



LIFE-MICACC projekt
LIFE16 CCA/HU/000115



A LIFE-MICACC projekt kereteiben belül értékhatár alatti beszerzés indítása
(műszaki tanulmányok)

VÍZMEGTARTÓ MEGOLDÁSOK A HAZAI VÍZGAZDÁLKODÁSBAN MEGALAPOZÓ TANULMÁNY



LIFE-MICACC projekt
LIFE16 CCA/HU/000115



„LIFE-MICACC projekt keretein belül értékhatár alatti
beszerzés indítása (műszaki tanulmányok)”
projekt keretében készült
MEGALAPOZÓ TANULMÁNY

A kiadvány „Az önkormányzatok integráló és koordináló szerepének megerősítése az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás érdekében” című, LIFE16 CCA/HU/000115 azonosítószámú projekt keretében készült. A projekt az Európai Unió LIFE programjának támogatásával, valamint a Belügyminisztérium és az Innovációs és Technológiai Minisztérium társfinanszírozásával valósul meg (2017-2021).

Szerzők: Veres Dóra, Fejes Gábor, Danyi Rita, Halmai László, Hegyi Zoltán



Budapest, 2021 november





TARTALOMJEGYZÉK

1	Bevezetés	6
2	Éghajlatváltozás és vízgazdálkodás	9
2.1	Éghajlatváltozás Magyarországon	9
2.1.1	Az átlaghőmérséklet várható alakulása	10
2.1.2	A hőmérsékleti szélsőségek várható jövőbeli alakulása	10
2.1.3	Az átlagos csapadékösszeg várható jövőbeli alakulása.....	11
2.1.4	Árvizek, belvizek	12
2.1.5	Szél, viharos események.....	13
2.2	Hidrometeorológiai változások természetvédelmi vonatkozásai	14
2.2.1	Természetvédelem és vízgazdálkodás viszonya.....	14
2.2.2	Égővire jellemző vegetáció megváltozása.....	15
2.2.3	A klímaváltozás hatása a talajok vízgazdálkodására	16
2.2.4	Vizes élőhelyek eltűnése és kapcsolatainak átalakulása.....	19
3	Vízgazdálkodás — Lefolyási vizsgálatok — Árvízvédelem.....	21
3.1	Az éghajlatváltozás hatásainak vízgazdálkodási következményei.....	22
3.1.1	Vízvisszatartás kérdése.....	25
3.1.2	Aszály és vízhiány	28
3.1.3	Kisvízfolyások problémaköre.....	28
3.2	Károk, helyi vízkárelhárítási problémák Önkormányzatok és VIZIG-ek szintjén	29
3.3	Tulajdonjogi, kezelői problémák.....	33
4	Nemzetközi kitekintés és hazai ismertető.....	34
4.1	Nemzetközi gyakorlat	34
4.1.1	Medencék és tavak.....	34
4.1.2	Vizes élőhelyek helyreállítása és kezelése	35
4.1.3	Ártéri helyreállítás és kezelés.....	36
4.1.4	Vissza kanyargósítás	37
4.1.5	A vízfolyások medrének visszaállítása természetközeli állapotukba	38
4.1.6	Időszakos vízfolyások, belvízcsatornák helyreállítása, visszakapcsolása a vízvezető rendszerbe.....	39
4.1.7	Holtági tavak és hasonló jellemzők visszakapcsolása	39
4.1.8	Mederanyag természetes állapotának visszaállítása	40
4.1.9	Gátak és egyéb keresztirányú akadályok eltávolítása.....	40



4.1.10	Mesterséges folyópartok eltávolítása	40
4.1.11	A vízfolyás partvédelmének megszüntetése	41
4.1.12	Tavak helyreállítása	41
4.1.13	A talajvíz természetes beszivárgásának helyreállítása	41
4.1.14	Polderterületek újrachonosítása (árvízmentesített belvizes mélyföld, belvízártér, belvizes terület)	42
4.2	Hazai gyakorlat	43
4.2.1	Bátya	44
4.2.2	Püspökszilágy	46
4.2.3	Ruzsa	51
4.2.4	Rákócziújfalú	54
4.2.5	Tiszatarján	56
5	A természetközeli megoldások környezetvédelmi szerepe	58
6	Kiépítések költségvizsgálata	62
7	Társadalmi konzekvenciák	66
7.1	A társadalom klímaváltozással kapcsolatos attitűdje	66
7.2	A kommunikáció jelentősége és módja a víz visszatartó megoldások alkalmazása során	67
8	Összefoglalás	70
9	Irodalomjegyzék	73

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra	Magyarország vízgyenlege (saját szerkesztés)	6
2. ábra	Különböző és többféle vízjárású szélsőségekkel veszélyeztetett területek. (Forrás: Nemzeti Vízstratégia, 2017)	23
3. ábra	Hazánk domb- és hegyvidéki vízgyűjtőinek villámárvízzel fenyegetett kifolyási pontjai. A pontok színe a villámárvíz-fenyegetettség erősségét jelzi, egy településen akár több vízgyűjtő, így több veszélyeztetett kifolyási pont is lehet. (Forrás: NATÉR)	23
4. ábra	A Homokhátság települései, valamint az aszály és/vagy a hóhullám szempontjából legsérülékenyebb hazai járások. (Forrás: www.terport.hu/tematikus-terkepek/homokhatsag)	24
5. ábra	Helyi vízkárelhárítás az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság területén (Forrás: www.eduvizig.hu)	32
6. ábra	A Baranya-csatorna tározója (Forrás: http://www.ddvizig.hu)	35
7. ábra	Vizes élőhely (Forrás: Gebhard Schueler)	36
8. ábra	Árterek helyreállítása (Forrás: Thomas Borchert)	37



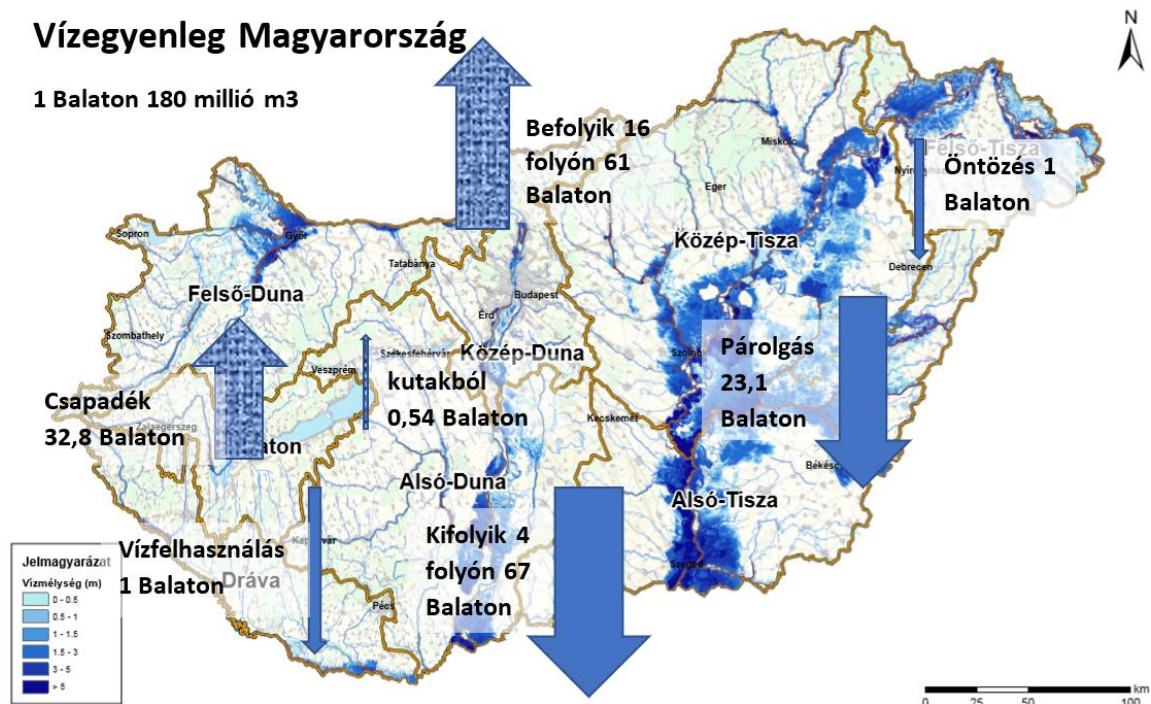
9. ábra Visszakanyargósítás (Forrás: http://riverwatch.eu/en/the-morava-anniversary-project-2014).....	37
10. ábra Vízfolyásmeder visszaállítás természetes formába (Forrás: http://chandrashekharasandprints.wordpress.com/2012/05/11/restoring-an-urban-river-bed-to-its-natural-eco-system-a-singapore-experiment/)	38
11. ábra Holtág visszakapcsolása Oxbow tó – Franciaország (Forrás: http://nature.on-rev.com/2011/composants-du-paysage/)	39
12. ábra Gát lebontása (Forrás: http://www.rivernet.org/general/dams/decommissioning_fr_hors_poutes/brivescharensac_f.htm).....	40
13. ábra Vízpart stabilizáció (Forrás: http://www.goldenvalleymn.gov/surfacewater/stream-bank-stabilization.php).....	41
14. ábra Példa polderterület újrakonosítására (Forrás: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:2012-05-13_Nordsee-Luftbilder_DSCF8997.jpg)..	42
15. ábra A bátyai csapadékvíz-tározó látványterve (Készítette: Csaba Kinga, Ruzics Csilla) ...	44
16. ábra a Bátyán elkészült tó (saját fotó)	45
17. ábra a Bátyán elkészült tó (saját fotók).....	46
18. ábra Lefolyáslassítási lehetőségek a Szilágyi-patak felső vízgyűjtőjén (Készítette: Csaba Kinga, Ruzics Csilla).....	46
19. ábra A Szilágyi-patak oldaltározója (Készítette: Csaba Kinga, Ruzics Csilla)	47
20. ábra Felújított terméskő hordalékfogók (saját fotók).....	48
21. ábra Szivárgó rönkgát Püspökszilágyon (saját fotó).....	49
22. ábra Püspökszilágyon elkészült tórendszer.....	50
23. ábra Fantáziarajz a dekantált víz megőrzésével kialakított tavacskáról a ruzsai Dózsa-parkban (Készítette: Csaba Kinga, Ruzics Csilla)	51
24. ábra Elkészült tavacska Ruzsán	52
25. ábra A szennyvíztisztító szomszédságában létrehozott tórendszer	53
26. ábra A rákócziújfalui belvíztározó rajza (Készítette: Csaba Kinga, Ruzics Csilla)	54
27. ábra A rákócziújfalui belvíztározó fotói (a LIFE-MICACC projekt megvalósítása során készült képek).....	55
28. ábra A bivalyok tavának tervezett kibővítése (Készítette: Csaba Kinga, Ruzics Csilla)	56
29. ábra A kibővített tó (a LIFE-MICACC projekt megvalósítása során készült képek)	57
30. ábra Néhány Magyarországon jól alkalmazható, kiválasztott beavatkozás hasznosságának értékelése.....	61



1 BEVEZETÉS

Az éghajlat változása nem csak globális szinten figyelhető meg, hanem a helyi közösségeket is látványosan érintő jelenséggé vált. Az éghajlatváltozás hatásai, akár az átlaghőmérséklet emelkedését, vagy a szélsőséges időjárási események gyakoriságának növekedését tekintjük, egyre nagyobb problémát jelentenek mind szervezeti szinten, mind a lakosság számára. A folyamat részeként Magyarországon érezhetően növekednek a vízhiányos és aszályos időszakok, miközben a lehulló csapadék egyre kiszámíthatatlanabbá és intenzívebbé válik, súlyosbodó árvíz- és belvízproblémákat okozva ezzel. „A mezőgazdasági vízigényt tekintve például elmondható, hogy az ország egyes részein a növénytermesztés szinte állandó vízhiánnyal küszködik és öntözőcsatornák, illetve a felszín alatti vízkészletek igénybevételével öntözésre kényszerül. Ez alapvetően beruházás-igényes és nagyban emeli a termelési költségeket még akkor is, ha a termelékenységre és a termés minőségére egyaránt pozitív hatást gyakorol.” (Berek, 2015) Az egyre fokozódó változások pedig növekvő feszültséget okoznak a különféle civil, állami és üzleti érdekeltek között, és ez különösképpen a települési vízgazdálkodás területén érzékelhető.

A vízkincs véges volta, a már tapasztalható éghajlat változás mindenképpen az eddigi vízhez való viszonyulásunk újragondolását teszi szükségessé. A jelenlegi helyzetet jól szemlélteti a vízgyenleg.



1. ábra Magyarország vízgyenlege (szerk. Halmi László)



Vízegyenleg bevételi oldal:

- éves csapadék mennyiség Magyarország területén átlagosan 32,8 db Balaton
- A határon belépő 16 folyó (Duna, Ipoly, Sajó, Hernád, Bodrog, Tisza, Szamos, Kraszna, Berettyó, Sebes-Körös, Fekete-Körös, Fehér-Körös, Maros, Dráva, Mura, Rába) éves átlagos vízhozama 61 db Balaton
- A földalatti vízkészletből kinyert víz éves mennyisége csak 0,544 db Balaton

Vízegyenleg kiadási oldal:

- A határon kilépő 4 folyó (Duna, Tisza, Dráva) éves átlagos vízhozama 67,2 Balaton

A bevételi 92,3 Bal és a kiadási 67,2 Bal érték között adódó 25,1 Bal különbséget felhasználjuk, illetve párolog el.

A vízegyenleg javítása érdekében számos területen szükséges lenne lépéseket tenni, mivel az ország területének 78%-áról lefolyik a víz, míg csak 22%-án szivárog be, szikkad el. Megoldást kell keresni arra, hogy milyen módokon lehet a fenti területi arányokat megváltoztatni akár kis-, vagy akár nagy léptékben szemléljük a feladatot, és ezeket a megoldásokat vízjogi és környezetvédelmi szempontból hogyan lehet megfelelően előkészíteni.

A vízkészletek védelme és az éghajlatváltozáshoz kapcsolódó vízügyi kockázatok kezelése céljából indított az Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF) a LIFE-MICACC Projekt keretében egy olyan felkérést, amely a természetes megközelítésű vízmeztartó megoldásokkal kapcsolatos tanulmányok készítését célozza. Az OVF az EU Green Deal (Európai Zöld megállapodás) keretében és a felülvizsgált EU Duna-régió Stratégiának megfelelően javítani szándékozik a természetes vízmeztartó megoldások átláthatóságán, hozzáférhetőségén és elérhetőségén. Ezt a célt szolgálva, a VIKÖTI Mérnök Iroda Kft által készített, a felkérés keretében készült tanulmányok használatára, hogy segítségükkel össze lehessen hasonlítani a településen alkalmazott tényleges megoldásokat minden más lehetséges vízvisszatartó megoldással, továbbá olyan lehetőségek bemutatása, melyek eddig nem szerepeltek a hazai gyakorlatban.

A projekt keretében készülő tanulmányok közül a jelen megalapozó dokumentum célja, hogy bemutassa a jelenleg zajló vízgazdálkodási folyamatok hátterét, felhívja a figyelmet a természet-alapú megoldások szükségességére, valamint a környezet, a talaj és a vízvezető rétegek vízmeztartó képességének védelmére és megerősítésére az ökoszisztémák és a vízfolyások természetes sajátosságainak helyreállításán és fenntartásán, valamint a természetes folyamatok alkalmazásán keresztül, ezáltal csökkentve a vízkészletek klímaváltozás miatti sérülékenységét.

A tanulmány első részében bemutatjuk az éghajlatváltozás természetvédelmi és vízgazdálkodási vonatkozásait, és áttekintjük a hazai és nemzetközi gyakorlatokat. Azokat a vízgazdálkodáshoz kapcsolódó alkalmazkodási gyakorlatokat tekintjük természetes vízmeztartó megoldásoknak, melyek a természetes folyamatok és ökoszisztéma szolgáltatások igénybevételén alapulnak. A Kvassay Jenő Terv (továbbiakban: KJT) – a Nemzeti Vízstratégia – a magyar vízgazdálkodás 2030-ig terjedő keretstratégiája is bemutatja a klímaváltozás negatív hatásait a vizeinkre és a hazai vízgazdálkodásra. A KJT átfogó, hosszú távú céljai között kiemeli, hogy a vizek okozta károk megelőzését előtérbe kell helyezni a védekezés helyett; a vízgazdálkodási rendszerek és a területhasználati módok összehangolt alakításában pedig lényeges, hogy a víz káros bősége a vízhiány mérséklésére legyen fordítható (23/2018. (X. 31.) OGY határozat). A jelen tanulmányban bemutatott



beavatkozások nagy mértékben hozzájárulhatnak a KJT kockázatmegelőző vízkárelhárítást szolgáló célkitűzéseinek megvalósításához.

