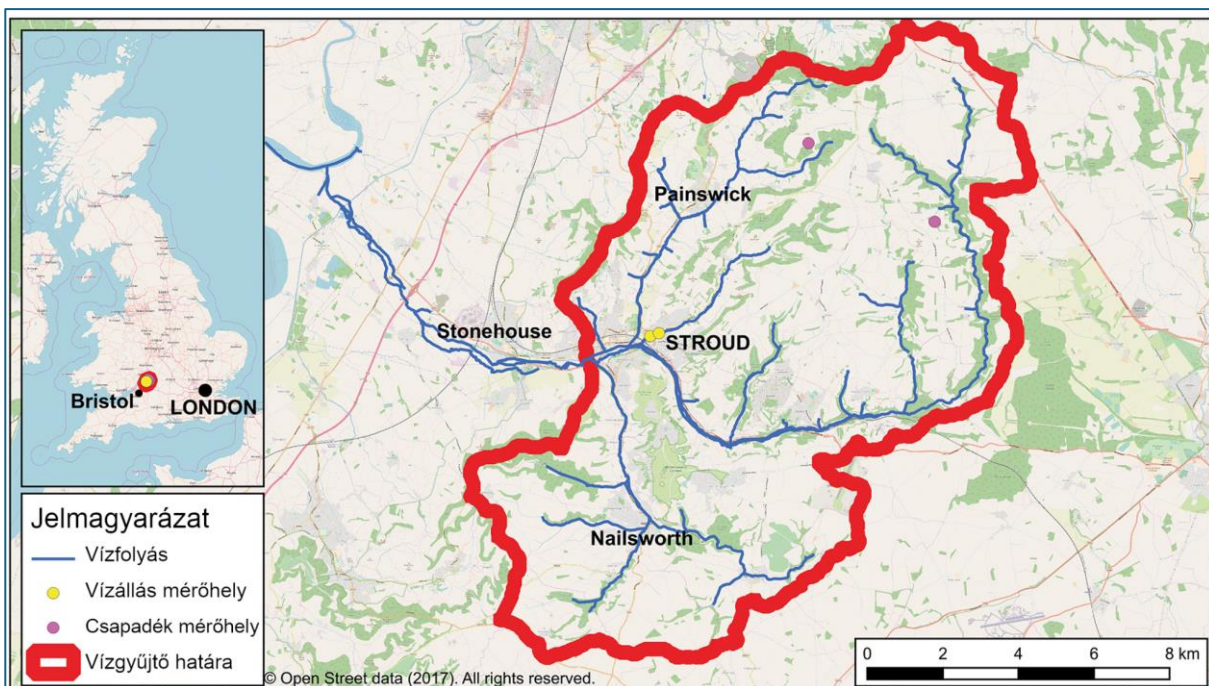
A fentiek alapján tehát inkább szemléleti hangsúlyok határozhatók meg jól, amelyeket adott helyen bizonyos megoldások segíthetnek létrehozni, fenntartani. Másként szólva, a természetalapú megoldások listája nehezen állítható össze maradéktalanul. Ehelyett a megoldandó problémák, mint megoldásokért kiáltó helyzetek definiálása hangsúlyos. Ezek lehetnek a már említett biológiai sokféleség megőrzése éppúgy, mint a vízmegtartás, a talajmegőrzés, a szélsőséges időjárási események elleni védekezés, vagy épp a városi hőszigetetés csökkentése. A jelzett, általános megfontolásokon túlmenően kiváló beavatkozás-

típus gyűjteményt találunk a 'Natural Water Retention Measures' projektoldalán, ahol négy alkalmazási területre bontva (mezőgazdaság, erdőzet, hidromorfológia, város) több, mint 50 beavatkozástípussal ismerkedhetünk meg (<http://nwrn.eu/measures-catalogue>), konkrét esettanulmányokon keresztül, értékelve az egyes megoldásokat számos paraméter alapján. Hozzá kell azonban tennünk, hogy a fentiek ellenére a hibrid, „szürke-zöld” beavatkozásoknak is megvan létjogosultsága. Lehetnek ugyanis olyan helyzetek, amikor a természetalapú és „mérnök-alapú” eljárások közösen, egymást kiegészítve tudják orvosolni a felmerült problémát.

KÜLFÖLDI ESETTANULMÁNY: STROUD ÉS VIDÉKE, ANGLIA

Az angliai esettanulmányt *Short és társai (2018)*, *Kerpely és Farkas (2022)* és a 2022. évi saját helyszíni tapasztalatok alapján ismertetjük.

A DNy-Angliában, Gloucestershire megyében található Stroud kisváros a központja annak a 250 km²-es vízgyűjtővel rendelkező projekterületnek, ahol a Frome folyó, valamint számos kisebb patak gyűjtí és szállítja a csapadékvizet a regionális befogadó, a Severn folyó felé (*1. ábra*).



1. ábra. Stroud és vidéke, a Frome folyó vízgyűjtőjével (*Short és társai 2018*)
Figure 1. Stroud and countryside, with the River Frome catchment (*Short et al. 2018*)

A vidék éghajlati jellemzői szerint (<https://weather-and-climate.com/average-monthly-min-max-Temperature,stroud-gloucestershire-gb,United-Kingdom>) az éves maximum átlaghőmérséklet 15 °C, míg az éves minimum átlaghőmérséklet 7 °C. A legmelegebb hónap a július (22 °C-os átlaggal), a leghidegebb január (+9 °C-os átlaggal). A tél tehát sok éves átlagban biztosan fagymentes. A csapadékeloszlás, az óceáni éghajlat általános jellemzőit tükrözve, egyenletes, és sokéves átlagban 60 mm/hónap körül ingadozik.

A térség hidrológiai jellemzőit K-ről Ny-ra tartó térszincsökkenés határozza meg, amely a felszíni vizeket a Severn folyó irányába tereli (*Landscape Design Associates*

2000, *Mills és Dunn 2008*). A több, kisebb vízfolyás – így a Frome, a Cam, és a Little Avon, valamint más, kisebb vízfolyások (*Mills és Dunne 2008*) – is ezt az irányt követve szállítja a vízgyűjtőn összegyülekező vizeket. A keleti, magasabb topográfiai helyzet meredekebb térszint is jelent. Szintén jelentős, a hidrológiai jellemzőket meghatározó faktor a földtani felépítés. A kis vastagságú, meszes agyagostalajos talajok alatt júra időszaki oolitos mészkő található. Ez a szituáció sajátos, hiszen az alacsony permeabilitású fedőréteg alatt jelentős nyelőképességű (nagy porozitású, és permeabilitású) kőzet helyezkedik el. Ez azt is jelenti, hogy a mészkő alapkőzetű vidéken relatíve kevés a

felszíni vízfolyás, hiszen a csapadék jelentős része beszivárog a kőzettestbe. A vidék nyugati részén, ahol a végső vízbefogadó a Severn folyó, tágasabb alluviális síkság található, amely az említett vízfolyások földtani közelmúltbeli munkája. Itt szintén földtörténeti középkori agyagos üledékek találhatók, amelyek sokkal kisebb porozitásúak, permeabilitásúak, így gátolva a beszivárgást.

A dombvidéki tájon a növénytermesztés, és a legeltető állattenyésztés a hagyományos gazdálkodási mód, amelynek eredményeként alacsony az erdőborítottság. Ennek következtében az évi átlagosan 679 mm csapadék azon része, amely nagy intenzitású csapadékesemények (zivatarok) formájában hullik le, a korábbi évtizedekben (1875, 1882, 1900, 1907, 1929, 1931, 1965, 1968), illetve közel múltban (2007, 2012) is okozott hirtelen kialakuló árvizeket Stroudban.

A projekt előkészítése

A 2007-es villámárvízét követően, a lehetséges megoldásokról átfogó egyeztetési folyamat kezdődött a helyben élő közösségekkel, a lehetséges megoldásokat áttekintő kockázatbecslési eljárás keretében (*Short és társai 2018*). A beszélgetésekből kirajzolódott, hogy a „klasszikus” szürke, mérnöki megoldások helyett a természetközeli, zöld infrastruktúra, tehát a természet alapú megoldások (TAM, ill. NBS: nature based solutions) kapott jelentősebb lakossági támogatást, mert a közösség véleménye szerint a beton alapú műtárgyak nem illenek a tájba, és negatív hatást gyakorolnak a környezetre.

Ezzel megszületett a döntés a projekt alapkonceptióját illetően. 2010-ben indultak el az állami környezetvédelmi ügynökség és a helyi közösségek közötti részletes egyeztetések, terepbejárások, amelyet egy 3 éves partnerségi megállapodás megkötése tett hivatalossá. 2014-ben egy, a közösség bevonásával kiválasztásra került projektgazda kezdte el a fáradságos és sok türelmet igénylő személyes egyeztetéseket minden érintett gazdával, amelynek során a gazdák helyismerete beépült a megoldási elképzelésekbe. Ahogy 2022-es látogatásunkkor a projektgazda fogalmazott: „végül sem neki, sem a gazdáknak nem lett igaza, hanem kompromisszumos megoldások születtek”. E több éves fázisnak kulcsszerepe volt a sikeres megvalósításban, hiszen ezzel széles gazdálkodói támogatást kapott helyben a projekt, ellentétben azzal, mintha csak egy hatósági kötelezést hajtottak volna végre. Ugyanis nem csupán a gazdák formális egyetértésére számítottak a tervezők, hanem mindazon felhalmozódott, a helyi tudás és tapasztalat bevonására, hasznosítására, amely rendkívül fontos volt a megfelelő beavatkozási pontok, a természet alapú megoldások konkrét helyszíneinek kiválasztásához. Emellett szintén nagyon fontos hozadéka volt e hosszadalmas előkészítésnek, hogy a beavatkozások helye, jellege, mérete, megvalósítási módja konszenzuson nyugodott, s így a gazdák partnernek érezték magukat a projekt tervezése során, s így tevételesen, azaz munkájukkal, és nyersanyaggal (faanyaggal) is támogatták a megvalósítást, és a későbbi fenntartást is. Ez pedig már a projekt költségvetésére is jelentősen és jótékonyan hatott.

Az alkalmazott vízmegtartó megoldások

A természet alapú megoldások választása nem csupán jelentősen csökkentette a létesítési és fenntartási (üzemeltetési) költségeket – amint *Short és társai (2018)* beszámoltak róla, az addig megvalósított 250 beavatkozás kevesebb, mint 40 000 USD költségigényű volt mindösszesen –, hanem fontos többletet is jelentett az elvi megközelítésben. Nevezetesen, hogy számos kicsi, és nem egy (kevés) nagy beavatkozásra van szükség a kellő mértékű vízviszatarítás eléréséhez. Így bár egyenként egy-egy beavatkozási pont relatíve kevés vizet tud visszatartani, egy árhullámot érdemben lassítani, de e természetes anyagú „műtárgyak” sorozata már számottevő hatást tud kifejteni, figyelembe véve a több beavatkozás nagyobb szakaszon kifejtett hatását. Másként fogalmazva, a több, kisebb beavatkozással elkerülhetővé vált, hogy már összegyülekezett, nagy mennyiségű, és nagy mozgási energiájú víztömeget kelljen „megzaboláznai”, amelyre már csak a nagy méretű, vasbeton műtárgyak (pl. záportározók) alkalmazása nyújthat biztonságos megoldást.

Mivel így jelentősen több helyszínen kellett munkálatokat végezni, ezért kifejezetten felértékelődött a helybeli gazdák helyszínspecifikus tudása, amelynek projektbe forgatása nem pusztán előnyt jelentett, hanem voltaképp feltétellé is vált: 2018-ig 12 magángazdával, valamint 3 civil szervezettel sikerült együttműködést kialakítani, amely szám 2022-re már 25 partnerre bővült. A helyszínen több gazdával találkozva nem csupán e lokális tudás fontossága mutatkozott meg, hanem a gazdák azon felismerése is, hogy mindannyiuk közös érdeke a vizek megtartása, bármilyen gazdálkodási formát is folytatnak. E felismerés pedig kulcsfontosságú együttműködést szült.

A projekt leggyakrabban használt, kombinált megoldásait az alábbiakban mutatjuk be.

a.) Rönkgátak

A nagyobb keresztmetszetű, akár időszakosan száraz, de nagycsapadék-esemény idején mindenképp vízjárta medrekbe rönkgátakat helyeztek el oly módon, hogy az adott patak alaphozama akadálytalanul átjusson a rönkök között/alatt, ám az árvízi csúcs megemelkedett vízszintjét a gát képes legyen visszafogni, lassítani (2-3. ábra). Szintén alapelv volt, hogy a rönkök 1,5-2,5-szer legyenek hosszabbak, mint az adott vízfolyás mederszélessége, a gát stabilitása érdekében. A stabilitást a rönkök összecsavarozása is segítette.

Lényeges szempont volt a kivitelezés és a létesítmény környezetre gyakorolt hatása. Emiatt, ahol csak lehetett – illetve kifejezetten természetvédelmi oltalom alatt álló területen kötelező érvénnyel – kerülték a rönkök célgépes szállítását, és preferálták a helybeni nyersanyagok felhasználását. Ennek megfelelően 3 lehetőség közül választva alakították ki, a földtulajdonossal közösen a kompromisszumos megoldást: a.) természetes létesítés (a kidöntött törzsekhez nem nyúltak, nem igazították, gallyazták, gyökértelenítették azokat), b.) fél-természetes (a kidöntött rönkök helyzetén változtattak, optimalizálták), valamint c.) strukturált (a kidöntött rönkökből építéssel jött létre a kívánt gát szerkezet (2. ábra).



2. ábra. Rönkgátak a Frome vízgyűjtőjén, Anglia. a) természetes, b) fél-természetes, c) strukturált gátszerkezet (Short és társai 2018)

Figure 2. Log dams ('large woody debris') in the Frome catchment, England. a) natural, b) semi-natural, c) structured dam structure (Short et al. 2018)



3. ábra: Rönkgátak a Frome vízgyűjtőjén, Anglia. (Fotó: Halupka 2022)

Figure 3. Log dams ('large woody debris') in the Frome catchment, England. (Photo by Halupka 2022)

A rönkgátakat nem gondozzák, így azok tervezett élettartama – 5-10 év – után újabb fatörzseket döntenek ki, helyeznek el, figyelembe véve az eltelt idő tapasztalatait, esetleg némileg változtatva is a gát helyét.