A tervezéskor fontos szempont, hogy a létesítmények alacsony költséggel vagy költségmentesen, illetve egyéb módon haszonnal valósuljanak meg, és valószínűsíthetően a jelenlegi, de a potenciális jövőbeli éghajlati viszonyok között is előnyöket hordozzanak. Ezért ismertetjük a Magyarországon eddig megvalósult öt pilot projekt költségvetését, erre alapozva pedig javaslatokat teszünk a hasonló projektek költségbecslésénél alkalmazandó szempontokra.

Mivel a vízkészletekben bekövetkező jelentősebb változás az éghajlatváltozás olyan elsődleges hatása, amelyet a helyi közösségek, a gazdálkodók, az üzleti vállalkozások, a lakosok és a helyi igazgatási szervek egyaránt felismernek és érzékelnek, ezért a megvalósításban nem csak vízügyi mérnökségek vagy építőipari vállalatok vehetnek részt, hanem a települések, a gazdálkodók és az üzleti vállalkozások is. A tanulmány végén áttekintést adunk arról, hogy a hasonló projektek megvalósításában milyen szerepe van a társadalomnak és hogyan, milyen módszerekkel célszerű bevonni az egyes érintetteket.



2 ÉGHAJLATVÁLTOZÁS ÉS VÍZGAZDÁLKODÁS

2.1 Éghajlatváltozás Magyarországon

Az elmúlt évek tapasztalatai alapján a nyári évszak a hóhullámok, erdőtüzek, heves esőzések, árvizek és tornádók időszakává kezd válni Európában. A szélsőséges időjárási események azonban nemcsak kontinensünkön, hanem szerte a világon egyre nagyobb gyakorisággal érzékelhetők. Magyarországon a szélsőséges események főként hóhullámok formájában mutatkoztak meg, 2021 nyarán már négy kánikula is sújtotta a lakosokat. Az ENSZ Éghajlatváltozási Kormányközi Testülete (IPCC) által 2021 augusztusban publikált jelentés szerint ez azonban csak ízelítő a jövőből: a régiókra vonatkozó számítások szerint Nyugat- és Közép-Európában – bizonyítottan az antropogén hatásoknak köszönhetően - növekszik a hőszélsőségek száma, a villámárvizek gyakorisága, miközben az aszálykárók és az erdőtüzek is egyre többször okoznak majd pusztítást.

Az ENSZ testületének új jelentése azt is határozottan kiemeli: még nincs késő cselekedni. Gyors, rendszerszintű, határozott intézkedésekkel van esélyünk elkerülni a legrosszabb európai forgatókönyvet is, biztosítva ezzel azokat a természetesnek gondolt környezeti-éghajlati feltételeket, amelyek egyáltalán nem lesznek garantáltak, ha ezen a pályán haladunk tovább.

A drasztikus méreteket öltő szélsőségeket és a felmelegedési folyamatot még a legjobban szervezett intézkedésekkel is csak lassítani lehet, teljesen megállítani valószínűleg nem. Az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának hatékony csökkentésére, a melegedést mérséklő folyamatok és rendszerek implementálására lenne szükség annak érdekében, hogy az éghajlatváltozás további negatív hatásainak kialakulási esélyeit csökkentsük.

Az éghajlati paraméterek alakulását és azok kölcsönhatásait globális éghajlati modellek írják le, melyek az éghajlatváltozás nagyskálájú jellemzőinek vizsgálatára alkalmazhatók. Horizontális felbontásuk miatt, egyedüli alkalmazásukkal azonban nem jutunk pontos információhoz a regionális éghajlatváltozás mértékére vonatkozólag. A kisebb területek éghajlati forgatókönyveit a finom horizontális felbontású regionális klímamodellekkel állítják elő. A prognózisok felhasználásakor, értékelésekor fontos figyelembe venni, hogy az éghajlati modellezések számos bizonytalanságot tartalmaznak, pontos ismeretük szükséges a jövőbeli éghajlatváltozás becsléseinek megfelelő értelmezéséhez. Ezért az éghajlati modellek eredményei csak a bizonytalanságok számszerűsítésével együtt értelmezhetők, ami úgy lehetséges, hogy nem egyetlen, hanem több modellszimuláció eredményét együttesen tekintjük, illetve az antropogén tevékenységek jövőbeli változását is többféle scenárió szerint vesszük alapul.

Az alábbiakban az OMSZ által a NÉS2-ben publikált adatok alapján mutatjuk be részletesebben a várható változásokat. Az **éghajlatváltozás várható hatásai Magyarországon összefoglalóan** az alábbiak:

- fokozatos növekedés az éves átlaghőmérsékletben, a legnagyobb növekedés a nyári évszakokban várható,
- fokozatos növekedés a hóhullámok előfordulási valószínűségében és tartósságában,
- hideg szélsőségek csökkenése/csökkenés a fagyos napok számában,
- az éves átlagos csapadékmennyiség csökkenése,
- aszályos időszakok hosszának növekedése,



- a csapadék éves eloszlásának változása,
- a csapadékos események intenzitásának növekedése,
- megnövekedett UV sugárzás, csökkent felhőképződés,
- a másodlagos hatások kialakulásának gyakorisága.

2.1.1 Az átlaghőmérséklet várható alakulása

Ahogy globális szinten, úgy Magyarországon is minden kétséget kizáróan növekedni fog az átlaghőmérséklet a jövőben, ahogy azt alátámasztja az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) által módszeresen gyűjtött és értékelt éghajlati adatok, valamint az új (2021) IPCC jelentés. Magyarország éves középhőmérsékleteinek időszora a globális tendenciákkal összhangban alakul, azonban a kisebb terület miatt nagyobb változékonyságot mutat, tehát a változás nem egyenletesen oszlik el az ország különböző részei között. Az átlagérték növekedése azonban nem azt jelenti, hogy minden év fokozatosan melegebb lesz az előzőnél – a jövőben is lesznek hűvösebb évek és évszakok, de inkább a jelenleginél melegebb értékek lesznek jellemzők. Az éves középhőmérséklet 1-2,5°C-kal emelkedik a 2021–2050 időszakban, a felmelegedés mértéke a 2071–2100 időszakra pedig eléri a 2-5°C-ot a NÉS-2 szerint. Az új IPCC jelentés alapján a globális felszíni átlaghőmérséklet a legpesszimistább scenáriók esetén 2040-re 1,9°C, 2060-ig 3°C, 2100-ig pedig 5,7°C is lehet.

A 2031-2050-es időszakban várhatóan átlagosan 28-cal több forró nap lesz Közép-Európában, mint az 1961-1990-es időszakban (Az A1B kibocsátási forgatókönyv esetében, ahol a feltételezés az, hogy a kibocsátások 2050-ig növekedni fognak.). A modelleredmények a legnagyobb változásokat nyárra és őszre vetítik előre, de a melegedés pontos mértékében ezek eltérnek. Az évszázad közepéig nyáron 1,4 - 2,6, illetve ősszel 1,6-2,0°C-os változásra számíthatunk a referencia-időszakhoz képest, míg az évszázad végére a növekedés ősszel megközelítheti, nyáron pedig meg is haladhatja a 4°C-ot. A hőmérsékletemelkedés területi eloszlását tekintve a szimulációk egységesek abban, hogy az ország keleti és déli területein kell nagyobb mértékű melegedéssel kell számolnunk.

2.1.2 A hőmérsékleti szélsőségek várható jövőbeli alakulása

Nemcsak maguk a hőmérsékleti értékek, hanem a szélsőértékek intenzitásában, gyakoriságában megmutatkozó tendenciák is a változó éghajlat jelei. A középhőmérséklet módosulása mellett a hőmérsékleti szélsőségek intenzitásának jelentős változása is megfigyelhető. A fagyos napok (a napi minimum hőmérséklet 0°C alá esik) számának csökkenése, valamint a hőségnapok (a napi maximum hőmérséklet eléri vagy meghaladja a 30°C-ot) számának emelkedése egyértelműen gyorsuló melegedő tendenciát jelez. A fagyos napok száma a jövőben a melegedő tendenciát követve egyértelműen és szignifikáns módon csökkenni fog. A múltban megfigyelt átlagos évi 96 nappal 2021–2050-re országos átlagban még csak 18-19 nappal, 2071–2100-ra pedig már 32-55 nappal. A fagyos napok gyakoriságának csökkenése várhatóan az ország egész területét érinteni fogja, legkisebb mértékben az északkeleti tájakat.



A nyolcvanas évek közepe óta egyre gyakoribbak a szélsőségesen forró időjárási események (hőhullámok), és az elmúlt évtizedben fokozódott a nyári hőhullámok visszatérési gyakorisága. A hőmérsékleti szélsőségekben bekövetkezett változásokat jellemző trendértékek arra utalnak, hogy a klímaváltozás a meleg szélsőségek növekedésével és a hideg szélsőségek csökkenésével járt az elmúlt száz évben. A nyári napok száma a jövőben egyértelműen emelkedni fog, a két modell szerint hasonló mértékben: az országos átlagot tekintve az 1961–1990 időszakot jellemző átlagosan évi 66 napról 2021–2050-re 21-23 nappal, míg az évszázad utolsó évtizedeire 41-54 nappal. A legnagyobb növekedés a keleti országrészben várható, bár az egyik modell az Északi-középhegység környezetében még jelentősebb változásokat mutat. A változás az országon belül minden rácspontra szignifikáns, azaz nagysága mindenütt meghaladja a természetes változékonyság mértékét. A szélsőségesebb hőhullámos napok előfordulásában (amikor hazánkban kiadják a figyelmeztetést vagy a hőségriasztást) szintén szignifikáns növekedés várható, viszont ennek mértékét tekintve a két modell bizonytalansága nagyobb, mint a nyári napok esetében. A referenciaidőszakban megfigyelt átlagérték 3,4 nap volt, ehhez képest a következő évtizedekben várhatóan 3,6-10 nappal, míg a távolabbi jövőre 14-20 nappal növekszik a hőhullámos napok átlagos évi száma. A modelleredmények alapján az egyébként is melegebb déli-délkeleti területeken számíthatunk a legnagyobb gyakoriságnövekedésre mindkét időszakban, az index értéke a hűvösebb északi tájakon fog emelkedni a legkevésbé.

2.1.3 Az átlagos csapadékösszeg várható jövőbeli alakulása

Az éves csapadékösszeg, amely egy időben és térben változékonnyá paraméter, hazánkban egyre csökken. A csapadék és szélsőségeinek változásai nehezebben kimutathatók, mint a hőmérsékletváltozások, azonban a trendek minden évszakban egyre tartósabb aszályos időszakokat jeleznek, földrajzi régióként eltérő mértékben.

A csapadékváltozás tekintetében a modellek eredményei kevesebb részletben egyeznek meg, ráadásul a változások csak néhány esetben bizonyultak statisztikailag szignifikánsnak. Az éves csapadékösszeg változatlanágában és a nyári csapadékátlag 2021–2050-re 5-10%-ot, 2071–2100-ra 20%-ot elérő csökkenésében jobbra egységesek a becslések. A csapadék évszakok közötti eloszlása változott.

Ősszel országos átlagban 3-14%-os növekedés lesz jellemző, de a keleti tájak esetében vannak eltérések a modelleredmények között. Tavasszal és télen az OMSZ-ban adaptált két modell – ALADIN-Climate és a REMO regionális klímamodellek – teljesen eltérő jövőképet ad: hasonló arányú növekedés és csökkenés mindkét évszakban egyaránt lehetséges (ez a következő évtizedekben nem haladja meg a 10%-ot, az évszázad végére télre viszont nagyobb változást mutatnak a modellek). További európai modelleredmények bevonásával már megállapítható, hogy télen inkább csapadéknövekedés várható, 2021–2050-re 60%, 2071–2100-ra pedig 80% feletti valószínűséggel (azaz a vizsgált modellek legalább 60 illetve 80 százaléka növekedést jelez Magyarország területére). A tavaszi évszakra azonban több modell bevonásával sem tehető egyértelmű megállapítás: az évszázad közepére a növekedésnek valamivel nagyobb az esélye, az évszázad végén viszont egyforma valószínűséggel lehet növekedésre és csökkenésre számítani.

A leghosszabb egybefüggő száraz időszakok a referencia-időszakban általában ősszel fordultak elő. Az index változása 2021–2050-re éves átlagban nagyon csekély és bizonytalan előjelű, és csak nyáron várható egyértelmű növekedés. Az évszázad végére már tavasszal és ősszel is a



száraz időszakok hosszabbodásának irányába mutatnak a modelleredmények. A száraz időszakok nyári hosszabbodása az évszázad közepén még nem, de 2071–2100-ra már szinte az ország egész területén jellemző lesz, és a változás nagysága ekkorra meghaladja a változékonyság szintjét. A legnagyobb növekedéssel a déli és keleti területeken kell számolnunk, a legkisebb változások a Balaton térségében várhatók.

A csökkenő nyári csapadék és fokozottabb evapotranszpiráció hatására a nyári kisvizek szintjének csökkenése és a kisvizes időszakok hosszának növekedése prognosztizálható, amely nagymértékben csökkentheti a tározás nélkül hasznosítható felszíni vízkészleteket, így a kisvízhozamok még kisebbek lesznek és egyre több felszíni vízfolyás időszakos kiszáradása várható. A kora nyári kisvizet valószínűleg nem fogja növelni az Alpok hóolvadása sem.

A felszíni vízkészletek mennyiségének csökkenésével lesüllyednek a talajvízszintek is, melynek következtében még több csapadékot nyel el a talaj, ez pedig még kisebb lefolyást eredményez, és csökken a kisebb vízfolyások felszín alatti vízutánpótlása is. Vagyis az éves hidrológiai ciklus megváltozása várható: Eddig a kora tavaszi árvizeket, melyek főleg hóolvadásból származtak, felváltja majd a téli középi nagy esőzések okozta villámárvizek számának növekedése, illetve a téli belvíz növekedése.

Az aszály (hidrológiai, mezőgazdasági és ökológiai) a mezőgazdasági termelés szempontjából is kritikus lehet. A szárazság a vegetációtűzek számára is kedvező: az éghajlatváltozás következtében Nyugat-, Kelet- és Közép-Európa térségében 2080-ra a jelenleg 100 évente előforduló tűzesemények átlagosan 5–50 évente fordulhatnak majd elő.

A 20 mm-t elérő csapadékú napok országos átlagos gyakoriságában már a következő évtizedekben egyértelmű növekedés várható minden évszakban. A nyár kivételével pozitív irányú és fokozottabb évszakos változásokra számíthatunk 2071–2100-ra is, nyáron viszont csökkenést mutatnak a modellek a 2021–2050 időszak átlagértékéhez képest. Ennek oka, hogy az évszázad végére nagyobb mértékű és szignifikáns gyakoriságcsökkenést mutatnak a modellek az ország több részén.

2.1.4 Árvizek, belvizek

Az éghajlat változékonyságának növekedésével várhatóan a hőmérsékleti és csapadékviszonyok változásainak és e változások kölcsönhatásainak köszönhetően gyakoribb és súlyosabb vízkárok is várhatók: erős viharok sok csapadékkal, folyami és villámárvizek, belvizek.

A napi csapadékintenzitás (egy adott időszakban lehullott csapadékösszeg és a csapadékos napok számának aránya) a nyári időszakot tekintve szintén jelentősen megnövekedett. Mindez lényegében azt jelenti, hogy az éves csapadék egyre inkább rövid ideig tartó, intenzív záporok, zivatarok formájában hullik egyenletesen eloszló csapadék helyett, különösen nyáron. Az extrém csapadékok kialakulásai pedig növelik az árvízi és belvízi kockázatot, illetve az aszályos időszakok növekedésének a kockázatát. Ráadásul, mivel hazánk vízfolyásainak vízgyűjtőterülete jelentős arányban külföldön van, ezért könnyen elképzelhető, hogy az árvíz kockázati kiszolgáltatottságunk növekedni fog.

A csapadék intenzitásának növekedése, a lefolyás részarányának emelkedése mellett, elősegíti a hegy- és dombvidékeken megjelenő gyors összegyülekezési idővel rendelkező árhullámok gyakoriságának növekedését. A tapasztalatok alapján az intenzív csapadékesemények által



kiváltott árhullámok egyre kevésbé okoznak problémákat a folyókon, mivel a teljes vízgyűjtőterületre ritkábban hullik területi átlagban nagycsapadék, nagy intenzitással. Azonban mivel a kisvízfolyások medrének befogadóképessége sokkal kisebb, ezáltal nagyobb problémát okozhat a kisvízgyűjtőre hulló lokális nagycsapadék. Az extrém csapadékos időszakok súlyosabb – akár emberéletet is követelő - hidrológiai következménye lehet a villámárvizek egyre gyakoribb kialakulása. Az intenzívebb csapadék növelheti az eróziót is, ami a hordalékmozgáson keresztül nemcsak ott hat negatívan, ahonnan elszállít, hanem ott is, ahol lerak, így növelni kell a karbantartási munkákat.