Összességében 80-400 GBP/rönkgát költséggel (Short és társai 2018) tudtak elérni hatékony lefolyáslassítást. 2018-ig bezárólag 170 rönkgátat létesítettek a vízgyűjtő számos vízfolyásmedrében. 2022-es látogatásunk során a projektgazda arról tájékoztatott, hogy ez a szám időközben

több, mint 700 beavatkozásra növekedett, amellyel a vízgyűjtő 25%-án érték el lefolyáslassítást.

b.) Vízmósások kitöltése

Sajátos módszer a vízmósások kitöltése. A tanulmányúton száraz vízmósások esetében talákoztunk ezzel az eljárással. Ebben az esetben a vékonyabb, valamint kar-, combvastagságú ágakat a vízmósásokba hosszanti (lejtő-) irányban helyezik el azzal a szándékkal, hogy lassítsák a lefolyást, csökkentve ezzel az eróziót, elősegítve a lokális beszivárgást (4-5. ábra).



4. ábra. Felszíni lefolyás-lassító ág- és rönköktelek a Frome vízgyűjtőjén, Anglia (Short és társai 2018)
 Figure 4. Surface run-off attenuation bunds ('gully stuffing') in the Frome catchment, England (Short et al. 2018)



5. ábra. Egy, a számos felszíni lefolyás-lassító beavatkozás (ágkötegek és rönkök) közül, a Frome vízgyűjtője egy völgyében, Anglia (Fotó: Halupka 2022)

Figure 5. One of the several surface run-off attenuation bund ('gully stuffing'), and logs ('large woody debris') in a valley of the Frome catchment, England (Photo by Halupka 2022)

E beavatkozás-típus több karbantartást igényel, hiszen a hosszanti mederkitöltést könnyebben bontja meg egy nagycsapadék-esemény. Mindazonáltal hazai szemmel ez a megoldás felvet kérdéseket. Hiszen a Magyarország kontinentális éghajlatán előforduló, s az éghajlatváltozás miatt szélsőségesebbé váló nagycsapadék-események során jelentősebb vízmennyiségek gyülekezhetnek össze időegység alatt, amelyek mechanikai csillapítására az ágak, rönkök,

illetve a rögzítést nélkülöző rönkök nem tűnnek megfelelő megoldásnak.

c.) Földsáncok

E megoldás célja a magasabb topográfiai pozícióból lefolyó, majd összegyülekező vizek helyben tartása. Ezzel a földsánc megakadályozza a nagy tömegű, lepel-szerű felszíni lefolyást, és a csapadék gyors völgybe jutását (6-7. ábra).



6. ábra. Különböző helyszíneken alkalmazott vízviszatarító földsáncok (piros nyíllal jelölve) a Frome vízgyűjtőjén, Anglia (Short és társai 2018)
 Figure 6. Water retention earth banks ('earth bunds', marked with red arrows) at various location in the Frome catchment, England (Short et al. 2018)

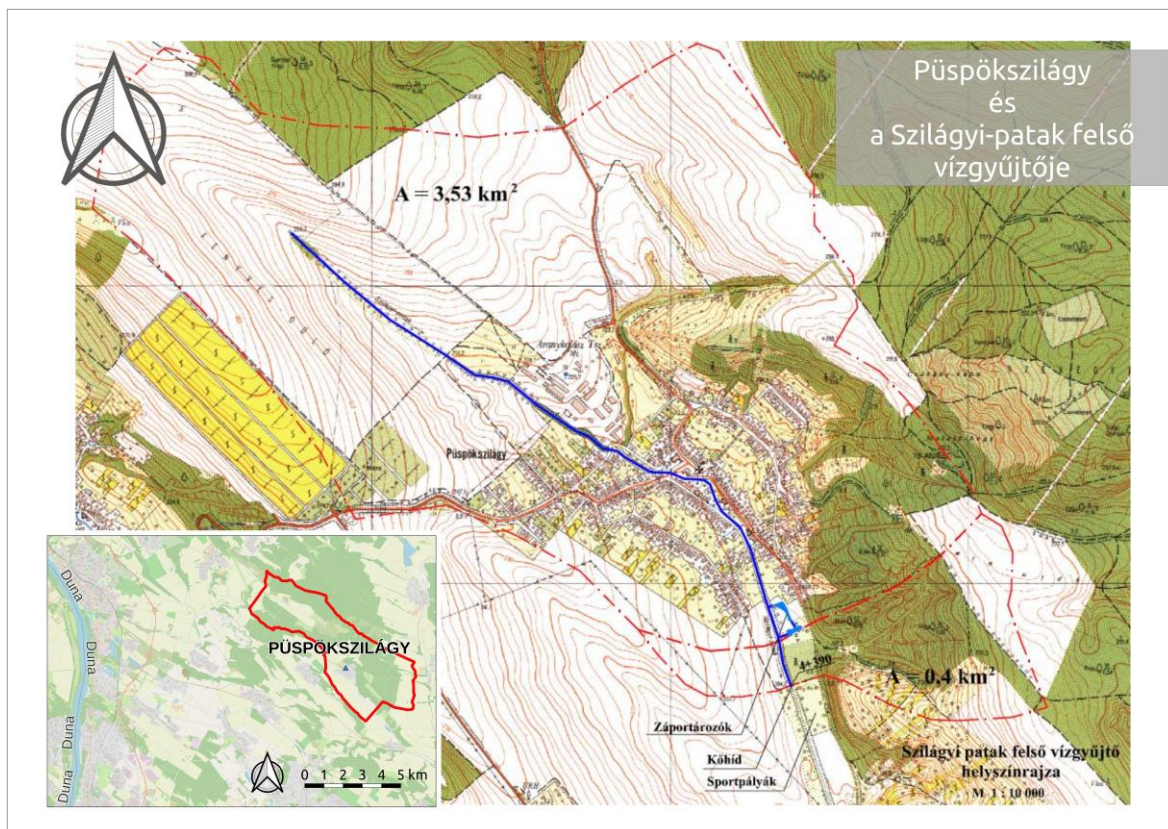


7. ábra. Vízz visszatartó földhány (az ábra közepén, piros nyíllal jelölve) a Frome vízgyűjtőjén, Anglia (Fotó: Halupka 2022)
 Figure 7. Water retention earth bank ('earth bund', marked with red arrow) in the Frome catchment, England (Photo by Halupka 2022)

A már jelentősebb, gépi munkát is igénylő beavatkozás során a termőtalajt letermelik, deponálják, majd – a helyi sekélyföldtani adottságokat kihasználva – az agyagos altalajból kialakítják az alacsony porozitású és permeabilitású, néhány deciméter magas sáncot. Erre visszakerül a humuszos réteg, elősegítve a vegetáció újbóli megtelepedését. Az agyagos altalaj beépítése biztosítja, hogy a nagycsapadék során összegyülekező vizek kellően hosszú időt töltsenek el a sánc mögött ahhoz, hogy a visszatartott víz be tudjon szivárogni.

HAZAI ESETTANULMÁNY: PÜSPÖKSZILÁGY

A püspökszilágyi kisbeavatkozások tervezett megvalósításáról *Balatonyi és társai (2022)* számoltak be, előre vetítve a koncepcionális elképzelést, s felvázolva azokat a szakmai megfontolásokat, amelyek hazai környezetben is relevánssá teszik a természet alapú megoldások alkalmazását a dombvidéki vízmegtartás érdekében. Mi most a hivatkozott LIFE projektoldalak, valamint 2022–2023. évi saját terepi tapasztalatok alapján a megvalósult létesítményeket ismertetjük, vázlatosan. Püspökszilágy bő 700 lelkes zsákfalu a Cserhát és a Gödöllői-dombság találkozásánál, a váci járásban (8. ábra).



8. ábra. Püspökszilágy és a Szilágyi-patak felső vízgyűjtője (piros szaggatott vonallal jelölve) (Forrás: Tordai 2018, és saját szerkesztés, felhasznált szoftver: QGIS 3.22)
 Figure 8. Püspökszilágy and the upper watershed of the Szilágy stream (marked with a red dashed line) (Source: Tordai 2018 and own editing, software used: QGIS 3.22)

A település a Szilágyi-patak völgyében helyezkedik el, ~200 m átlagmagasságú dombvidék által körülölelve. A falu feletti dombokon intenzív mezőgazdasági tevékenység zajlik, a patak vízgyűjtőjén 30-40%-os az erdőborított-ság. A Szilágyi-patak – amely Némedi patak egyik bal oldali mellékágaként a Galga-Zagyva-Tisza vízrendszerhez tartozik – vízgyűjtője 10 km², teljes hossza 6,8 km. Ebből a Püspökszilágyra közvetlen hatást gyakorló rész-vízgyűjtő szűk 4 km² (8. ábra). A patak vízjárása szélsőséges, árvízmentes időszakban hozama nem jelentős (Pataki és társai 2021/b). A Szilágyi-patak becsült árvízi vízhozama (OVF-2021 eljárással) 1% meghaladási valószínűség mellett kb. 5 m³/s, heves lefolyási viszonyokat feltételezve (Koris 2021). A sokéves átlagos lefolyás értékéből számolt közép vízhozama 0,02 m³/s.

A település éghajlata mérsékelt hűvös, száraz (Csorba 2021), 600 mm körüli éves átlagos csapadékoszszeggel, amelyből 330-370 mm mennyiség a vegetációs időszakban (április-október) esik. Érdeemes megemlíteni a NATÉR (Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer) adatbázisban található előrejelzést, amely szerint a 2021-2050 közötti időszakra az átlaghőmérséklet 1-1,5 °C fokkal fog emelkedni a térségben, míg az éves csapadék-mennyiség 25-50 mm-es csökkenése várható (<https://map.mbfisz.gov.hu/nater/>).

Az intenzív csapadékesemények (felhőszakadások) az utóbbi 1-2 évtizedben 2-3 éves gyakorisággal okoztak települési elöntést is okozó hirtelen kialakuló árvizet (https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/hu/nwrm/5_pilotrol_reszletesen), ám az aszályos időszakok is gyakoribbá váltak. A két szélsőség akár ugyanazon éven belül is előfordult. Ezek alapján pályázott a település a LIFE (L'Instrument Financier pour l'Environnement, LIFE – https://cinea.ec.europa.eu/programmes/life/history-life_en) miszsió MICACC („Az önkormányzatok integráló és koordináló szerepének megerősítése az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás érdekében” című projekt; röviden: LIFE-MICACC (https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/hu/rolunk/life_program) nevű programjára, amely megoldásként természet alapú, kisléptékű infrastrukturális megoldások gyakorlati kipróbálására ösztönözte a pályázó településeket. A program kivitelezési része 2018 elején indult, és 2020 végén fejeződött be, de a megvalósult természet alapú megoldások továbbra is üzemben vannak, illetve továbbfejlesztésre kerülnek a LIFE LOGOS4WATERS program segítségével.

A projekt előkészítése

A pályázat viszonylag rövid időkerete miatt – ellentétben az angliai példával – nem állt rendelkezésre sokéves, a helyi közösséggel folytatott személyes egyeztetési, előkészítési fázis. Ugyanakkor a helybeliek kezdeti bizalmatlanságát itt is fel tudta oldani a közvetlen párbeszéd, így mára a projekt céljaival, eredményeivel a lakosság azonosult, elfogadta azokat. Emellett jelentős problémának bizo-

nyult a jogi szabályozatlanság, a természet alapú megoldások újszerű, szokatlan nézőpontja, amely a hatósági engedélyeztetési folyamatot lassította.

Az alkalmazott vízviszataró megoldások

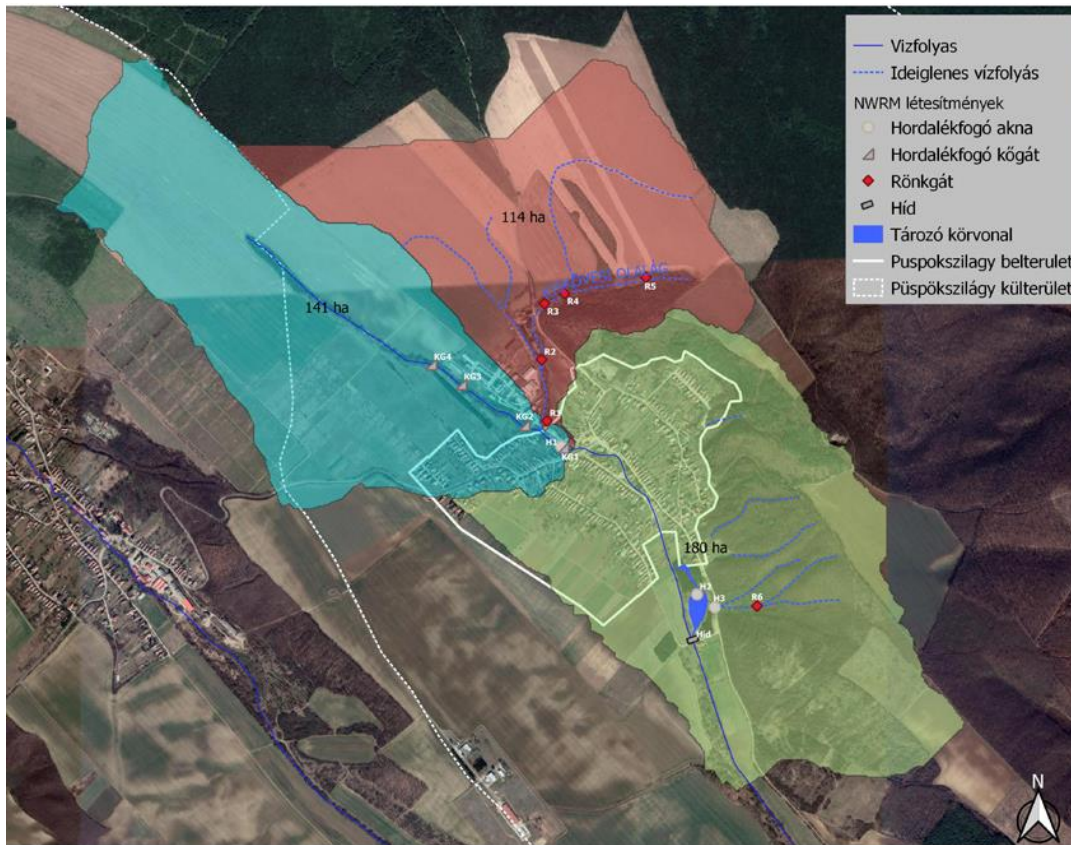
A tervezett megoldások két funkcióra fókuszáltak. Egyfelől a nagycsapadékok völgytalpi összegyülekezési idejét kívánták megnövelni, másfelől a beérkezett vizeket kívánták a település alvízi oldalán visszatarítani, ezzel lokálisan javítva a település környezetének talajnedvesség-állapotát, mikroklimatikus jellemzőit, és növelve az aszályokkal szembeni ellenállóképességet. A településhez képest alvízi elhelyezkedésű beavatkozások a településelőntés, valamint helyi vízkárok elleni védelmében természetesen nem vesznek részt, ezek a létesítmények csak a talajnedvesség pótlását, és a mikroklima kedvezőbbé tételét biztosítják. E kettős szándékot olyan természet alapú megoldásokkal tervezték elérni, amelyek a felszínen összegyülekezett csapadékvíz mozgási energiájának csökkentésére, illetve a településen immár károkozás nélkül átjutó többlet vizek tározására összpontosítottak (9. ábra). Az előbbi igényt rönkgátakkal, utóbbit egy oldaltározóval tudták kielégíteni.