A csapadék éven belüli eloszlásának megváltozása miatt a jövőben is várható tél végén, tavasz elején szélsőséges belvizek kialakulása, melyek továbbra is rendkívül nagy károkat okozhatnak. A belvízelvezető rendszerek most sem alkalmasak a víz kielégítő elvezetésére, így a várhatóan növekvő belvizekkel a vízszállító képesség tovább csökkenhet, mely hosszabb ideig tartó belvizet eredményezhet.

2.1.5 Szél, viharos események

Az ENSZ testületének jelentése alapján a szél is fontos meteorológiai tényező, például az erdőtüzek, a légszennyezettség, a potenciális viharok vagy a szélenergia-potenciál szempontjából. Európában az elmúlt négy évtizedben csökkent az átlagos felszíni szélsébség (közepes megbízhatósággal). Szimulációk szerint viszont az erős szelek gyakorisága és amplitúdója valamelyest növekedni fog a század végére Közép-Európában és a part menti területeken.

Összegezve a várható éghajlatváltozás Magyarországon A XXI. századra bemutatott modellszámítási eredmények alapján a hőmérséklet további emelkedésére kell számítanunk, melynek mértéke 2021–2050-re minden évszakban szinte az ország egész területén eléri az 1°C-ot, az évszázad végére pedig a nyári hónapokban a 4°C-ot is meghaladhatja az 1961–1990 referencia-időszakhoz viszonyítva. A hőmérséklettel kapcsolatos szélsőségek egyértelműen és szignifikánsan a melegedés irányába mozdulnak el: a fagyos napok száma csökkenni, a nyári napok és a hóhullámos napok előfordulása növekedni fog, az évszázad végére már egy hónapot megközelítő mértékben. A csapadék éves összegében nem számíthatunk nagy változásokra, az eddigi évszakai eloszlás viszont nagy valószínűséggel átrendeződik. A nyári csapadék a következő évtizedekben 5%-ot, az évszázad végére pedig 20%-ot elérő csökkenése bizonyosnak tűnik, amelyet nagy valószínűséggel az őszi és a téli csapadék növekedése fog kompenzálni. A nagymennyiségű és intenzív csapadékos jelenségek várhatóan elsősorban ősszel lesznek gyakoribbak, a száraz időszakok hossza pedig nyáron fog leginkább növekedni. A következő évtizedekre jelzett változások azonban többnyire bizonytalan előjelűek és nem szignifikánsak, s csak az évszázad végére tehető határozott megállapítások. A szélsőségek várható alakulása jellegzetes térségi eloszlást mutat és elsősorban Magyarország középső, déli és keleti területeit érinti kedvezőtlenül, ami a területi sérülékenységvizsgálatok jelentőségére hívja fel a figyelmet.



2.2 Hidrometeorológiai változások természetvédelmi vonatkozásai

Az előző fejezetben ismertetett klimatikus változásoknak elsősorban a hidrológiai vonatkozásaival foglalkozunk a jelen tanulmányok keretében. Fontos azonban kiemelni, hogy a hidrológiai jelenségek szoros összefüggésben vannak a természettel, az ökoszisztémákkal, így ebben a fejezetben - a vízgazdálkodási vonatkozások előtt – rövid áttekintést adunk ezekről az összefüggésekről.

2.2.1 Természetvédelem és vízgazdálkodás viszonya

A szárazföldi és tengeri ökoszisztémák kulcsfontosságú szerepet töltenek be az éghajlat szabályozásában, mivel az emberi tevékenység okozta szén-dioxid-kibocsátás körülbelül felét nyelik el. A jelenlegi klimatikus folyamatokhoz jelentősen hozzájárult az a tényező is, hogy a vizes élőhelyek jelenlegi területi kiterjedése, főként Európában, csak töredéke az egyes földrészek nagyarányú emberi használatba vétele előtti területüknek. A nagy vizes élőhelyeket lecsapolták és beszántották, főként mezőgazdasági területek és települések létesítése céljából. Ezek a folyamatok, ha kisebb mértékben is ugyan, de továbbra zajlanak a védelem alatt nem álló vizes élőhelyeken.

Hazánk vízfolyásainak, tavainak jelentős része országos jelentőségű védett természeti területként, illetve az összes vizes terület 71,5%-a a Natura 2000 hálózat részeként jogszabályok által megállapított természetvédelmi oltalom alatt áll. A nemzetközi jelentőségű vizes területekről szóló Ramsari Egyezmény keretében Magyarország 29 Ramsari területtel rendelkezik, amelyek teljes kiterjedése 243 ezer hektár. A víztestek ilyen arányú természetvédelmi oltalma elengedhetlenné teszi a természetvédelem és a vízgazdálkodás szoros együttműködését minden egyes beavatkozás esetében. Ennek érdekében kulcsfontosságú, hogy a természetvédelem- és ökológiai szemléletű gazdálkodás a vízgazdálkodási ágazatot is átfogó, horizontális szemponttá váljék. Másfelől kulcsfontosságú, hogy a vízgazdálkodási szempontok a természetvédelmi érdekek sérülése nélkül érvényesüljenek, ami széleskörű egyeztetést és konszenzus kialakítását feltételezi. A víz jó állapotának (potenciáljának) elérése és fenntartása a természetvédelmi célok egyidejű teljesítésével lehet eredményes, mivel az élőhelyek jelentős értékű ökoszisztéma szolgáltatásokat nyújtanak például a talaj vízmegkötő képességének javításával, a víz természetes rendszerekben, mint a mélyfekvésű, ár-, vagy belvíz által veszélyeztetett területeken történő tárolásával. (Kvassay Jenő Terv Nemzeti Vízstratégia 2015).

Az éghajlatváltozás - többek között – a vízhez kötődő ökoszisztéma szolgáltatások megváltozásán keresztül befolyásolja mindennapi életünket. Ezek a negatív változások egyrészt a villámárvizekkel sújtott területek vízgazdálkodóinak figyelmét irányíthatják az ökológiai szemléletű vízkészlet-gazdálkodás alkalmazása felé, másrészt az egyre erősödő vízhiány fokozza a vízkészletekért folyó versenyt nem csak a mezőgazdaság, az ipar és a települések részéről, hanem a természetvédelem, beleértve a vizes élőhelyek védelmét is. Ha a természettel együtt és nem ellene dolgozunk, megoldást találhatunk a fenti problémákra és számos további előnyre tehetünk szert nem csak éghajlatunk megőrzése szempontjából.

A klímaváltozás hatására hazánkban az alábbi ökoszisztémákra gyakorolt hatások bekövetkezése várható (Lakatos, Hoffmann, 2017):

- az égővre jellemző vegetáció határainak eltolódása;



- a társulások és táplálékhálózatok átrendeződése;
- a természetes élővilág fajainak visszaszorulása, különösen az elszigetelt élőhelyeken;
- hosszú távon a biológiai sokféleség csökkenése;
- inváziós fajok terjedése, új inváziós fajok (például kártevő rovarok és gyomok) megjelenése;
- az élőhelyek szárazabbá válása (például vizes élőhelyek eltűnése, homokterületek sivatagosodása);
- ökoszisztéma-funkciók károsodása;
- a talajok vízháztartásának változása, a talajban lezajló biológiai folyamatok sérülése;
- a tüzesetek gyakoribbá válása.

A következő részben ismertetjük, hogy az éghajlatváltozásból következő hidrometeorológiai változások, mint az aszály és árvizek hogyan kapcsolódnak a fenti hatásokhoz.

2.2.2 Égővre jellemző vegetáció megváltozása

Vegetációbiológiai szempontból az éghajlatváltozás a hőmérséklet és a csapadékviszonyok változása következtében a termőhelyek vízháztartását is átalakítja (Wattendorf et al., 2010). A hidrometeorológiai szélsőségek, mint például a rendkívüli szárazság, felgyorsíthatják az egyes vegetáció-populációk összetételének változásait azáltal, hogy életfeltételeket teremtenek új fajok számára és a jelenleg uralkodó fajok létfeltételeit rontják. Az elterjedés várható változása azonban fajonként eltérő, mivel az egyes éghajlati paraméterek különböző mértékben hatnak az egyes fajokra. A hatások főként fajspecifikus fiziológiai-hőmérsékleti és csapadéktűrési küszöbértékekhez köthetők (Woodward, 1987).

Arra a jelenségre, hogy egy terület növényzete hogyan alkalmazkodik a környezeti feltételekhez nagyon jó példa a Homokhátságon az elmúlt 50 évben végbement folyamat. Szemtanúi lehettünk itt, hogy ha kevesebb a víz, akkor úgy alakul át a vegetáció, hogy a szárazságtűrők, a kisebb vízigényűek, a kevesebbet párologtatók foglalnak teret, mert ők képesek sikerrel megmaradni a területen. A Duna-Tisza közén a természetes vegetáció megmaradt elemei a szárazodással küzdenek, és rendre alulmaradnak, így pl. a láp- és mocsárrétek kiszáradnak és lassan átadják helyüket a nyílt homoki gyepeknek. Ez az alkalmazkodás az oka annak, hogy a természetes vizes élőhelyek nagy része eltűnt a legutóbbi évtizedek során a Homokhátságról (is). Ez az eltűnés olyan mértékű, hogy a területen alig maradtak regenerálódásra képes lappangó fajok, amelyekből újraépülhetne egy-egy társulás, ezek az élőhelyek így véglegesen megszűntek, átalakultak.

Az uralkodó fajok kicserélődése évtizedeket vehet igénybe, és azon fajok, melyek migrációs képessége alacsony, vagy lassú, - pl a Homokhátsági vízigényes fűfélékhez hasonlóan - akár ki is pusztulhatnak az adott területről, mivel nem tudnak elég gyorsan elvándorolni ahhoz, hogy elkerüljék az éghajlatváltozás számukra káros következményeit. Megfigyelések szerint például az alacsonyabb tengerszint feletti magasságokból vagy szélességi körökből származó fajok gyorsabban terjednek a hidegebb élőhelyeken honos fajoknál (Aaerts et al., 2006). A hőmérséklet emelkedésével számos faj vertikálisan felfelé vagy a pólusok felé húzódik vissza, ami ezeken a területeken átmeneti diverzitásnövekedést eredményez rövid távon (Aaerts et al., 2006), azonban hosszabb távon ez a folyamat a biológiai sokféleség csökkenését okozza a



nagymértékben mobilis és opportunistá fajok szelekciója révén (Malcolm et al., 2002). Másként fogalmazva, egyes növény és állatfajok jelentősen elszaporodhatnak háttérbe szorítva ezzel más, érzékenyebb, ritkább fajokat.

Egy finn kutatás szerint a huszadik század második felében a szárazföldi területek 12,1%-át érintette a melegebb vagy szárazabb éghajlati típusoknak megfelelő vegetáció átalakulása. Az éghajlati modellek előrejelzéseit figyelembe véve különösen Északkelet-Európában, az Ibériai-félszigeten, a Fekete-tenger környékén és az Alpokban várhatók jelentős változások. Összességében a vizsgált, felsorolt területek mintegy 45-70%-át érinti majd a melegebb vagy szárazabb éghajlati típus felé történő elmozdulás, kibocsátási forgatókönyvektől függően (Jylhä et al. 2010).

Ezek a változások nem csak a természetes ökoszisztémákban okoznak negatív következményeket, hanem az emberi hasznosítás alatt álló kultúrtájakon is. Például a fokozódó aszályoknak köszönhetően csökken a gyepek és legelők biomassza termelése a növényi diverzitás csökkenésének következtében, így a minőségi takarmány az év rövidebb időszakában áll majd rendelkezésre (Sebastia et al. (2008).

A növénytakaró előre jelzett mértékű módosulása jelentős alkalmazkodási és mitigációs lépéseket kíván mind vízgazdálkodási, mezőgazdasági, erdőgazdálkodási területeken is.

Az egészséges ökoszisztémák megőrzése és a már degradált környezet helyreállítása – különösen például a tőzeglápok és vizes élőhelyek helyreállítása, az erdők újratelepítése, a sivatagosodás megállítása, stb – és a vizekkel történő megfelelő gazdálkodás lehetőséget kínál a védekezésre és az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának csökkentésére is. Emellett a természetközeli és a gazdálkodásba vont ökoszisztémák – így a mezőgazdasági célúak is – ökológiai szemléletű kezelése az aktív szénmegkötés és kibocsátáscsökkentés eszköze is lehet (EB 2009).

2.2.3 A klímaváltozás hatása a talajok vízgazdálkodására

Egy adott területre jellemző talajviszonyok - több más egyéb tényező mellett - nagy mértékben függenek az éghajlattól, különösen pedig a csapadéktól. Az éghajlati paraméterek a talajképző folyamatokon keresztül, például a talaj vízháztartásán, vagy a szervesanyag-képződés és - lebontás sebességének alakulásán keresztül vannak közvetlen kölcsönhatásban a talajjal. A klíma és annak változása a talajokban lejátszódó biogekémiai és hidrológiai ciklusokon keresztül pedig közvetett hatással van az adott talajon élő ökoszisztémára is. Ugyanakkor fordítva is igaz, tehát az éghajlatváltozás és az antropogén tevékenységek az ökoszisztémák működésének megváltoztatása révén (lásd előző fejezet) a talajviszonyokra lehetnek hatással (Gelybó et al. 2018).

Néhány változó különösen kritikus a mezőgazdaság szempontjából: a jövőbeli csapadékminták és annak eloszlása az év folyamán; valamint a szélsőséges időjárási események előfordulása. Ezeknek a változásoknak az alábbi hatásaival számolhatunk a mezőgazdasági vízgazdálkodás területén (Iglesias, Garroteb 2015):

- a víz iránti megnövekedett igény minden régióban az evapotranszpiráció növekedése és a hőmérséklet emelkedése miatt;



- a vízhiány növekedése, különösen a tavaszi és nyári hónapokban, ami növeli az öntözés vízigényét, különösen a jelenleg vízhiányos területeken;
- a vízminőség romlása a magasabb vízhőmérséklet és a kevesebb csapadék miatt egyes régiókban, különösen nyáron, ami további stresszt jelent az öntözött területeken;
- téli árvízveszély amiatt, mert a csapadék inkább eső formájában hullik le

2.2.3.1 A talaj fizikai tulajdonságainak változása

A szélsőséges klimatikus hatások a talajokban fizikai és kémiai változásokat idézhetnek elő. Az éghajlatváltozás következtében a talajok vízgazdálkodásának romlása a következő fizikai tulajdonságok változása révén valósulhat meg.

A talaj textúrája

Általánosságban elmondható, hogy a talaj textúrája egy jelentős tényező az éghajlatváltozással szembeni sérülékenység szempontjából. Agyagtalajokon megfigyelhető jelenség, hogy azok ismételt nedvesítése és szárítása nagymértékben elősegíti a repedések kialakulását. Nagy esőzések után a mély repedések lehetővé teszik a víz gyors, közvetlen lefolyását a felszínről az altalajba. Ez csökkenti a talaj szűrőfunkcióját, növeli a tápanyagvesztést és a vízszennyezés valószínűségét. A legnagyobb vízmegetartó képességgel rendelkező talajok (iszapos talajok) reagálnak a legérzékenyebben az éghajlati paraméterek ilyen irányú változásaira.

Porozitás és térfogatsűrűség

Az éghajlatváltozás hatással van a talajok pórusviszonyaira is. A szárazodó és melegedő éghajlat növeli a makropórusok kialakulásának esélyét a felszínközeli talajrétegben. Részarányuk növekedése kedvezőtlenül hat a növényi gyökérszét fejlődésére, befolyásolja a talajnedvesség-forgalmat és a levegőzöttséget. A makropórusok javára történő pórusarány eltolódás azzal jár, hogy a víz a repedésekben mélyebbre jut, de gyorsabban mozogva a talajt nem nedvesíti át, emellett a szárazabb felszínről csökken a felszíni párologtatás mértéke is (Labancz et al., 2021).