A projekt során az alábbi beavatkozás-típusok kerültek megvalósításra:

a.) Rönkgátak

A rönkgátakat az angliai példához hasonló megoldással alakították ki, amennyiben a vízfolyás (vagy a kisebb mértékű lefolyás során összegyülekező csapadékvíz) alaphozama akadálytalanul jut át a gát alatt, ám képes egy esetleges árvízi csúcs kisimítására, elnyújtására is, a megnövekedett víztömeg (gátanként néhány 100 m³) visszatarításával, lassításával. Az angliai megoldással ellentétben azonban itt kifejezetten épített szerkezeteket alkalmaztak, igaz a gátak, természetvédelmi szempontból kevésbé értékes (nem védett) területeken létesültek (10. ábra). Összesen 6 rönkgát létesült a Szilágyi-patakba torkolló mellékvölgyekben. E völgyek közül van olyan, amely csak extrém csapadékeseményt követően szállít vizet (Varga-Szilvási-oldalág), és olyan is, amely rendelkezik alaphozammal (Kiskövesi-oldalág).

Mivel püspökszilágyi jellegzetesség, hogy a völgyület alján elhelyezkedő település felett jelentős méretű, az év sok hónapjában növénymentes szántók találhatóak, ezért – mint legutóbbi otlétünkön látható volt – nem csak az extrém csapadékesemény többlet vízmennyiségét kell feltartóztatniuk a rönkgátaknak, de a mezőgazdasági táblákról lemosott, nagy mennyiségű hordalékot (talajt) is (11. ábra). A LIFE-MICACC pályázat keretében összeállított Monitoringjelentés (Pataki és társai 2021/b) szerint, az így felgyülemlett hordalékkal kapcsolatban az önkormányzat fenntartási feladatokkal (kotrással, elszállításal) számol, amelyet a költségvetésébe beépített. A hordalékképződés ütemét (váltaképp a lehordott talaj mennyiségét) a Monitoringjelentés 120-200 m³/év nagyságrendűnek veszi; így ez az a mennyiség, amelytől a gátak mentesítik Püspökszilágy belterületét.



9. ábra. A kisléptékű vízmegtartó megoldások elhelyezkedése Püspökszilágy környezetében (a vörös, zöld, kék poligonok a Szilágyi-patak rész-vízgyűjtőit ábrázolják). (forrás: https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/storage/dokumentumok/life-Micacc_web.pdf)
 Figure 9. Location of small-scale water retention solutions in the Püspökszilágy area (the redish, green and blue polygons indicate the sub-catchments of the Szilágyi stream)(source: https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/storage/dokumentumok/life-Micacc_web.pdf)



10. ábra. Rönkgát Püspökszilágy határában

(https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/storage/dokumentumok/life-Micacc_web.pdf)

Figure 10. Log dams ('large woody debris') on the outskirts of Püspökszilágyi (https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/storage/dokumentumok/life-Micacc_web.pdf)



11. ábra. Egy rönkgát által csapdázott hordalék (talaj), Püspökszilágy (Fotó: Halupka 2023. június)

Megjegyzés: Egy 60 mm-es, extrém csapadékeméeny rengeteg talajt mozgat meg az intenzív mezőgazdasági művelésű tábláról
 Figure 11. Eroded soil trapped by a log dam ('large woody debris'), Püspökszilágy (Photo by Halupka June of 2023)

Note: An extreme rainfall event of 60 mm moves a lot of soil from an intensively farmed field

b.) Oldaltározó

Az oldaltározó a Szilágyi-patak település alatti szakaszán kapott helyet (12. ábra). A kotrással kialakított tározótér összességében 14 000 m³ vizet képes eltárolni, amelyből a talajvíztest – maximális talajvízszint esetén – kb. 9 500 m³-t foglal el. Ezzel az árvízcsúcs-csökkentésre, azaz többlet víz befogadására – a rövid távú előrejelzést figyelembe véve, előzetes leeresztéssel – 5 000-5 400 m³-nyi térfogat áll rendelkezésre, amely átlagosan 50 cm vízoszlopmagasságot jelent a várható maximális talajvízszint felett (Pataki és társai 2021/a). Az 1%-os valószínűséggel előforduló becsült 5 m³/s vízhozam mellett ez a térfogat 0,5-1,0 m³ víz elvi kivezetését biztosítja 1,5-2 órán át, hozzátéve, hogy a vízkivezetés itt elsősorban a víz helyben tartását és beszivárogtatását célozza.



12. ábra. A Szilágyi-patak mellett kialakított, de azzal dinamikusan összefüggő oldaltározó, Püspökszilágy (https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/storage/dokumentumok/life-Micacc_web.pdf)

Figure 12. Side reservoir adjacent to the Szilágyi stream, Püspökszilágy. The reservoir is dynamically connected to the stream (https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/storage/dokumentumok/life-Micacc_web.pdf)

Mint neve is sugallja, a tározó nem a patak direkt kiszélesítésével jött létre, hanem abba egy bevezető árkon át érkezik az időszakosan megnövekedő vízmennyiség. A tározóból az itt is feleslegessé váló víztömeg egy szabályozható zsilipen, levezető árkon keresztül tudja elhagyni a tavat. A belépési pontnál hordalékfogó is épült, megelőzendő a tó idő előtti feliszapolódását.

A tározó kialakításakor igyekeztek az árvízvédelmi és ökológiai igényeket összehangolni, amelynek eredményeként mostanra egy helyenként már nádasodó partú, a mikroklímát is kedvezően befolyásoló vizes élőhely jött létre. A talajvíz alóli kotrás fenékszintjét úgy állapították meg, hogy a talajvíz-tó rész vízoszlop magassága mindig közel 1,00 m legyen, ezzel biztosítva a tó biológiai szempontú, megfelelő vízminőségét (Pataki és társai 2021/a).

Környezeti monitoring

A rönkgátak víz- és hordalék-visszafogó hatékonyságát monitoringrendszer vizsgálja. Ez folyamatos, eseti, valamint expedíciós terepi megfigyeléseket tartalmaz.