Talajszerkezet: alak és stabilitás

A csapadék mennyiségének és időbeli eloszlásának változása és a hőmérséklet emelkedése közvetlenül befolyásolja a talajszerkezetet. A talajszerkezetre gyakorolt legfontosabb közvetlen hatások az esőcseppek romboló potenciálján, a felszíni lefolyás fokozódásán, valamint a szélsőséges csapadékesemények számának növekedésén keresztül érvényesülnek (Várallyay, 2005, 2010). Az intenzív esőzések fokozzák a talajaggregátumok aprózódását (Singh et al., 2011; Várallyay, 2007), a hőmérséklet emelkedése pedig, párosulva az alacsonyabb rendelkezésre álló vízmennyiséggel és az alacsonyabb biomassza és szervesanyag-tartalommal, a talajaggregátumok méretének és stabilitásának csökkenéséhez vezethet (Lavee et al., 1998), miáltal fokozódik a talaj eróziója. A kiszáradt talajok hirtelen nedvesedése során a talajszemcsékbe (aggregátumokba) bezárt talajlevegő szinte szétrobbantja azokat, míg a tartós vízborítás a talajszemcséket összetartó erő meggyengülését, végső soron szétiszapolódását, a mikropórusok erőteljes túlsúlyát okozza (Labancz et al., 2021).

A talaj víztartalma

Holsten et al. (2009) az éghajlatváltozás múltbeli tendenciáit és lehetséges jövőbeli hatásait vizsgálta a talajnedvesség dinamikájára. Eredményeik alapján a 21. század közepére az átlagos rendelkezésre álló talajvíz 4-15%-os csökkenése várható.



A víztartalom csökkenésének egyik oka, illetve megjelenési formája az erőteljesen felmelegedő és kiszáradó talajfelszíneken kialakuló víztaszító (hidrofób) talajjelleg, ami jelentősen és hosszabb távon is rontja a talaj vízgazdálkodási tulajdonságait tovább erősítve ezzel a klímaváltozás negatív hatásait. Hidrofób talajjelleg akkor jön létre, amikor forró levegő (szárazság vagy tűz) szétoszlatja a legfelső, humuszos rétegben található viaszos vegyületeket a talajszemcséken (McHale et al. 2007), így a talaj vízmegkötő képessége nagy mértékben lecsökken. Annak valószínűségét, hogy egy talaj víztaszítóvá, tehát kvázi vízlepergetővé váljon nem csak a klimatikus viszonyok, hanem a hidrofób anyagok jelenléte, a talaj textúrája, mikrobiológiai összetétele, a talajfelszín érdessége, a talaj szervesanyag-tartalma, a talaj kémiai összetétele, savassága, a talaj víztartalma, talajtípus, az agyagrészecskék ásványi jellege is befolyásolja (Jordán 2013). Például a durva textúrájú, 5 %-nál kevesebb agyagot tartalmazó homokos talajok nagyon hajlamosak arra, hogy víztaszítóvá váljanak. Továbbá hidrofób tulajdonság megfigyelhető még fenyőerdők avarrétege alatt, meszes homoktalajokon, de kialakulhat szennyezőanyagok hatására (pl. tisztító- vagy fertőtlenítőszerben lévő felületaktív anyagok) vagy súlyosabb (és várhatóan egyre gyakoribbá váló) tüzesetek következtében is. A víztaszító talajjelleg kialakulása után, még ha a csapadékosabb időjárási viszonyok visszatérnek is, a kialakult hidrofób tulajdonságok miatt a talaj már nem tudja visszanyerni korábbi víztároló képességét (Goebel et al. 2011). Emiatt az érintett talajon csökkenő vagy egyenetlen beszivárgás és növekvő mértékű felszíni elfolyás (vízeróziót és árvizeket) tapasztalható. A nagyobb járatokon, repedéseken keresztül a csapadék döntő hányada rövid időn belül átfolyik, így csökken a feltalajban visszatartott víz mennyisége (Labancz et al., 2021).

Szervesanyag raktározás

Aszályos körülmények között, ami az éghajlatváltozás miatt valószínűbb, a hidrofób talajjelleg kialakulása potenciálisan hatással lehet a talaj szénmegkötő és szénraktározó képességére is. A fentebb ismertetett víztaszító talajtulajdonságok hatására a mikrobiális aktivitás csökken, miáltal a talaj szerves anyagának lebomlásából felszabaduló szén aránya csökken. Másrészt viszont az alacsonyabb talajnedvességtartalom csökkenti a növények számára rendelkezésre álló víz mennyiségét, ezáltal csökkentve az asszimiláció mértékét. A lecsökkent mikrobiális aktivitásból származó rövid távú előnyöket azonban hosszabb távon ellensúlyozhatja a CO₂ megkötés csökkenése, ami összességében negatív hatást gyakorol a talaj szén-dioxid-nyelő funkciójára (Goebel et al., 2011).

Egy 2019-ben megjelent amerikai tanulmány (Green et al. 2019) szerint az éghajlatváltozás fentiekben ismertetett talajnedvességre gyakorolt negatív hatása átlépheti a "fordulópontot", így a század második felére a talaj nettó szén-dioxid-"nyelőből" CO₂-forrássá válhat.

2.2.3.2 A talaj kémiai tulajdonságainak változása

Az éghajlatváltozás következtében a talajok vízgazdálkodásának romlása a talajkémiai tulajdonságok változásán keresztül is megvalósulhat.

A legfontosabb talajkémiai tulajdonságok közé tartozik a pH, az oldható sótartalom (elektromos vezetőképesség), a tápanyag- és karbonáttartalom ill. ezek eloszlása a talajszelvényben, a kationcsere kapacitás (CEC) és a bázistelítettség (BS) értéke. Bár az éghajlatváltozásra adott talajkémiai válaszok jobb megértéséhez elengedhetetlen a talaj szénkörforgásának ismertetése, a téma túl nagy terjedelmű a jelen tanulmány kereteihez



képeket, ezért a hangsúlyt a talaj kémiai tulajdonságaira gyakorolt néhány közvetlen hatásra korlátozzuk.

A növekvő csapadékmennyiség fokozhatja a kimosódást és a talaj savasodásához vezethet. A reduktív közeg elősegíti a toxikus elemek (pl. nehézfémek) mobilizációját, és kedvezőtlen feltételeket eredményezhet a növények és más élő szervezetek számára.

Ezzel ellentétben a szárazság a savasodási folyamat ellen hat. A hőmérséklet emelkedése a kevesebb csapadékkal párosulva a kapilláris vízmozgás és párolgás által a talajban lévő vízmennyiség csökkenését eredményezi, ami sófelhalmozódást (azaz szikesedést) eredményezhet (Várallyay, 2007).

A kationcsere kapacitás a talaj kolloidfelületein, például az agyagásványok és a szerves anyagok felületén kicserélt kationok teljes mennyiségét jelenti. Az adszorbeált kationok minősége és aránya fontos szerepet játszik a talaj aggregátumszerkezetének kialakulásában, és ennek következtében a talajvízgazdálkodásban (Amezketá 1999). Például a Ca^{2+} , mint speciális "ragasztó" képes fenntartani és védeni a talaj aggregátumszerkezetét, míg a sóval terhelt talajok esetében (különösen a szolonyecekben) az adszorbeált nagy mennyiségű Na^+ kationok diffúz aggregátumszerkezetet és ezáltal rossz vízgazdálkodást eredményeznek talajban (David and Dimitrios 2001).

A talaj termékenységének és minőségének másik fontos feltétele a tápanyagok, különösen a nitrogén körforgása a talajban, ami szoros összefüggésben van a víz- és a szénkörforgással. Ezért a vízháztartást és a szén ciklust befolyásoló tényezők a tápanyagok elérhetőségét is befolyásolják.

Összességében elmondható, hogy a talajok szélsőséges vízellátottságának hosszú távú következménye tehát a vízvesztés (pl. növekvő felszíni lefolyás), a talajanyag-vesztés (ezzel járó szervesanyag-, növényitápanyag-vesztés), a biológiai sokféleség csökkenése, valamint az ezek következtében fellépő növénypusztulás és -károsodás, ebből fakadóan pedig a (mind mennyiségi, mind minőségi) termésvesztés lesz. Számolnunk kell azzal, hogy az éghajlatváltozás hatással lesz a teljes mezőgazdasági rendszerre, a termesztett növények reakcióira, melyek a klimatikus paraméterek alakulásával szintén változnak majd.

2.2.4 Vizes élőhelyek eltűnése és kapcsolatainak átalakulása

„A vizes élőhelyek (pl. mocsarak, árterek, holtágak) olyan területekként határozhatók meg, amelyek magas talajvízszintű környezetben találhatóak, és amelyeket állandó (sekély víztestek) vagy átmeneti elöntés, illetve vízzel telített talajok jellemeznek. A vizes élőhelyek kiemelt figyelmet kapnak a természetvédelemben, mivel unikális természeti entitások, másrészt számos védett faj élőhelyét biztosítják. Jelentőségüket növeli, hogy több kritikus ökológiai funkciót látnak el, melyek közül a leggyakrabban említett a vízminőségvédelem, azaz a szárazföldről származó terhelés visszatartása. A másik fontos funkciójuk a felszíni és felszín alatti hidrológiai viszonyok szabályozása. Ennek keretében szerepük lehet például a lefolyó esővizek tárolásában, ilyen módon a lejjebb fekvő területek elárasztásának veszélyét csökkentve. Szintén a hidrológiai funkciók közé tartozik az erózió elleni védelem, partvonal stabilizáció, valamint a helyi klimatikus viszonyok stabilizálása. A funkciók harmadik csoportja



a biológiai sokféleség megőrzése: a vizes élőhelyeken számos olyan faj találja meg életfeltételeit, amelyek természetvédelmi, vagy pedig gazdasági szempontból értékesek.

Magyarországon a vizes élőhelyek a természet, a táj, a Kárpát-medence ökoszisztémarendszerének meghatározó elemei, melyek azonban mára – Európa legnagyobb részéhez hasonlóan - a leginkább sérültek és nagyrészt eltűntek a hazai élőhelyek közül. A felszíni és felszín alatti vizek szennyezése, az ökológiai hálózat folytonosságának sérülése ugyancsak rontott a helyzeten. Mivel a vizes élőhelyek ökoszisztémái a vízmennyiségtől, így a vízszintektől függenek, ezért az éghajlatváltozás, különösen a csapadék változásai várhatóan jelentős hatással lesznek ezekre az élőhelyekre és a hozzájuk kapcsolódó fajokra. Ráadásul a jelenleg tapasztalható időjárási szélsőségek ezen területek jelentős részét egy olyan időszakban éri, amikor korábbi anyag- energia- és vízháztartási helyzetük már átalakult, és alapvetően is a szárazodás, a szélsőségek és a biológiai sokféleség, az ökoszisztémaszolgáltatások csökkenése, az ökológiai önszabályozó képesség csökkenése a jellemző, így a kedvezőtlen hatások kivédése még sokkal nehezebb.

Az ármentesített területek csak igen kis mértékben vesznek részt a víz- és hordalékkörforgásban, ezen területek stabilitása lényegesen nagyobb, ami kedvezőbb lehetőséget nyújt a kitűzött ökológiai célok eléréséhez. Ezeken a területeken a természetes folyamatokat elsősorban a vízjárás határozza meg, amennyiben a terület nem rendelkezik vízellátással, úgy az elérhető talajvízszint a meghatározó. Azokon a területeken, ahol a felszíni vízellátás, illetve a természetes vízjárás nem biztosított és a talajvízszint süllyedése figyelhető meg, a korábbi vizes ökoszisztémák visszaszorulásával kell számolni. Ezért alapvetően szükséges a vizes élőhelyek és a többletvíz hatástól függő – akár ma már nem természetesnek tekinthető – vízkapcsolatainak fenntartása és/vagy helyreállítása, a mederben, talajban, vizes élőhelyeken való víztározás fokozása. Ez nem csak ökológiai, természetvédelmi, hanem egyértelműen gazdasági, sőt a többletvizek visszatartása, visszatarthatósága miatt már stratégiai kérdés is. A vízpótló rendszerekkel rendelkező területeken lehetővé válik a meghatározó ökoszisztémák fenntartása, és az ehhez szükséges vízjárás biztosítása is.

A vízgazdálkodásban ezért elsődleges cél kell, hogy legyen a természetes önszabályozáson alapuló, a várható, jövőbeni természeti adottságokhoz alkalmazkodó, a táj szerves részét képező, ugyanakkor magasabb szintű ökoszisztémaszolgáltatásokat biztosító vizes élőhely-hálózat helyreállítása és kialakítása, szükség szerint mesterséges vízpótló rendszerekkel is.”
(VGT3 JVK Vitaanyag)



3 VÍZGAZDÁLKODÁS — LEFOLYÁSI VIZSGÁLATOK — ÁRVÍZVÉDELEM

A vízgazdálkodás a természet vízháztartásának a társadalom szükségleteivel való optimális összehangolására irányuló tervszerű tudományos, műszaki, gazdasági és igazgatási tevékenység. Fő feladatai a vizek hasznosítására, a hasznosítási lehetőségeinek megőrzésére, a vizek kártételei elleni védelmére, és a védekezésre irányulnak. A vízgazdálkodás feladatai különböző műszaki, jogszabályi és gazdasági eszközökkel oldhatók meg. Alapja az 1995. évi LVII. törvény, mely többek között részletesen taglalja a vizekkel és vízilétesítményekkel kapcsolatos feladatokat, minden érintettre (állami, vízügyi igazgatósági, önkormányzati) egyértelműen lebontva. Konkrét, összefogott vízgazdálkodási stratégia szükséges a vízgazdálkodási politika által lefektetett célok megvalósíthatóságához.

Az Európai Unió vízpolitikáját a 2000/60/EK irányelv, közismert nevén a Víz Keretirányelv (VKI) határozza meg, mely 2000. december 22-én lépett hatályba az EU tagországaiban. Jogi keretet biztosít az EU tagállamoknak a szárazföldi felszíni és felszín alatti vizek, az átmeneti vizek, és a parti tengervizek védelméhez. Célja, hogy 2015-re a „jó állapotba” kerüljenek a felszíni és felszín alatti víztestek. Olyan hosszú távon fenntartható intézkedéseket kell eszközölni, melynek elemei:

- A vizekkel kapcsolatban lévő élőhelyek védelme, állapotuk javítása.
- A fenntartható vízhasználat elősegítése a hasznosítható vízkészletek hosszú távú védelmével.
- A vízminőség javítása a szennyezőanyagok kibocsátásának csökkentésével.
- A felszín alatti vizek szennyezésének fokozatos csökkentése, és további szennyezésük megakadályozása.
- Az árvizeknek és aszályoknak a vizek állapotára gyakorolt kedvezőtlen hatásainak mérséklése.

A VKI végrehajtásának első lépéseként Magyarország első vízgyűjtő-gazdálkodási terve (VGT1) 2010 áprilisában készült el. A VKI előírásai szerint a vízgyűjtő-gazdálkodási terveket 6 évente felül kell vizsgálni, ezért 2015. év végére elkészült a VGT1 első korszerűsített, felülvizsgált változata, a VGT2, amely a 2016-2021 közötti időszakra vonatkozó intézkedési programot határozta meg.

A VKI szerinti VGT felülvizsgálati kötelezettségnek megfelelően 2021. december 22-ig kell elkészülnie Magyarország felülvizsgált, 2022-2027 időszakra vonatkozó, harmadik vízgyűjtő-gazdálkodási tervének (VGT3). A terv nem csak Magyarország területére, hanem a Duna folyam teljes, nemzetközi vízgyűjtőjére is elkészül.

A VKI nem konkrétan a víztesthez kapcsolódva, hanem tágabb, vízgyűjtő szemlélettel igyekszik a „jó állapot” elérését biztosítani, ezért az intézkedéseknek országhatárokon átnyúló hatásai is lehetnek, rész-vízgyűjtőktől kiindulva, melyek esetében helyi szinten szükségesek beavatkozások, a vízgyűjtő egészére kiterjedően, amikor a vízgyűjtővel érintett tagállamok közös együttműködése szükséges a célkitűzések elérése érdekében. Fontos, hogy mindezt ún. komplex megközelítéssel teszi, mely alapján többek között a vízügyi, környezetvédelmi, természetvédelmi, jogi, gazdasági szempontokat egyaránt figyelembe veszi.



Szintén az Európai Unió 2007. október 23-án léptette hatályba a 2007/60/EK irányelvet, mely Árvízkezelési Kezelési Irányelv, vagy Árvíz Irányelv néven ismert. A tagországok számára egységesen, és kötelező jelleggel szabályozza az árvízkezelés értékelésének és kezelésének témakörét. Az Országos Vízügyi Főigazgatóság 2010 óta koordinálja ennek magyarországi végrehajtását a 178/2010 (V.13.) Kormányrendelet alapján, mely munka során előzetes kockázatbecslést, árvízi veszély- és kockázati térképeket, továbbá az árvízkezelésre, csökkentésére hozandó intézkedéseket kellett kidolgozni.

A Kormány Magyarország Árvízi Országos Kockázatkezelési Tervét (ÁKK) 2016. március 25-én a 1146/2016. (III.25.) Korm. határozatban fogadta el.

Magyarország Kormánya 1432/2012. (X. 9.) határozatával elrendelte a Kvassay Jenő Terv elkészítését és a Vízügyi-gazdálkodási Terv felülvizsgálatát. A Kvassay Jenő-terv (KJT) - a Nemzeti Vízföldrajzi Stratégia - a magyar vízgazdálkodás 2030-ig terjedő keretstratégiája és 2020-ig terjedő középtávú intézkedési terve. A kormányzati stratégiai irányításról szóló 38/2012. kormányrendelet értelmében (vízügyi) szakpolitikai stratégia. Célja olyan szükséges intézkedések megfogalmazása, melynek következményeképpen hazánk elkerülheti a vízválságot, megőrzi a vizet a jövő nemzedékek számára. Ezen felül a beavatkozások hatására hatékonyan élhetünk kínálkozó előnyeivel, és kellő biztonságban lehetünk fenyegető káraitól. A KJT feladata olyan szükséges intézkedések azonosítása, valamint a végrehajtás feltételeinek és módjának a meghatározása, mely során ezek a célok kijelölhetők, és elérhetők.

Legfőbb célkitűzései:

- vízvisszatartás fokozása és vizeink jobb hasznosítása,
- a veszélyhelyzet-elhárítás orientált vízkárelhárításról a megelőzőközpontú vízgazdálkodásra történő áttérés,
- a vizek állapotának fokozatos javítása és a jó állapot elérése,
- a vízfolyások természetes állapotának megtartása,
- az elviselhető fogyasztói teherviselés mellett működő minőségi víziközmű-szolgáltatás fenntartása és a csapadékvíz-gazdálkodás rendszerének kialakítása,
- a társadalom és a víz viszonyának javítása,
- a vízügyi tervezés és irányítás megújítása,
- a vízgazdálkodás gazdaságsszabályozási rendszerének megújítása.

A Kormány 2017. március 7-én fogadta el a Kvassay Jenő Tervet. (NAK – 2017)

Láthatjuk, hogy a vízgazdálkodásból a legkisebb helyi közösségektől, önkormányzatoktól kezdve, egészen nemzeti, és nemzetközi együttműködés szintjén mindenkinek ki kell vennie a részét.

3.1 Az éghajlatváltozás hatásainak vízgazdálkodási következményei

Mint az előző fejezetekben leírtakból is láthatjuk, a klímaváltozás kezelése és a vízpolitika elválaszthatatlan egymástól. A VKI és a KJT is egyik fő feladatának tekinti a kockázat megelőző vízkárelhárítást, valamint a vízvisszatartást és a vízszétosztást. A jelenleg aszályal, árvízzel és

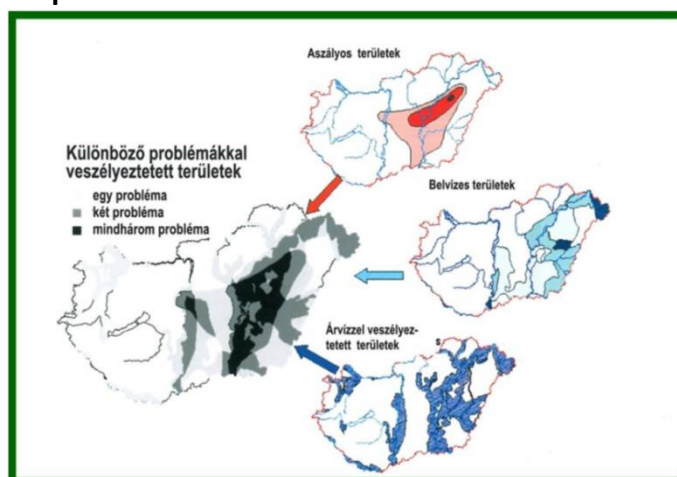
belvízzel sújtott területek kezelését csak az évszázados vízgazdálkodási szemléletmód megváltoztatásával lehet fenntartható módon orvosolni. Nagyon fontos szempont, hogy napjaink legfőbb problémája már nem a víztöbblet, hanem az egyre nagyobb károkat okozó vízhiány. A probléma kezeléséhez elsősorban a belvizeket és árvizeket kellene felhasználni. Az éghajlat melegekedése miatt bekövetkező szélsőségek enyhítésére a természetes módszerekre alapozott, vízmegetartó gazdálkodás lehet a megoldás.

Az Adaptációs útmutató (Hercig, Szatzker 2021) alapján az éghajlati változások különböző földrajzi adottságokkal és környezeti tényezőkkel rendelkező településeken különbözőképpen fejtik ki hatásukat. Ezen hatások alapján érdemes a településeket az alábbiak szerint csoportosítani a vízgazdálkodási szempontok figyelembevételével.

Településtípusok:

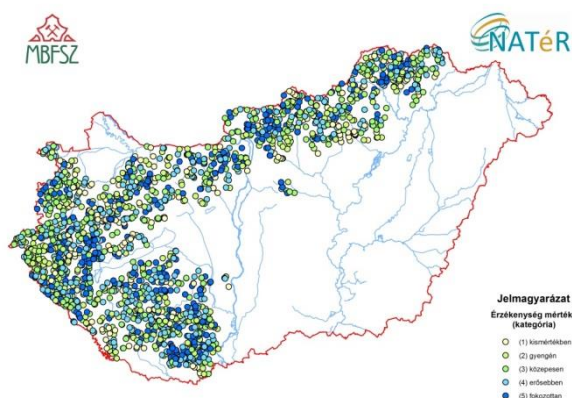
A) Síkvidéki, nagy folyók menti települések

Magyarország síkvidékein, ahol régen a nagy folyóink árterei voltak, egyszerre veszélyeztetettek belvízzel, árvízzel és aszályal is a települések. Sokszor a belvizes vagy az áradással fenyegetett tavaszi időszakokat aszályos nyár követi, és mind a túl sok víz (árvíz, belvíz), mind a túl kevés víz (vízhiány, aszály) problémát jelent. Az Alföld jelentős részére igaz, hogy mind árvízzel, mind belvízzel, mind aszályal veszélyeztetett, ezen területeket az alábbi térkép ábrázolja.



2. ábra Különböző és többféle vízjárású szélsőségekkel veszélyeztetett területek. (Forrás: Nemzeti Vízstratégia, 2017)

B) Domb- és hegyvidéki települések



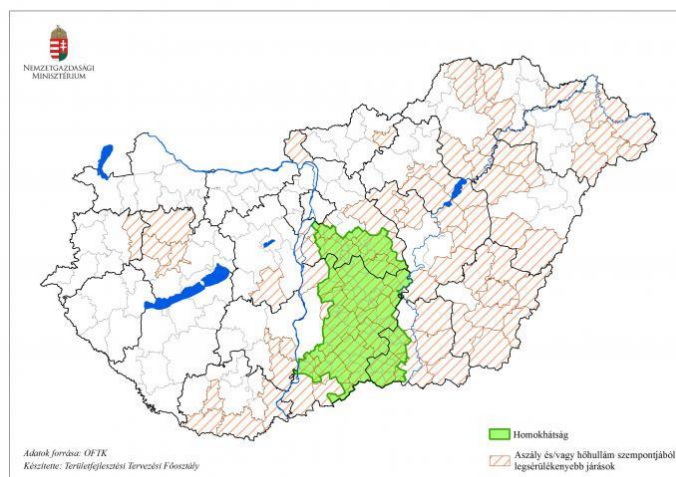
3. ábra Hazánk domb- és hegyvidéki vízyűjtőinek villámárvízzel fenyegetett kifolyási pontjai. A pontok színe a villámárvíz-fenyegetettség erősségét jelzi, egy településen akár több vízyűjtő, így több veszélyeztetett kifolyási pont is lehet. (Forrás: NATÉR)

A hegy- és dombvidéki települések legnagyobb veszélyforrását a villámárvizek, azaz a rövid idő alatt intenzíven lehulló csapadékból származó árvizek jelentik. Ezek levonulása gyorsabb, mint a folyókon kialakuló árvizeké, de intenzitásából, kiugró mennyiségéből adódóan komoly veszélyt jelent a természeti és az épített környezetre.



C) Duna–Tisza közti homokhátsági települések

A Duna–Tisza közti Homokhátság különleges adottságú terület, ahol az aszályos időszakok elnyúlása és a vízhiány jelenti a legsúlyosabb problémát. 40-50 évvel ezelőtt ezeken a területeken olyan vízgazdálkodási beavatkozások történtek, melyek során az épített csatornák, lecsapolók, az erdősítések, vagy akár a kútúrások teljesen megváltoztatták a vízháztartást. Hasonló problémák jelentkeznek az utóbbi időben a Nyírségben is.



4. ábra A Homokhátság települései, valamint az aszály és/vagy a hóhullám szempontjából legsérülékenyebb hazai járásek. (Forrás: www.terport.hu/tematikus-terkepek/homokhatsag)

Egyéb környezeti szélsőségek

A felmelegedés és a megváltozó fizikai környezet az élő környezetre is befolyást gyakorol, új fajok jelenhetnek meg és szaporodhatnak el, például a mezőgazdaságot veszélyeztető kártevők, az egészségünket fenyegető allergén gyomok vagy akár a fertőzéseket terjesztő fajok, mint a tigrisszúnyog vagy a kullancsok. Számítani lehet tehát eddig itthon nem jellemző fajok, kártevők, betegségek elterjedésére is.

Az ábrákról leolvasható, hogy domb- és hegyvidéken elsősorban a villámárvizek, síkvidéken a belvív, aszály, árvíz, hóhullám egységesen okoz problémákat.

A VGT3 Jelentős vízgazdálkodási kérdések vitaanyaga alapvetően boncolgatta már ezeknek a környezeti szélsőségeknek a hatásait, elsősorban síkvidéki területeken.

Felszíni vizek szempontjából az alföldeken egyre nagyobb területek válnak veszélyeztetetté. A csapadékos időszakok (tél vége, tavasz eleje) során egyre több belvívveszélyes régió alakulhat ki, melynek visszahúzódásával a szárazság, aszály válik uralkodóvá. A kevesebb nyári csapadék, a hőmérsékletnövekedés miatt kialakuló fokozott párolgás hatására nem csak a mezőgazdasági területek, de az esetleges öntözésre felhasználandó kisvizek, csatornák víztelítettsége, vízhozama is csökken. Emiatt erőteljes figyelmet kell fordítani a megfelelő mértékű tározásra, a víz helyben tartására.

A vízhozamok csökkenése nem csak a kisvizek esetében jelentenek problémát. A kisvizeken tapasztalható csökkenés a befogadó vízfolyások, tavak vízhozamát is érezhetően befolyásolja, nem csak mennyiségi, de minőségi (hígítás, öntisztulás, szennyezőanyag) szempontból is. Ezeknek jelentős kihatása van az ökológiára, a mezőgazdaságra, stb.



Felszín alatti vizek esetében is negatív folyamatok várhatók minőségi és mennyiségi szempontból egyaránt. Csökken az öntözés, a talajok nedvességtartama. A kiszáradás a termőképesség romlását, szélsőséges esetekben szikesedés vonzanak magukkal.

Összességében elmondható, hogy az aszályos területek egész Magyarországon egyre nagyobb méreteket öltenek. Nem feltétlenül összefüggő területen, először szigetszerűen, de idővel egyre nagyobb kiterjedésben. Ráadásul évről évre súlyosabban, és intenzívebben jelentkezik aszály. Ennek a vízhiánynak az azonnali megakadályozása, a vízmérleg helyreállítása egyre sürgősebbé válik.

Elsősorban a dombvidéki régiókban a hirtelen keletkező, gyors árvizek következtében megnő a havária események kockázata. A villámárvizek fokozzák az erózióveszélyt, amely során nagyobb mennyiségű szennyezőanyag, hordalék mosódik le a vízgyűjtőkről, miközben romlik a vízfolyások tápanyagmérlege.

Következtetés

„Magyarországon az éghajlatváltozás hatásai miatti, a vízgazdálkodási szélsőségek elleni küzdelem jelentősége növekszik. Emberi beavatkozás nélkül (passzív alkalmazkodással) a mai víz ökológiaigazdasági-társadalmi állapotok fenntartása sem biztosítható a jövőben.

Az éghajlatváltozás káros hatásai kapcsán a felszíni vizek hiánya egyes területeken még inkább a felszín alatti vízkészletek kiaknázása felé fordítja a vízhasználókat, amely a felszín alatti vízkészletek túlhasználatának és minőségromlásának kockázatát növeli.” (VGT3 JVK Vitaanyag)

3.1.1 Vízvisszatartás kérdése

A 2.1. fejezetben ismertetett okok alapján a csapadék várható időbeli eloszlásának átrendeződése hatással van a felszíni vízkészlet átrendeződésére. Emellett például a téli csapadék egyre kisebb mértékben jelenik meg hó formájában, inkább, mint eső hullik jellemzően, ezáltal az eredetileg hó halmazállapotban tárolt vízkészlet késleltetés nélkül fog lefolyni.

Az árvíz kockázat csökkentésére a vízfolyásokon a vizes élőhelyekhez, természetes tavakhoz, tározókhoz kapcsolódóan természetes és mesterséges, minden szakágra nézve gazdaságos vízvisszatartó intézkedések szükségesek.

A kulcs az összegyülekezés meghosszabbítása, az összegyülekezési idő elnyújtása.

A lefolyást több tényező befolyásolja:

- morfológiai jellemzők:
 - a vízgyűjtő terület nagysága,
 - a vízgyűjtő terület alakja,
 - a vízgyűjtő terület magassági viszonyai, esése,
 - a terepi összegyülekezés hossza,
 - a vízfolyás medrének esésviszonyai
 - a vízfolyás tározókapacitása,
 - a mederben való lefolyás hossza,



- meteorológiai jellemzők:
 - a csapadék mennyisége, formája, intenzitása, eloszlása,
 - hóvíztartalom,
 - napsugárzás, hőmérséklet,
 - szélirány, szélesebeség,
 - páratartalom, párolgási potenciál

- geotechnikai jellemzők:
 - talaj anyaga, összetétele,
 - talajvíz szintje,
 - talaj víztelítettsége,
 - beszivárgás lehetséges mértéke,
 - tározóképesség,

- földhasználati jellemzők:
 - természetes növénytakaró,
 - művelési mód.

A vízgyűjtő terület nagy felülete önmagában nem jelent gyors lefolyást, annak alakja, esése, meredeksége viszont azt jelentősen befolyásolja. Az egyenletes, széles kiterjedésű, nagy esésű, meredek lejtőn jóval kisebb az összegyülekezési idő, mint a hosszú, lankásabb terepeken, ezért itt intenzívebb, gyorsabb lefolyással kell számolni. Fontos szerepe van a talaj szerkezetének, összetételének. Tömör talajok esetében a beszivárgás minimális, szinte a teljes területre eső csapadék felszíni vízként jelenik meg. Homok, iszapos homoktalajok a csapadék nagy részét elnyelik, így a lefolyási viszonyok jóval kedvezőbbek. A természetes növényzettel sűrűn benőtt, vagy rendszeres mezőgazdasági művelés alatt álló talajok esetében a lefolyási tényező és az összegyülekezési idő is alacsonyabb, mint a kopár, letarolt, sziklás lejtőkön. Jelentős szempont még a művelési mód megválasztása. A szintvonalakra merőleges művelés megvezeti a vizet a barázdák mentén, így növeli a lefolyást. Célszerű lejtőre merőleges művelésű táblákat kialakítani, ezzel egyfajta vízvisszatartást képezni. A növénytelepítés, erdősítés során kimondottan jó eredményeket lehet elérni a vízvisszatartás szempontjából. Az így megnövelt összegyülekezési idő következtében elnyúlik az árhullám, csökken az intenzitás, alacsonyabb árhullám jön létre. Ez a domb- és hegyvidéki települések esetében jelentősen csökkenti az árvízveszélyt. A síkvidéki árvízi védekezésben fokozott figyelmet kell arra fordítani, hogy a hullámtereken, árvízvédelmi töltések között kerüljük a lefolyáscsökkentő elemek (pl. növénytelepítés) alkalmazását, mert pont ellentétes hatást vált ki. Ellenkező esetben megnöveljük az árvízi kockázatot azáltal, hogy visszatartjuk az árhullámot, meggátoljuk a leürülést, így az árvízszintek magasságát növeljük. Síkvidéken a legcélszerűbb, ha megtartjuk a medreket eredeti állapotukban, ezáltal nagyobb hosszban, bővebb mederben kisebb vízszintek jönnek létre, annak kilépési valószínűségét csökkentve. Ez a belvízi elöntések kockázatát is csökkentheti.