A folyamatos monitoring keretében hidrometeorológiai észlelések zajlanak, amelynek adatszolgáltatása online követhető. Szintén folyamatos észlelések történnek három, az oldaltározó környezetében létesített talajvíz-figyelő kútban. Ebben az esetben két kutat manuálisan mérnek, míg egyben automata vízszintmérő került telepítésre. Az eseti monitoring keretében a rönkgátak feletti térben a feliszapolódás mértékét vizsgálják egy egyszerű, karos megoldással, amely azonban egy közelítő hordaléktérfogatbecslést is lehetővé tesz. Szintén eseti jelleggel, évszakonként egy alkalommal vízminőségi mintavételezés is zajlik. Az expedíciós mérések során vízhozammérést végeztek, 2021.05.05-07.31. között.

Az említetteken túlmenően ökológiai monitoring is zajlik az oldaltározó környezetében, amely a kialakított vizes élőhely környezeti hatásait teszi követhetővé.

AZ ESETTANULMÁNYOK ÖSSZEFOGLALÁSA

Stroud, Anglia

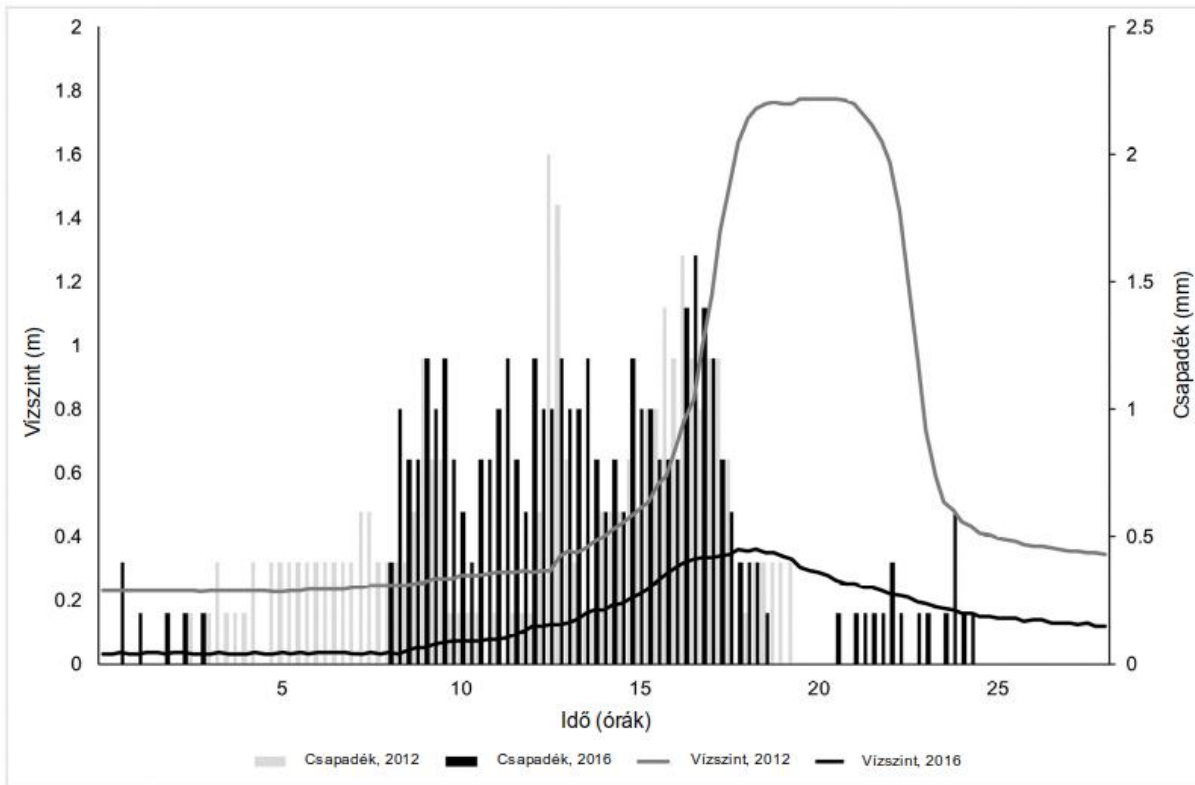
Bár a projekt Stroud vidékén még nem fejeződött be, azonban első eredményei már azonosíthatóak (Short és társai 2018, saját helyszíni konzultációk 2022):

- 2022-re, 25 gazda partnerségével 750 helyen végeztek el valamilyen típusú (rönkgát, rőzseköteg, földhány) kisléptékű természetalapú beavatkozást,
- ezzel a 250 km²-es vízgyűjtő 25%-án érték el pozitív változásokat a csapadékvíz lefolyás-lassításban,
- jelentősen épült a társadalmi bizalom a helybeli közösségek és a hatóságok között,
- javult az érintett területek vízgazdálkodása, s így a flóra-fauna állapota, biológiai sokfélesége,
- jelentősen csökkent az árvízcsúcsok nagysága (13. ábra),
- a 2017-es költség-haszon elemzés szerint a projekt bekerülési költsége és a megelőzött pénzügyi kár 1:6 arányú.

Püspökszilágy

A Püspökszilágyon és környezetében elvégzett természetalapú beavatkozások hatására jelentősen csökkent a településre zúduló villámárvíz kockázata, hiszen

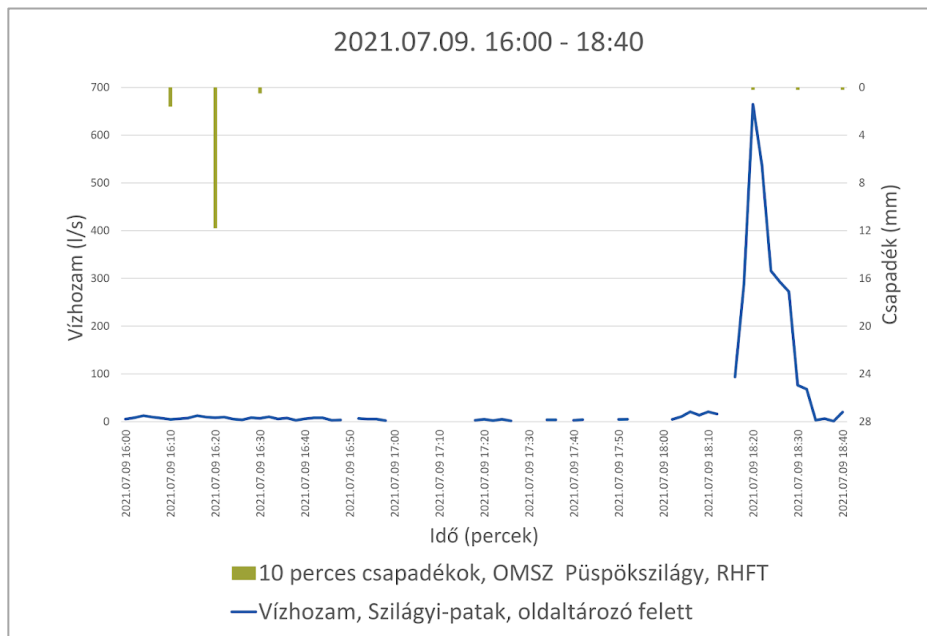
- az extrém csapadékeseményeket követő 25-26 perces összegyülekezési időt sikerült 1,5-2 órára növelni, feltételezhetően a telepített lefolyáslassító megoldásoknak (rönkgátak) köszönhetően (Pataki és társai 2021/a) (14. ábra),
- a beavatkozást követően kialakult, nyári villámárvíz rendezetten, az addig tapasztalt települési elöntés nélkül vonult le,
- a létrejött vizes élőhely javította a mikroklimatikus viszonyokat, pozitívan hatott a vízháztartásra, talajnedvességre, és javította a lokális biológiai sokféleséget (https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/storage/dokumentumok/life-Micacc_web.pdf) (15. ábra).