A fentiekből is látszik, hogy a teljes vízrendszer komplex vizsgálata elengedhetetlen a beavatkozási módszerek meghatározása, és jelentős eredmények elérése szempontjából. A vizsgálatoknak mind a jelenlegi, mind a klímaváltozás alapján előre jelzett állapotok szerinti



vízgyűjtőkre, területekre ki kell térniük. Nem elegendő csupán a tározási kapacitás megnövelése vízgyűjtő szinten, már elég korán, a felsőbb vízgyűjtő szakaszokon szükséges kisebb visszatartásokat eszközölni akár visszatartó műtárgyak (természetes és mesterséges gátak), akár tározók, tavak formájában. A teljes vízfolyásszakaszokon vissza kell térni a természetes állapothoz, meg kell őrizni az árterületeket, belvíz gyűjtőket, természetes növényzetet, ahol ezek kiirtásra kerültek, vissza kell állítani a korábbi állapotokat, meg kell szüntetni a talajba való befolyást gátló létesítményeket (burkolatokat). Mindezen beavatkozások a vízgyűjtők egészére levetítve a települési és területi vízgazdálkodás összehangolásával, egymással kombinálva képeznek csak pozitív hatásokat (VGT3 JVK Vitaanyag).

A LIFE-MICACC projekt egyik feladata a lefolyás-modellezés az elkészült öt pilot projekt (Bátya, Püspökszilágy, Rákócziújfalu, Ruzsa, Tiszatarján) esetében. Az öt mintaterületről centiméterre pontos felmérés készül, és olyan extrém eseményeket vizsgálnak, melyek előfordulása egyre gyakoribb, elsősorban a klímaváltozás hatásai következtében.

A mintaprojektek sajátossága, hogy egy település közigazgatási határán belül adnak útmutatást különböző késleltető, visszatartó rendszerek kialakításával kapcsolatban. Azonban lehulló csapadék nem ismer települési határokat, egy vízgyűjtő több település területén át is húzódhat, emiatt a modellezés nem ilyen egyszerű. Teljes vízgyűjtő területet kell kijelölni, és azok részvízgyűjtőin található településeken kell monitoringot létesíteni.

„A modell a vízgyűjtők domborzati-, hőmérséklet- és csapadék-adataival dolgozik elsősorban. Ehhez további információt szolgáltatnak a különböző felszínborítási, talajnedvesség adatok, melyek a mezőgazdasági területek problémáinak okaira is rámutathatnak.

A modellezés – többek között – a következő kérdésekre keres választ:

- Mennyi víz áll rendelkezésre (részvízgyűjtő szinten)?
- Honnan származik a víz (általánosságban és árhullám esetén)?
- Hol lehetne ezt a vízmennyiséget megtartani?
- Honnan származik a hordalék?
- Hol vannak hordalék-visszatartási helyek?
- Hol jöhetne létre újabb hordalék-visszatartási hely?

A lefolyásmodellek, azon kívül, hogy megadják a lehetséges folyásirányt, segíthetnek meghatározni adott terület legsérülékenyebb pontjait, továbbá azon helyszíneket, ahol a leghatékonyabban tudnak teljesíteni a vízvisszatartásra szolgáló megoldások (legyenek azok természetes vagy mesterséges műtárgyak).” (forrás: <https://vizmeztartomegoldasok.bm.hu/hu/aktualitasok/lefolyas-modellezes-mintateruleteken-hasznos-adatok-a-felkeszueleshez>)



3.1.2 Aszály és vízhiány

Mind hazánkban, mind nemzetközi szinten a vízgazdálkodás legnagyobb problémáját a tartós aszály és vízhiány jelenti. A klímaváltozás következtében ezek előfordulási gyakorisága, tartóssága és súlyossága határozott növekedést mutat. Azért is rendkívül fontos az aszály elleni védekezés, mert vízgazdálkodási szempontból gyakorlatilag minden mindenre hatással van:

- vízellátásra
- mezőgazdaságra
- turizmusra

Az aszály nem csak és kizárólag a vízhiány miatt jelent problémát, hanem az időszakosan megjelenő víz minőségére és az ebben megjelenő ökoszisztémára is hatással van. Emiatt a gazdasági és társadalmi károk elhárításán kívül a káros természeti folyamatokat is meg kell akadályozni.

Itt az idő, hogy megállítsuk ez az egyre jobban terjedő problémát. Leghatékonyabban úgy védekezhetünk ellene, ha a csapadékos, vizesebb időszakokban kellő figyelmet fordítunk a víz felhalmozására, helyben tartására, tározására, majd száraz időszakokban azok hasznosítására. Nyilván ez nem mindenhol, és minden körülmények között valósítható meg, de fel kell ismerni hol vannak olyan lehetőségek, melyek viszonylag olcsón alkalmazhatók. Ahol az adottságok folytán (nem megfelelő talajadottságok, fokozott elszivárgás, elpárolgás) költségesebb megoldások szükségesek, azok központi (anyagi) támogatása feltétlenül szükségessé válik.

3.1.3 Kisvízfolyások problémaköre

A kisvízfolyások a hegyi és felföldi területek vízfolyásai. Három fajtája:

- Patakok: Vízgyűjtőterületük kisebb, mint 500 km², átlagos vízhozamuk kisebb mint 5 m³/s, hosszúságuk kisebb mint 50 km. Általában nagy vagy közepes esésű, völgyekben futó, túlnyomórészt gyors folyású, helyenként sellős-zuhatagos, általában köves-kavicsos medrű, ritkás növényzetű, rendszerint hegyvidéki kisvízfolyások.
- Csermelyek: Közepes és kis vízhozamú, közepes esésű, csendes folyású, kavicsos-homokos-iszapos medrű, rendszerint gazdag szegélynövényzetű, főleg dombvidékekre jellemző kisvízfolyások.
- Erek: Nyílt, lapályos alföldi területek sekély, szétterült, csaknem pangó vizű, szélsőséges vízjárású, homokos-iszapos fenekű, pocsolyás, dús vegetációval benőtt kisvízfolyásai.

A hegyi vízfolyások alja többnyire keskeny, rézsűje meredek, V betűre emlékeztető. Jellemzőjük, hogy esők után gyorsan megduzzadnak, a bennük áramló víz zavarossá válik. Jellemzőik rendkívül gyorsan megváltoznak, melyet a bennük élő élővilágnak le kell követnie. Elsősorban vízelvezető funkciót látnak el, azonban a velük szemben támasztott igények köre idővel jelentősen felbővült. A további feladatok, amiknek meg kell felelniük:

- öntözővíz szállítás,
- belterületi csapadékvíz elszállítása,



- belterületi szennyvíz (használtvíz) elszállítása,
- ökológiai értékek megóvása,
- horgászati igények,
- használt termálvíz befogadása.

Ekkora igényeknek természetesen a kisvízfolyások nem tudnak mindig, egyszerre megfelelni. Amennyiben ez mégis sikerül, úgy jelentős vízminőségbeli problémák merülhetnek fel, ami alapján „jó állapotuk” megszűnik.

„A pontszerű és diffúz terhelések jóval nagyobb negatív hatást jelentenek a kisvízfolyások esetében. Míg egy időszakos vízfolyás nyári kisvízes időszakában a bevezetett tisztított szennyvíz a vízhozam jelentős részét teszi ki, így jelentősen lerontva annak minőségét; addig egy nagyobb vízhozamú csatorna esetében a jóval nagyobb hígítás miatt ugyanazon minőségű és mennyiségű szennyvízbevetésnek nem jelenik meg jelentős negatív hatása. 2010-ben imissziós határértékek kerültek bevezetésre a felszíni víz vízszennyezettségi határértékeiről és azok alkalmazásának szabályairól szóló 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet által, melyben a vízfolyások minőségére vonatkozóan határozták meg a határértékeket. Az imissziós határértékek bevezetése által a terhelések vizsgálatánál megjelenik a terhelhetőségi vizsgálatok elvégzésének szükségessége, mely során a víztestekbe vezetett szennyezőanyagok azok mennyiségének függvényében kerülnek vizsgálatra. A megfelelően tisztított szennyvizek elvezetésénél jobb megoldás a helyben, öntözéssel történő hasznosításuk, ami olcsóbb, kevesebb vízminőségi problémát jelent, a vízfolyások ökológiai állapota és a felszín alatti vizek szempontjából is kedvezőbb.

Síkvidéki vízgyűjtők esetében jelenleg nem megoldott a belterületi beépítések, vízvezetőhálózatfejlesztések következtében intenzíven jelentkező víztömegek külterületi befogadókba történő bevezetése. A bel- és a külterületi elvezető-rendszerek csatlakozási pontjainál kiépítendő puffertározók lehetőséget biztosítanak a dinamikus jelentkező vízmennyiségek károkozás nélküli időszakos tárolására, addig amíg az elvezetési kapacitások annak elvezetését nem biztosítják. Az így kialakuló időszakos vízborítású területek akár a tájképi potenciál, akár a biodiverzitás megőrzésében, fejlesztésében is jelentős szerepet játszhatnak.” (VGT3 JVK Vitaanyag)

3.2 Károk, helyi vízkárelhárítási problémák Önkormányzatok és VIZIG-ek szintjén

A magyarországi településeket sújtó legjelentősebb vízkárok a következők:

- villámárvíz,
- aszály,
- árvíz,
- belvíz.

A klímaváltozás következtében ezen problémák gyakorisága, intenzitása fokozatosan nő. Nagy többségben ezek kombináltan is jelen vannak. A villámárvíz leggyakrabban a hegy- és dombvidéki térségben jelenik meg, az aszály, árvíz és belvíz inkább síkvidéki vízkárjelenség.



A vizek kártételei elleni védekezés szabályairól szóló 232/1996. (XII.26.) Korm. rendelet 1.§ 4. pontja szerint a helyi vízkárelhárítás az árvíz-, belvízvédekezés céljából kiépített védőművek hiányában a fellépő káros vizek elleni védekezés, továbbá az elöntések folytán a területen szétterült vizeknek a vízfolyásokba, csatornába vezetése. Alapja leggyakrabban a hirtelen lehulló, nagy mennyiségű csapadék. Sík- és dombvidéken egyaránt megjelennek vízkárok.

Hegy- és dombvidéken a vízkárok jellemzően a gyors lefolyás miatt keletkeznek. A nagy vízsebesség megbontja a talajt, és jelentős mennyiségű hordalékot szállít magával. Amikor a hordalék mennyisége extrém módon megnő, a vízfolyás nem fér el tőle a medrében, és kiönt. Ez veszélyeztethet utakat, vasutakat, azok műtárgyai (hidak), de mezőgazdasági területeket is egyaránt.

Síkvidéken ennek éppen ellenkezője a jellemző, a lassú lefolyás miatt, ahol a szükséges árkok, levezető medrek hiányoznak a beszivárgás miatt a talaj felső rétege telítődik. A magas talajvíz következtében nő a belvízveszély, a mezőgazdasági területeken vízfoltok alakulnak ki.

A károk megelőzésére, csökkentésére a dombvidékeken a vízvisszatartás (természetes és mesterséges gátak, tározók, tavak), síkvidéken a vízkormányzás, a belvízcsatornák jó karba helyezés, folyamatos karbantartása lehet a megoldás.

A települések területén lokálisan kialakuló vízkárok helyi vízkárnak tekintendők.

A települési (helyi) vízkárelhárítás önkormányzati hatáskörbe tartozó védekezési forma.

A vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. törvény VI. Fejezete rendelkezik a védekezésre kötelezettek esetén, hogy a vizek kártételei esetében milyen feladatokat kell ellátni. Pl.: védőművek építése, fejlesztése, fenntartása, üzemeltetése, védekezés.

A 232/1996. (XII. 26.) Korm. rendelet 6.§-a adja meg, hogy a védekezés műszaki feladatainak helyi irányítását ki látja el.

A 8.§-a a védekezésre kötelezettek feladatait részletezi a védekezésre való felkészülés során: a védőművek, azok műtárgyai és tartozékai, valamint a védekezési berendezések, gépek, eszközök és felszerelések karbantartását; a védekezési tervek és nyilvántartások elkészítését, kiegészítését; a saját védelmi szervezetek megszervezését és felkészítését, továbbá a felsoroltak rendszeres, évenkénti felülvizsgálatát; védekezési gyakorlatok tartását.

A 14. §-a a védekezési készültségi fokozatok elrendelésének, módosításának, illetve megszüntetésének lépéseit tartalmazza.

Települési (helyi) vízkár esetén tehát a védekezésre kötelezettek, vagyis elsősorban az önkormányzatok feladata a települési (helyi) vízkárelhárítási tervek elkészítése / elkészíttetése (az erre jogosultsággal rendelkező felelős tervezővel), melyre egy módszertani útmutató került kidolgozásra, amely az OVF honlapján megtalálható.

Amennyiben a települések közigazgatási területén (helyi) vízkár események jelentkeznek, a fentnevezett jogszabályok értelmében az önkormányzatoknak el kell rendelniük a védelmi fokozatot, be kell jelenteniük azt a jogszabályban meghatározott érintetteknek, és meg kell kezdeniük a védekezést a települési (helyi) vízkárelhárítási tervük alapján.



Az önkormányzatok legfontosabb feladatai:

- vízvezető művek (árkok, csatornák, vízfolyások) kiépítése, azon fenntartása, folyamatos üzemeltetése
- a védelemre való felkészülés a védművek fokozatos karbantartásával
- védekezési terv elkészítése
- védekezés
- védekezés utáni helyreállítás

A vízügyi Igazgatóságok feladata a vízkárelhárítási feladatok ellátása a felkészüléstől kezdve a védekezéssel kapcsolatos operatív tevékenységeken át a vízkárok helyreállításáig. Koordinálja a területi védelmi bizottságok és az összekötők védelemmel kapcsolatos tevékenységét. Felügyeli az önkormányzati kezelésben levő védelmi műveket, szakmai segítséget ad a vízkárelhárítási tevékenységhez.

A főbb igazgatósági vízkárelhárítási feladatok:

- árvízvédelem,
 - megelőzés és felkészülés
 - árvízi riasztás és előjelzés
 - a védekezés megszervezése, szakmai irányítása
 - közreműködés egyéb szervezetekkel
- jeges árvíz elleni védekezés,
 - keletkező és érkező jég megfigyelése, kezelése, kártétel nélküli levezetésének biztosítása
 - műtárgyak, parti létesítmények védelme
 - jégtorlaszok kialakulásának megakadályozása
 - jégtorlaszok rombolása
- belvízvédelem,
 - belvízvezető létesítmények folyamatos karbantartása
 - szivattyúzás, szivattyútelepek működtetése, üzemeltetése
- helyi vízkárelhárításban való közreműködés, koordináció,
 - fent részletezett feladatokban való közreműködés
- vízminőségvédelem
 - szennyezések észlelése, felderítése, nyomon követése
 - ezekben alkalmazandó eszközpark fenntartása
 - a kollégák folyamatos továbbképzése
- vízhiány kárelhárítás.
 - vízpótlás az ivóvíz szolgáltatás, ipari, mezőgazdasági és ökológiai vízigények biztosítására, a vízminőség romlásának megakadályozására



5. ábra Helyi vízkárelhárítás az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság területén (Forrás: www.eduvizig.hu)

A LIFE-MICACC projekt keretében online felmérésre került sor 2021. február 9. és 2021. március 31. között a természetes vízmeztartó megoldásokkal kapcsolatban 3177 hazai önkormányzat körében az Integrált Közszolgáltatási Információs Rendszeren (IKIR) keresztül. A kérdőívet összesen 435-en töltötték ki, elsősorban hazai kistelepülések (5000 és 1000 fő alatti települések).

A felmérés tapasztalatai:

- A gyakoriságra vonatkozó kérdésre 58% azt válaszolta, hogy évente több alkalommal tapasztalnak szélsőséges időjárás hatására bekövetkező eseményeket. 15% szerint évente egy alkalommal jelentkeznek ilyen események.
- A vízkárok tekintetében túlnyomórészt a túl kevés víz és a túl sok víz együttesen okoz problémát.
- Legtöbb esetben az extrém időjárási körülmény villámárvíz formájában jelentkezik (31%). A belvíz (20%), és az árvíz (17%) is viszonylag gyakran megjelenő probléma.
- Az extrém időjárási körülmények okozta károk alakulása:
 - árvíz 10.000-30.000.000 Ft/év
 - aszály 100.000-3.000.000.000 Ft/év
 - belvíz 100.000-500.000.000 Ft/év
 - villámárvíz 300.000-50.000.000.000 Ft/év
 - egyéb 200.000-15.000.000 Ft/év
- A válaszadók nagy része hallott már a természetes vízmeztartó megoldásokról, és túlnyomó többségben alkalmazzák is ezeket a településükön. 95% érdeklődik ezen megoldások iránt, szeretne többet megtudni róluk, hogy alkalmazni tudják a védekezés során.