13. ábra. A Frome vízgyűjtőjén megvalósított, természet alapú megoldások vízszintre gyakorolt hatása (Short és társai 2018)
Megjegyzés: 2016-ban jelentősen, >1 m-rel lecsökkent árvízi csúcs, egy jelentős csapadékeseményt követően (feketével). Összehasonlítási alap: 2012 egy hasonló eseménye, és árvízcsúcs hatása (szürkével)

Figure 13. Impact of nature-based solutions on water levels in the Frome catchment (Short et al. 2018)

Note: In 2016, the flood peak was significantly reduced by >1 m following a significant rainfall event (in black). Comparison: 2012, a similar event, and flood peak impact (in grey)



14. ábra. Nagycsapadék eseményt követő árhullámcsúcs, az Oldaltározó feletti mérce szerint, Püspökszilágy (https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/storage/dokumentumok/life-Micacc_web.pdf)

Megjegyzés: A csapadékeseményt követő összegyülekezési idő 25 percről ~2 órára nőtt

Figure 14. Flood peak following a major precipitation event, at the scale above the side reservoir, Püspökszilágy (https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/storage/dokumentumok/life-Micacc_web.pdf)

Note: The accumulation time following the rainfall event increased from 25 min to ~2 hours.

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Az angliai Stroud-régió vízviszartó-megoldásai megmutatták, hogy a természetalapú megoldások hatékonyan segíthetnek a nagycsapadékok lefolyáslassításában, csökkentve ezzel az időegység alatt lefolyó víz mennyiségét, a hirtelen kialakuló árvizek kockázatát. Az alkalmazott megoldások egyúttal növelték a talajban elérhető nedvesség mennyiségét, amely pozitívan hatott a lokális flórára-faunára. Ezeken túlmenően nagyon fontos pozitívum volt a helyi közösségek döntési folyamatba történő bevonása, mert ezzel egyrészt sikerült a projektbe csatornázni a lokálisan felhalmozódott terepi, gazdálkodási tudást, másrészt növelte a helyi érintettek (gazdálkodók, civil szervezetek) és a résztvevő hatóságok, döntéshozók közötti bizalmat.

Az angol példa remek megerősítést kínált a hazai esettanulmányként bemutatott Püspökszilágy számára is. A hasonló domborzati adottságokkal rendelkező kistelepülés szintén kénytelen volt szembenézni az éghajlatváltozás nyomán egyre gyakrabban megjelenő szélsőséges csapadékeseményekkel, és az ezeket követő villámárvizekkel. A település vezetése felismerte, hogy e negatív hatásokat célszerű helyben, kisléptékben, természetalapú megoldásokkal orvosolni, amely szándékot egy célirányos LIFE pályázat támogatta. A rönkgátakból és oldaltározókból létrehozott rendszer sikeresen válaszolt a nagycsapadék-események által okozott problémára, hiszen a létesítés óta bekövetkezett villámárvíz-esemény rendezetten, települési elöntés nélkül zajlott le. Bár a pályázat időkerete nem tette lehetővé az angliai példában látott, sokéves társadalmi egyeztetés megvalósítását, a falu lakossága itt is partnernek bizonyult, miután megismerte a megközelítés hosszú távú, jótékony hozadékát a település számára.

A bemutatott angliai és hazai példa kiemeli a természetalapú megoldások létjogosultságát a szürke infrastruktúra (vasbeton műtárgyak) nyújtotta hagyományos megoldások mellett, vagy adott esetben helyettük, hiszen mind a létesítési, mind az üzemeltetési költség, és nem utolsósorban a kapcsolódó környezeti hatás (ökológiai lábnyom) is jelentősen kedvezőbb. A kedvező kül- és belföldi tapasztalatok alapján érdemes megfontolni a természetalapú megoldások használatát valamennyi olyan településen, amely már szembesült a változó éghajlati feltételek okozta időjárási szélsőségekkel, legyen szó vízhiányról, vagy pillanatnyi túlzott vízbőségről. Ugyanakkor kifejezetten javallott egy ilyen jellegű projekthez hosszabb, párbeszéd-alapú előkészítő szakaszt tervezni, amely során a helyi gazdák elmondhatják véleményüket, hasznosíthatóvá teszik tapasztalataikat, hiszen a vizek helyben tartása az egész közösség hosszú távú érdeke.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szerzők köszönetet mondanak az angliai és püspökszilágyi terepbejárásai lehetőségeikért, és az ezek során megvalósult konzultációkért. A programot, és a helyszíni látogatásokat a LIFE LOGOS4WATERS támogatta. Köszönet a programokat lehetővé tevő szervezőknek a BM, a WWF Magyarország, és Püspökszilágy Önkormányzata részéről. Végül köszönet illeti a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Környezettudományi Doktori Iskoláját, amely teret biztosít a vízmegettartással kapcsolatos kutatásoknak.

IRODALOMJEGYZÉK

Balatonyi L., Filczner-Plósz K., Berger Á., Koch D. (2022). Kisvízfolyások árvízi kockázatának csökkentése, a természetes vízviszartást elősegítő intézkedések alkalmazásának lehetőségei – Hidrológiai Közönlöny, 102/1. pp. 25-32.

Cohen-Shacham, E., Andrade, A., Dalton, J., Dudley, N., Jones, M., Kumar, Ch., Maginnis, S., Maynard, S., Nelson, C.R., Renaud, F.G., Welling, R., Walters, G. (2019). Core principles for successfully implementing and upscaling Nature-based Solutions. *Environmental Science & Policy*, Vol. 98. pp. 20-29. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.04.014>

Csorba P. (szerk.) (2021). Magyarország kistájai – Meridián Táj- és Környezetföldrajzi Alapítvány, Debrecen. pp. 334-335.

Dunkerley, D. (2021). The importance of incorporating rain intensity profiles in rainfall simulation studies of infiltration, runoff production, soil erosion, and related landsurface processes – *Journal of Hydrology*, Vol. 603. 126834. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126834>

Eggermont, H., Balian, E., Azevedo, J.M.N., Beumer V., Brodin T., Claudet, J., Fady, B., Grube, M., Keune, H., Lamarque, P., Reuter, K., Smith, M., van Ham Ch., Weisser, W.W., Le Roux, X. (2015). Nature-based Solutions: New Influence for Environmental Management and Research in Europe. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, Volume 24, Number 4. pp. 243-248(6). <https://doi.org/10.14512/gaia.24.4.9>

European Commission (EC) (2015). Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities. Final Report of the Horizon 2020 Expert Group on 'Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities' Directorate-General for Research and Innovation. European Union, Luxembourg.

European Commission, Directorate-General for Environment, Jaritt, N., Williams, H., Hanus, A., Strosser, P., Delacámara, G. (2016). Útmutató a vízmegőrzés természetre alapozott módszereinek kiválasztására, megtervezésére, megvalósításának támogatására Európában: a természetre alapozott megoldások sokrétű hasznának megragadása, Publications Office, <https://data.europa.eu/doi/10.2779/426951>

Fletcher, T.D., Andrieu, H., Hamel, P. (2013). Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: a state of the art. *Adv. Water Resour.* 51 (0). pp. 261-279. <http://dx.doi.org/10.1016/j.advwatres.2012.09.001>

Horel Á., Zsigmond T., Farkas C., Gelybó G., Tóth E., Kern A., Bakacsi Z. (2022). Climate Change Alters Soil Water Dynamics under Different Land Use Types. *Sustainability* 2022. 14. 3908. <https://doi.org/10.3390/su14073908>

Kerpely K., Farkas V.M. (2022). Természetes vízviszartásra alapozó árvízi védekezés a Stroud völgyében – Kirándulásvezető, WWF Magyarország, p. 10. (kézirat).