(forrás:

https://vizmeztartomegoldasok.bm.hu/storage/dokumentumok/Riport_Hazai%20felmeres%20a%20termesztes%20vizmeztarto%20megoldasokkal%20kapcsolatban.pdf).



3.3 Tulajdonjogi, kezelői problémák

A rendszerváltást követően a kis vízfolyások jelentős része kikerült az állami tulajdonból. A nem megfelelően előkészített privatizáció, és részarány kiosztás folytán a kisvízfolyások egy-egy szakasza magántulajdonba került. Az egyes állami tulajdonban lévő vagyontárgyak önkormányzatok tulajdonába adásáról szóló 1991. évi XXXIII. törvényben foglaltaknak megfelelően, a korábban tanácsai kezelésű vízfolyások önkormányzati tulajdonba kerültek.

Az előzőek alapján kimondhatjuk, hogy a vízfolyások tulajdonjoga sok esetben rendezetlen, az üzemeltetése nem megoldott.

A ma is magántulajdonban álló vízfolyások esetében az üzemeltetés szakértelem hiányában nem megoldott. A magánszemélyeknek nem érdeke a vízfolyás megfelelő szintű karbantartása. A magánszemélyek sok esetben a művelhető terület növelése érdekében a kisebb árkokat beszántották.

Az önkormányzati tulajdonba került vízfolyások, vízilétesítmények esetében is kimondható, hogy szakértelem, illetve forrás hiányában az üzemeltetés nem megfelelő szinten történik.

A nemzeti vagyonról szóló 2011. évi CXCVI. törvényben nevesítésre kerültek azok a vízfolyások, illetve vízilétesítmények, amelyek kizárólagos állami tulajdonban állnak. Az ingatlan-nyilvántartás szerint azonban ezek közt a vizek közt is több olyan van, ami a törvényben foglaltakkal ellentétben vagy önkormányzati, vagy magántulajdonban áll.

A vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. tv 2015 júliusában hatályba lépett módosítása kapcsán az állami tulajdonú vizek kikerületek a vízitársulatok kezeléséből. A törvény 3. § a kezelési feladatot a vízügyi igazgatósághoz rendeli, a vízügyi igazgatóság vagyonkezelői joga törvény erejénél fogva keletkezik. Attól függetlenül, hogy a jog és ezzel együtt a kezelési vagyonkezelési kötelezettség törvény erejénél fogva keletkezett, a törvény 3. § (6) bekezdése a vízügyi igazgatóságok vagyonkezelői jogának bejegyzéséig a vízitársulathoz rendeli a feladatot. Az ingatlan-nyilvántartásba történő bejegyzést a vízügyi igazgatóság kezdeményezi. Sok korábban vízitársulat kezelésében álló víz esetében a bejegyzés nem történt meg, így a vízfolyás, vízilétesítmény kezelőjének személye ma sem tisztázott.

A beruházások szempontjából a rendezett tulajdonjogú vizek esetében a forgalomképtelen vagyonkörbe tartozás miatt a létrehozásra kerülő vízilétesítmény kizárólag a vízfolyás, vízilétesítmény tulajdonosának tulajdonába jöhet létre. Ez kizárja, hogy egy vegyesrendeltetésű létesítmény magánberuházásban jöjjön létre úgy, hogy a létesítmény magántulajdonba kerüljön. Ugyanúgy kizárt, hogy egy állami tulajdonú vízen az önkormányzat saját tulajdonába hozzon létre egy tavat vagy tározót.

A tulajdonjog alapján az üzemeltető személye is meghatározott, egy kizárólagos állami vízen létesített vízilétesítmény üzemeltetője kizárólag a vízügyi igazgatóság lehet, függetlenül attól, hogy a létesítményt az önkormányzat hozta létre.



4 NEMZETKÖZI KITEKINTÉS ÉS HAZAI ISMERTETŐ

4.1 Nemzetközi gyakorlat

Az EU Környezetvédelmi Főigazgatósága kiemelten támogatja a természet alapú zöld infrastrukturális megoldásokat, mely fokozatosan beépül a vízre vonatkozó szakpolitikák sorába. Számos tevékenység és kapcsolódó releváns információs portál is elérhető az éghajlatváltozásról (<https://climate-adapt.eea.europa.eu>), a biológiai sokféleségről (<https://biodiversity.europa.eu>), az erdőről (<https://data.jrc.ec.europa.eu/collection/FISE>).

Amint azt a Környezetvédelmi Főigazgatóság hivatalos honlapján részletezték, "A természetes víz visszatartási intézkedések (NWRM - Natural Water Retention Measures) támogatják a zöld infrastruktúrát azáltal, hogy hozzájárulnak a természet és a biodiverzitás megőrzésével és helyreállításával, tereprendezésével stb. foglalkozó integrált célokhoz." (forrás: <http://nwrp.eu/>)

Az NWRM a vízszektorban alkalmazott zöld infrastruktúra, amely lehetővé teszi az egészséges vízi ökoszisztémák elérését és fenntartását, és számos előnyt kínál.

Az NWRM tevékenységek és földhasználati típusok széles skáláját fedi le. Számos különböző intézkedés működhet NWRM-ként azáltal, hogy ösztönzi a víz visszatartását a vízgyűjtőn belül, és ezen keresztül javítja a vízgyűjtő természetes működését.

Az alábbi ágazatok szerint kategorizálja a beavatkozási típusokat:

- Mezőgazdaság
- Erdőgazdálkodás
- Városi infrastruktúra
- Hidromorfológia

Az NWRM projektben átfogó, de nem előíró jellegű intézkedések széles skáláját fejlesztették ki, de előfordulhatnak más, vagy a felsoroltakhoz hasonló intézkedések is. Az intézkedések közül egy vagy több végrehajtásakor mindig ellenőrizni kell, hogy a definíció szerint NWRM-nek minősülnek-e.

A vízgazdálkodás szempontjából elsősorban a hidromorfológiai jellegű beavatkozások a mérvadóak. Az NWRM projekten belül a következőkben bemutatott beavatkozásokat különböztetik meg.

4.1.1 Medencék és tavak

Ebbe a kategóriába olyan létesítmények sorolhatók, melyeket a meglévő csatornahálózaton, azzal szoros összefüggésben kell kialakítani. Fő céljuk, hogy a felszíni lefolyás sebességét, dinamikáját megtörjék, ezáltal visszatartsák a területre eső, arról gyorsan távozni szándékozó csapadékvizet, valamint lehetővé tegyék annak felhasználását egy későbbi, szárazabb időszakban. A különbség a felsorolt létesítmények között, hogy amíg a tavak vízborítottsága folyamatos, de míg száraz időszakokban kevesebb, csapadékosabb hetekben, hónapokban akár több vizet is vissza tud tartani, addig a medencékben, tározókban csak időszakosan jelenik



meg a csapadékvíz. A vízvisszatartásban betöltött szerepük, hogy a kisebb csapadékoknál elősegítik a helyben tartást, beszivárgást, míg nagyobb, káros víztömegeknél a szabályozott kiöntés eszközeiként szolgálnak. A kis települések esetében a kezelt szennyvizek helyben tartása javasolt, ezért ezirányú funkciót is betölthetnek.



6. ábra A Baranya-csatorna tározója(Forrás: <http://www.ddvizig.hu>)

4.1.2 Vizes élőhelyek helyreállítása és kezelése

A vizes élőhelyekről szóló egyezmény (Convention on Wetlands, vagy Ramsari Egyezmény - 1971) szerint a vizes élőhely olyan természetes vagy mesterséges, állandó vagy ideiglenes mocsarak, ingoványos és tőzeges területek, vagy vízi élőhelyek, amelyben álló vagy folyó, friss, félsós (brakkvíz) vagy sós víz található, beleértve azon tengeri területeket, melyek mélysége nem haladja meg a hat métert apály idején. Vízvisszatartást, a biológiai sokféleség növelését vagy a vízminőség javítását biztosítja. A vizes élőhelyek helyreállítása és kezelése a következőket foglalhatja magában:

- műszaki, térbeli nagyszabású intézkedések (beleértve az újranedvesítő árkok telepítését vagy az elöntést lehetővé tevő gátak levágását);
- kis léptékű technikai intézkedések, mint például a fák kiirtása;
- a földhasználatban, és a mezőgazdasági intézkedésekben bekövetkezett változások, például a természetesi gyakorlatok adaptálása a vizes élőhelyeken.

Javíthatják a degradált vizes élőhelyek hidrológiai állapotát, és általában javíthatják az élőhelyek minőségét. A városi területeken mesterséges vagy épített vizes élőhelyek létrehozása szintén hozzájárulhat az árvíz mérsékléséhez, a vízminőség javításához, valamint az élőhelyek és tájkép javításához.



7. ábra Vizes élőhely ((Forrás: Gebhard Schueler)

4.1.3 Ártéri helyreállítás és kezelés

Az ártér a vízfolyással közvetlenül határos olyan terület, amely természetes teret ad az ár- és csapadékvíz visszatartásának. Régebben a szabályozatlan folyók, vízfolyások sűrűn kiöntöttek, elárasztva az ártéri területeket. A folyamatos nedvesítés, tápanyagban gazdag lerakott hordaléknak köszönhetően az ártéri talajok általában nagyon termékenyek, és egy bizonyos idő után gyakran kiszáradtak, ezért mezőgazdasági területként használták fel őket. Azonban a művelés közbeni előntésektől a gazdálkodók már mindenképpen meg szeretnék volna óvni ezeket a földeket, emiatt az ártereket sok helyen töltésekkel, gáttal vagy más, a folyó folyásának szabályozására szolgáló építményekkel is elválasztották a folyótól.

A jelentős ártéri szerepek így elvesztek a talajvízelvezetés, az intenzív urbanizáció és a folyók szabályozása miatt. A cél az, hogy ezeket helyreállítsák, újra visszacsatolják őket a folyókhoz, ezáltal megtartva korábbi adottságukat és ökoszisztéma funkcióikat.

Az ártéri szerepek helyreállítása olyan intézkedéseket igényel, mint:

- a csatornakorrekció,
- az örökölt üledék eltávolítása,
- tavak vagy tavak kialakítása az ártéren,
- a mezőgazdasági felhasználás megújítása vagy módosítása,
- erdősítés,
- őshonos fűvek, cserjék és fák telepítése,
- füves medencék és mocsarak kialakítása,
- vizes élőhely létrehozása,
- invazív fajok eltávolítása,
- parti puffertározó telepítése és fejlesztése,



8. ábra Árterek helyreállítása (Forrás: Thomas Borchert)

4.1.4 Vissza kanyargósítás

A folyókanyarulat az a folyó által felvett U-alak, vagy ahhoz hasonló medervonal, amely lehetővé teszi a víz sebességének csökkentését. A múltban a folyókat számos esetben kanyarulatuk levágásával szabályozták, így elősegítve az árhullámok gyorsabb levezetését, vagy akár a kiöntések megakadályozását. Észak- és Nyugat-Európában sok folyót kiegyenesítettek, korrigáltak, hogy például megkönnyítsék a rönkúsztatást és/vagy felgyorsítsák a vízfolyást, valamint szabályozzák/korlátozzák a mederkiöntéseket. A szabályozás azért is volt fontos, mert így értékes földeket szereztek mezőgazdasági művelésre. A folyó visszakanyargósítása új kanyargós meder kialakítását vagy levágott kanyarulatok visszacsatolását jelenti, ezzel lelassítva a folyó áramlását. A meder új formája új áramlási feltételeket teremt, és nagyon gyakran pozitív hatással van az üledékképződésre és a biodiverzitásra is. Az újonnan kialakított vagy újracsatlakozott meanderek a vízi és szárazföldi növény- és állatfajok széles skálájának is élőhelyet biztosítanak.

Magyarországon a Tisza és mellékfolyóinak szabályozása, holtágainak levágása volt a folyószabályozások közül a legjelentősebb. Nyilván ezek visszacsatolása nem feltétlenül lehetséges, de kisebb folyók, patakok, esetleg fagyűjtő csatornák esetében a korábban épített gátak (akár ideiglenes) megnyitása, a vízfolyások természetközeli visszaállításával lehet pozitív eredményeket elérni a vízgazdálkodás terén

Előtte:



Utána:



9. ábra Visszakanyargósítás (Forrás: <http://riverwatch.eu/en/the-morava-anniversary-project-2014>)



4.1.5 A vízfolyások medrének visszaállítása természetközeli állapotukba

Az előző ponthoz kapcsolódó beavatkozási módszer. De nem elsősorban a gátak eltávolítására koncentrál, habár mint fontos eszköz, természetesen azt természetesen szintén számításba veszi.

A vízfolyás medrének két összetevője a folyásfenék és a mederpart. A múltban sok medret mesterségesen kibéleltek betonnal, illetve sziklával, ezzel módosítva az áramlás paramétereit és csökkentve a helyi fauna élővilágát, ezáltal a vegetáció sokszínűségét. A beavatkozások célja általában az árvíz megelőzése, gyors levezetése és a mezőgazdasági érdekek kiszolgálása volt. Ez egységesítette a vízfolyás sebességét, és gyakran csökkentette a folyón való utazás idejét is. A medrek természetes állapotba való visszaállítása során eltávolítják a beton alapot, illetve minden mesterséges műtárgyat, és természetes helyettesítőket alkalmaznak, melyek segítenek helyreállítani a biodiverzitást.

Ez a beavatkozás segíthet komolyan lassítani az eróziós folyamatot. Ennek a legfontosabb eleme a különböző stabilizációs technikák alkalmazása. A legnagyobb hatás akkor érhető el, ha az intézkedés során helyreállítják a vegetációs takarót, és a patakmeder természetességét is. Ez általában növénytelepítéssel történik. Bonyolultságuk szerint ezek a technikák két kategóriába sorolhatók:

- A partok természetes állapotának visszaállítása: Ez a folyamat nem igényel komoly szakértelmet, és a közepes szintű eróziós folyamatok megállítását célozza.
- Növény mérnöki beavatkozások: A technika során ökológiai és mérnöki elveket kombinálják, melynek segítségével medreket, partokat és lejtőket állítanak vissza növényeket használva alapanyagként, melyek élő keretet alkotnak a problémás terület körül.

Előtte:

Utána:



10. ábra Vízfolyásmeder visszaállítás természetes formába (Forrás: <http://chandrashekarasandprints.wordpress.com/2012/05/11/restoring-an-urban-river-bed-to-its-natural-eco-system-a-singapore-experiment/>)



4.1.6 Időszakos vízfolyások, belvívcsatornák helyreállítása, visszakapcsolása a vízvezető rendszerbe

Az időszakos vízfolyások olyan medrek, amelyekben a felszíni víz áramlása térben és időben bizonyos pontokon megszűnik. A globális vízvezető rendszer nagy részét alkotják, és szárazföldi, valamint vízi élőhelyként egyaránt szolgálnak, azok közötti dinamikus váltakozás jellemzi őket. Vízi, részben vízi és szárazföldi élőlények egyaránt használják ezeket az élőhelyeket. Árvízvédelem és öntözés szempontjából egyaránt jelentős szerepet töltenek be. Az időszakos vízfolyások vízhozamát, időbeli megjelenését, hasznosítását a klímaváltozás jelentősen befolyásolja. Értékeik és változatosságuk ellenére a klímaváltozás váltoásaival szembeni küzdelemben nincsenek megfelelően hasznosítva. Az időszakos vízfolyások helyreállítása és a vízvezető rendszerrel való oldalirányú összekapcsolása, működésének biztosítása az árvízi védekezés egyik alappillére lehet.

A belvívcsatornákkal kapcsolatban egy kettősség jellemző, ugyanis hasznos, és káros szerepet egyaránt betölthetnek a síkvidéki vízgazdálkodásban. Az idők során rengeteg, korábban működő belvívcsatorna került megszüntetésre, emiatt a belvízelvezetés zavartalansága is megszűnt. Ezek a belvívcsatornák visszaállítása, újra a vízvezető rendszerhez kötése mérsékelheti, csökkentheti azokat az elöntéseket, amelyek negatívan befolyásolják a mezőgazdasági területek művelhetőségét, használhatóságát. Azonban a leszívó hatásuk miatt könnyen áteshetünk a ló túloldalára, ahogyan azt számos magyarországi, főként homokhátsági példa mutatja. Emiatt célszerű ezeket a belvívcsatornákat időszakos elzárással kialakítani, ezáltal a folyamatos leszívás hatására kialakuló kiszáradásokat megakadályozni. A hangsúly a szabályozhatóságon van, mellyel az érintett területeken a talaj vízháztartása is szabályozható.