Koris K. (2021). Magyarország kisvízfolyásainak árvizei. Országos Vízügyi Főigazgatóság, ISBN 978-615-5825-03-3

Landscape Design Associates (2000). Stroud District Landscape Assessment. Supplementary Planning Guidance. Stroud District Council, p. 87., https://www.stroud.gov.uk/media/1392/landscape_assessment.pdf

Maes, J., Jacobs, S. (2015). Nature-based solutions for Europe's sustainable development. Conserv. Lett. <http://dx.doi.org/10.1111/conl.12216>.

Mabon L. (2021). Nature-Based Solutions and the Green Economy. The British Academy, London. <https://doi.org/10.5871/bacop26/9780856726705.001>

Mills, C., Dunn, B. (2008). Stroud District Council. Strategic Flood Risk Assessment for Local Development Framework. Level 1. Volume 1, Final. - Halcrow Group Limited, p. 159., https://www.gloucestershire.gov.uk/media/8040/stroud_district_council_level_1_sfra_final_28385.pdf

Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (2017). Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia – NFM. pp. 28-29.

Olajosné Lakatos B. (2021). Környezetbiztonság – Éghajlati adaptáció vízmegtartással – Műszaki Katonai Közöny, 31/1. pp. 61-80., <https://doi.org/10.32562/mkk.2021.1.5>

Pataki B., Farkas V.M., Kerpely K. (2021/a). Természetes vízmegtartó megoldások a települési klímaalkalmazkodásban. Belügyminisztérium. p. 60. https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/storage/dokumentumok/life-Micacc_web.pdf (2023.07.20.)

Pataki B., Farkas V.M., Kerpely K., (2021/b). Püspökszilágyon megvalósult komplex természetközeli lefolyás lassító és vízmegtartó beavatkozás hidrológiai/hidrometeorológiai monitoringja. WWF HUNGARY LIFE16 CCA/HU/000115 PROJEKT D1 AKCIÓ, p. 72.

Seddon, N., Chausson, A., Berry, P., Girardin, C.A.J., Smith, A., Turner, B. (2020). Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. Phil. Trans. R. Soc. B 375, 20190120. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2019.0120>

Short, C., Clarke, L., Carnelli, F., Uttley, C., Smith, B. (2018). Capturing the multiple benefits associated with nature-based solutions: Lessons from a natural flood management project in the Cotswolds, UK. Land Degrad Dev. 2018. pp. 1–12. <https://doi.org/10.1002/ldr.3205>

Tordai, S. (2018). Szilágyi-patak bal partján LIFE-MI-CACC projekt keretében oldaltározós vízviisszatartó vízi létesítmények létesítése. (Püspökszilágy 051, 050 hrsz.) Projektismertető, Belügyminisztérium, <https://docplayer.hu/107968673-Puspokszilagy-051-050-hrsz-szilagyipatak-bal-partjan-life-micacc-projekt-kereteben-oldaltarozos-vizviisszatarto-vizi-letesitmenyek-letesitese.html> (2024.04.02.)

UNEP (United Nations Environment Programme) (2022). United Nations Environment Assembly of the United Nations Environment Programme: Resolution adopted by the United Nations Environment Assembly on 2 March 2022. 5/5. Nature-based solutions for supporting sustainable development. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/39864/NATURE-BASED%20SOLUTIONS%20FOR%20SUPPORTING%20SUSTAINABLE%20DEVELOPMENT.%20English.pdf?sequence=1&isAllowed=y%20C3%A7>.

Internetes letöltések:

https://cinea.ec.europa.eu/programmes/life/history-life_en (2023.07.20.)

<https://map.mbfisz.gov.hu/nater/> (2023.07.20.)

<http://nwrn.eu/measures-catalogue> (2024.04.02.)

<https://www.ovf.hu/hu/hirek-ovf/2022-evi-aszaly-ertekelese-a-tortenelmi-adatok-tukreben> (2023.07.20.)

https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/nature-based-solutions_en

https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/hu/rolunk/life_program (2023.07.20.)

https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/hu/nwrn/5_pilotrol_reszletesen (2023.07.20.)

<https://weather-and-climate.com/average-monthly-min-max-Temperature,stroud-gloucestershire-gb,United-Kingdom> (2024.04.02.)

https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/storage/dokumentumok/life-Micacc_web.pdf (2023.07.20.)

A SZERZŐK



HALUPKA GÁBOR 1996-ban kapott geológus MSc. diplomát az ELTE Természettudományi Karán. A földtan határterületei iránt érdeklődve a földtani természet- és környezetvédelemben szerzett munkatapasztalatokat, a Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság (2003-2009), majd a Repét Környezetvédelmi és Szolgáltató Kft. munkatársaként (2009-2014). Ezt követően a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (korábbi MÁFI, későbbi MBFSZ) kutatója lett (2014-2021). Jelenleg a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Vízgazdálkodási és Klímaadaptációs Tanszékének kutatója, oktatója. A Magyarhoni Földtani Társulat tagja.



RÁCZ TIBOR 1991-ben okleveles építőmérnökként végzett a BME Építőmérnöki Karán, vízépítőmérnöki szakirányon. 2022-ben a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetemen PhD fokozatot szerzett. 1991 és 2005 között tervezőként dolgozott mérnöki irodáknál és saját vállalkozásában. 2005-től 2019 végéig a Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. Ár- és Belvízvédelmi Osztályán dolgozott, 13 éven át annak vezetője volt. 2020-ban a Ramboll Studio Dreiseitl pekingi irodájában szenior vízépítő mérnökként tevékenykedett. 2022-től egyetemi adjunktus a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Környezettudományi Intézetében a Vízgazdálkodási és Klímaadaptációs Tanszékén. A Magyar Hidrológiai Társaság Vízépítési Szakosztályának elnöke, a Társaság Intézőbizottságának titkára.



GELYBŐ GYÖRGYI okleveles meteorológus (2006, ELTE). A földtudományok doktora fokozatot 2014-ben szerezte meg szintén az ELTE Földtudományi Doktori Iskolájában. Jelenleg a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Környezettudományi Intézete Vízgazdálkodási és Klímaadaptációs Tanszékének tudományos főmunkatársa.



WALTNER ISTVÁN okleveles környezetmérnök (2007, SZIE), MSc in Land Management (2008, Cranfield University, Egyesült Királyság), ár- és belvízvédelmi szakmérnök (2012, EKF). PhD fokozatát a Szent István Egyetem Környezettudományi Doktori Iskolájában szerezte meg 2013-ban. 2010-től a SZIE, majd a jogutód Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Környezettudományi Intézetének munkatársa, jelenleg egyetemi docens, a Vízgazdálkodási és Klímaadaptációs Tanszék vezetője.



*Az angliai tanulmányút egyik felvétele (Fotó: Halupka)
One shot of the study trip to England (Photo: Halupka)*