4.1.7 Holtági tavak és hasonló jellemzők visszakapcsolása

A holtági tó egy ősi kanyarulat a vízfolyáson, amelyet annak szabályozása során levágtak, ezáltal egy U alakú kis tó jött létre. A vízfolyáshoz történő visszacsatolása a két víztest közötti szárazföldi akadályok fizikai megszüntetését jelenti, ezzel elősegítve a vízfolyás általános működését az oldalirányú összeköttetés helyreállításával, az áramlások diverzifikációjával és a jelenlegi holtág folyószakaszának megtisztításával az árvizek jobb vízvisszatartása érdekében.



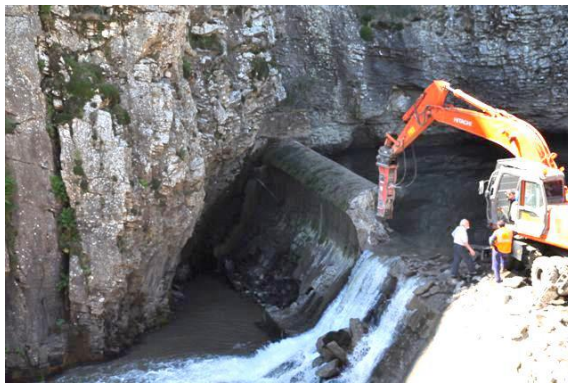
11. ábra Holtág visszakapcsolása Oxbow tó – Franciaország (Forrás: <http://nature.on-rev.com/2011/composants-du-paysage/>)

4.1.8 Mederanyag természetes állapotának visszaállítása

A mederanyag a felvízi oldalon erodálódott, a vízfolyás által szállított és a mederben lerakódott hordalék. Állhat durva és/vagy finom anyagból. Természetes állapotának visszaállítása a mederterhelés természetes szerkezetének és összetételének, különösen a durva és finom hordalék egyensúlyának megteremtéséből áll.

4.1.9 Gátak és egyéb keresztirányú akadályok eltávolítása

A gátak és egyéb keresztirányú akadályok keresztezik a vízfolyást, megszakítják az üledék és a fauna folytonosságát. Ezek eltávolítása az akadályok megszüntetését jelenti. Így visszaállítják a rézsút és a vízfolyás hossz-szelvényét, ami lehetővé teszi a vízfolyás hordalékáramlás dinamikájának helyreállítását éppen úgy, mint az üledék és az ökológia folytonosságát.



12. ábra Gát lebontása (Forrás:

http://www.rivernet.org/general/dams/decommissioning_fr_hors_poutes/brivescharensac_f.htm)

4.1.10 Mesterséges folyópartok eltávolítása

A folyópart lehet természetes és mesterséges terep is. A múltban számos mesterséges partot építettek beton vagy egyéb típusú visszatartó falakból, amelyek korlátozták a vízfolyások természetes mozgását, a vízfolyás degradációjához, megnövekedett vízáramláshoz, megnövekedett erózióhoz és a biodiverzitás csökkenéséhez vezettek. A vízpart természetközelivé tétele a part ökológiai összetételének visszanyeréséből áll. Így visszafordíthatóak a károk és különösen lehetővé teszik a part stabilizálását és a vízfolyások szabadabb mozgását. A természetes, biomérnöki megoldások kedveltebbek, de mérnöki szerkezeteket kell alkalmazni erős hidrológiai terhelések esetén.



13. ábra Vízpart stabilizáció (Forrás: <http://www.goldenvalleymn.gov/surfacewater/stream-bank-stabilization.php>)

4.1.11 A vízfolyás partvédelmének megszüntetése

A partvédelem egy olyan építmény, amely part rögzítését látja el, ugyanakkor akadályként szolgál a folyó oldalirányú kapcsolataival szemben. Eltávolításának lényege a partfal-védelem bizonyos, elsősorban inert részeinek eltávolítása, a folyó oldalirányú kapcsolatainak javítása, az áramlás (mélység, aljzat és sebesség) és az élőhelyek változatosabbá tétele, valamint az árvizek megfékezése érdekében. A beavatkozás számos egyéb intézkedés előfeltétele, mint a vízfolyás kiszélesítése vagy újra meanderezése, illetve beindítója a későbbi medermozgás és dinamika kialakulásának.

Ez az intézkedés indokolt, és rendkívül hatékony a nagy, kavicsos folyómedrekben, ahol a kavicsos sávok eltűntek, és a sekély, lassú élőhelyek gyakorlatilag hiányoznak. Az ilyen zárt folyók esetében gyakran az ívó- és ivadéknevelő élőhelyek (pl. a sekély, partközeli kavicsos sávok, oldalágak, holtágak) adják az áramlásokkal szembe fordított halfajok jelenlétének szűk keresztmetszetét. A folyópartokat jelentős mértékben megerősítették, a folyórehabilitáció lehetősége korlátozott a vízi közlekedés, a vízerőművek vagy az árvízi védekezés kapcsán, így az enyhítő intézkedések a folyópartra korlátozódnak.

4.1.12 Tavak helyreállítása

Egy tó valójában „víz visszatartó létesítmény”. Képes a víz tárolására (árvízvédelmi célból), illetve számos célra képes vizet biztosítani, mint a vízellátás, öntözés, halászat, turizmus, stb. Emellett szén-tárolóként is funkcionál, és fontos élőhelyet biztosít számos növény- és állatfaj számára (pl. gázlómadarak). A múltban a tavakat gyakran lecsapolták annak érdekében, hogy területüket szántóföldként hasznosíthassák, vagy egyszerűen elmulasztották a karbantartásukat, így feltöltődtek. A tavak helyreállítása a korábban lecsapolt tavak szerkezetének és működésének javításából áll.

4.1.13 A talajvíz természetes beszivárgásának helyreállítása

A felszín alatti víz fontos alkotóeleme annak a vízkészletnek, mely a lakossági vízfelhasználás, vagy más emberi tevékenységek következtében felhasználandó víz alapját képezi. A korábban

részletezett talajtani hatások következtében jelentősen csökkent a beszivárgási kapacitás számos földterületen, így korlátozva annak a mértékét, hogy a csapadék képes legyen beszivárogni és utánpótolni a felszín alatti vízáadó réteget. A természetes beszivárgás helyreállítása a felszín alatti vízbe lehetővé teszi a környező területeken a lefolyás csökkentését és javítja a felszín alatti vízáadó réteg állapotát és a vízkészlet elérhetőségét. A beszivárgással járó természetes tisztítási folyamat javíthatja a víz minőségét. Ezt az intézkedést „Mesterséges felszín alatti vízpótlás” néven is ismerhetjük a mérnök-irodalomból. A természetes beszivárgási kapacitás elősegítésének és helyreállításának mechanizmusa magában foglalja az alábbiakat:

- felszíni szerkezetek az utánpótlás elősegítéséhez/növeléséhez (pl. emésztők és beszivárgási medencék)
- felszín alatt közvetett utánpótlás – a beszivárgási képesség növelése a telítetlen zónába fúrt kutakon keresztül
- felszín alatti közvetlen utánpótlás – a felszín alatti víz vízkészlet beszivárgásának és utánpótlásának megvalósítása a telített zónát elérő kutakon keresztül.

4.1.14 Polderterületek újrarahonosítása (árvízmentesített belvizes mélyföld, belvízártér, belvizes terület)

A polder egy olyan alacsonyan fekvő földterület, amelyet töltés, az úgynevezett árvízvédelmi gát zár körül, mesterséges hidrológiai egységet alkotva. Ez azt jelenti, hogy nem áll kapcsolatban más külső vízzel, mint azzal, amelyik a kézi működtetésű eszközökön keresztül bejut a polderbe. A polder természetközeli tétele abban áll, hogy lehetővé teszi a gátakon belül a jobb víztározást, és a biodiverzitás növekedését.

Magyarországon nem jellemző. A tengerszint közeli, vagy az alatti fekvésű országokban inkább. Esetleg folyópartokon lehet még ilyen területeket találni. Itt a gátak időleges megnyitásával lehet az elöntéseket szabályozni.



14. ábra Példa polderterület újrarahonosítására (Forrás: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:2012-05-13_Nordsee-Luftbilder_DSCF8997.jpg)



4.2 Hazai gyakorlat

A LIFE (L'Instrument Financier pour l'Environnement) az Európai Unió környezetvédelmi politikáját támogató pénzügyi eszköz, amelyet 1992-ben hoztak létre. Hazánk 2001 óta vesz rész benne. Azóta számos természetvédelmi és környezetvédelmi projektünket támogatja az Európai Unió. A LIFE természetvédelmi pályázatok keretében jelentős léptékű élőhely-rekonstrukciók és fajmegőrzési programok valósultak meg.

A LIFE program 2016-os kiírásának keretében az **„Alkalmazkodás az éghajlatváltozáshoz”** kiemelt területen az EASME támogathatónak ítélte a **„Az önkormányzatok integráló és koordináló szerepének megerősítése az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás érdekében”** című hagyományos LIFE projektet.

A projekt céljai:

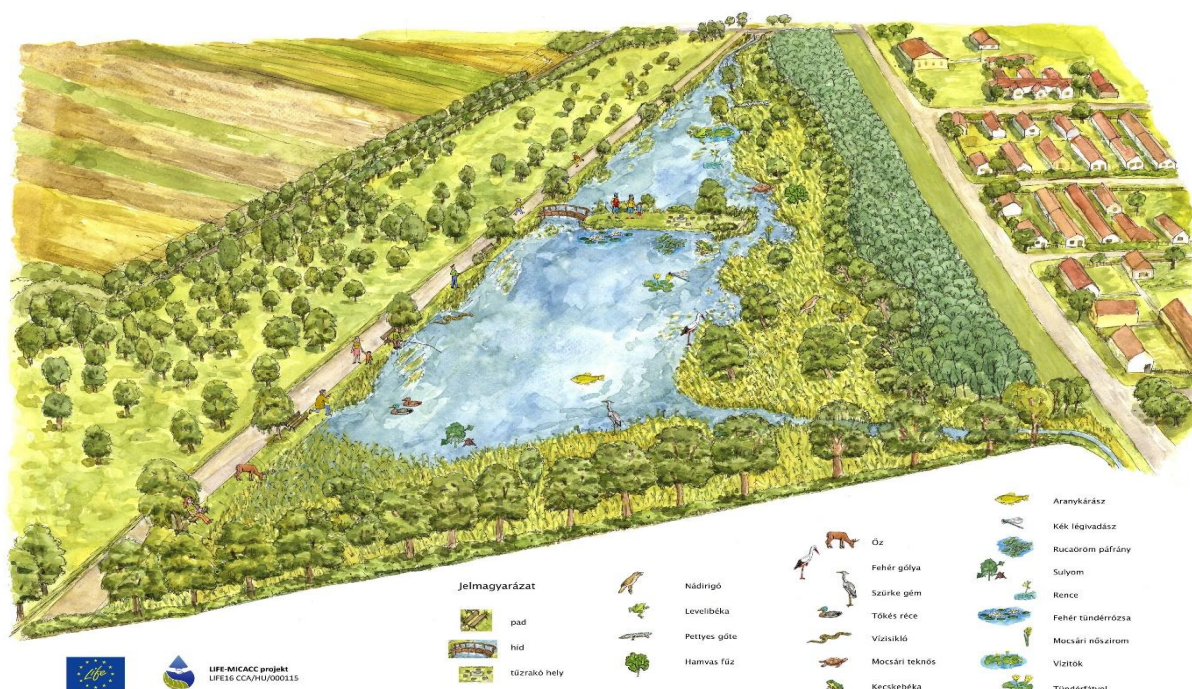
1. A helyi (települési és megyei) önkormányzatok döntéshozóinak, szakembereinek, egyéb alkalmazottainak, valamint a helyi érintettségű gazdasági szereplők figyelmének felhívása és tudásának bővítése a klímaváltozás hatásairól és a természetes vízmegetartást segítő megoldásokról, mint hatékony eszközökről az éghajlatváltozással szembeni ellenálló képesség fejlesztéséhez. Az Európában végrehajtott természetes vízmegetartást segítő intézkedések (Natural Water Retention Measures, a továbbiakban: NWRM) adaptálása és elterjesztése a magyar célcsoport körében.
2. Egyes természetes vízmegetartást segítő intézkedések gyakorlati felhasználhatóságának és működőképességének tesztelése, illetve szemléltetése közvetlenül a projekt célcsoportja, közvetetten a magyar lakosság körében, prototípusok kifejlesztésének és kivitelezésének formájában 5 kiválasztott helyszínen.
3. A teszüzemek során szerzett tudás disszeminálása, a kipróbált természetes vízmegetartást segítő intézkedések elterjedésének elősegítése az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás fejlesztésének céljából Magyarország különböző tájegységein, mind helyi, mind pedig megyei szinten. A projekt eredményeként a közös elképzelésre alapuló, helyi szinten létrejövő partnerségi kapcsolatok kiépülésének segítése.
4. A helyi erőforrások kiépítése az éghajlatváltozás hatásai szempontjából súlyosan érintett önkormányzatoknál annak érdekében, hogy erősödjön koordináló és integráló szerepük. A természetes vízmegetartást segítő intézkedések beépítése az önkormányzatok helyi környezetgazdálkodási stratégiáiba, illetve a területrendezési tervekbe, javítva ezzel a jogszabályi környezetet.
5. Innovatív és felhasználóbarát eszközök biztosítása az önkormányzatok és egyéb érdekelttek számára, segítve ezzel a klímaváltozás kockázatainak megértését és kezelését, támogatva a tudásmegosztást, valamint ösztönözve az együttműködők aktivitását.
6. A helyi önkormányzatok bevonása olyan hazai és európai szintű hálózatokba, melyek a közös együttműködést szolgálják az éghajlatváltozás hatásainak mérséklésében és az azokhoz való alkalmazkodásban. (forrás: <https://lifepalyazatok.eu/nyertes-life-palyazat.html>).



Az öt beavatkozási mintaterület olyan magyarországi településeken található, ahol az éghajlatváltozás hatására felerősített jelenségként a közép-kelet-európai kistelepülésekre jellemző vízkockázatok és települési sérülékenység fokozottan tapasztalhatók. Ezen helyzeteket a természetes vízmeztartó megoldások helyi vízgazdálkodási rendszerbe történő integrálásával kívánja kezelni a projekt.

A LIFE-MICACC projekt keretében a beavatkozásokról számos szakértői dokumentum készült. Jelen fejezetben a hitelesség kedvéért több helyen az eredeti szövegek kerültek beszerkesztésre, ezeknek fontosabb részleteit idézzük a feldolgozás során. (forrás: https://vizmeztartomegoldasok.bm.hu/hu/nwrm/5_pilotrol_reszletesen)

4.2.1 Bátya



15. ábra A bátyai csapadékvíz-tározó látványterve (Készítette: Csaba Kinga, Ruzics Csilla)

Bátya Község Önkormányzata az Alföldön, a Duna mentén, a kalocsai járásban, Bács-Kiskun megyében helyezkedik el. Lakosainak száma megközelítőleg 2140 fő, területe 3386 km². Mivel Bátya a Duna mentén fekszik, környezetének geomorfológiai sajátosságait jellemzően a folyó hordalékkúpjának köszönheti. Területén természetes eredetű mélyedések találhatóak (mocsarak, lápok, tavak, vízzel borított területek, holtágak stb.). Az ilyen terület egyik jellemző természeti erőforrása a természetes módon kialakult, majd emberi tevékenység hatására formálódott agyaggödör (kubikgödör), ahonnan a helyi közösségek a házak, a középületek és a gátak építéséhez anyagot termeltek ki. Bátya településhez két nagyobb méretű kubikgödör is tartozik. A beavatkozásra szánt kubikgödör olyan természetes módon kialakult mélyedés, amelyet feltehetően évszázadokkal ezelőtt kezdtek anyag kitermelésére használni. A gödör kezeletlen, elhagyott, illegális hulladéklerakóként működött és a település tulajdonát képezi.

A beavatkozás során a kubikgödör vizes élőhelyként került helyreállításra kotrással és lankás rézsú kialakításával, amelynek eredményeként nyílt vízfelület jött létre. Szabálytalan, több



medencéből álló, 11000 m³ csapadékvíz befogadására alkalmas rendszer került kialakításra. Ez azt jelenti, hogy a vizes terület több különböző mélységű kisebb medencéből áll, biztosítva azt, hogy állandó nyílt vízfelület és sekélyebb élőhely is kialakuljon.

- Bátya magassági elhelyezkedéséből adódóan a településre hulló évi 550 mm csapadékvíz egyrészt NY-ÉNY-I irányba gravitál, másrészt a K-DK részén kanyargó a Vajas-fok felé, mely a terület csapadékvíz főgyűjtője. A megépült tározóba az ÉNY felé eső településrész csapadékvize gond nélkül bevezethető volt a meglévő csatornahálózaton keresztül. Ez a vízmennyiség azonban kevés önmagában a tározó ellátására, ezért évi 5000 m³ csapadékvizet a gyűjtőcsatornából pótolnak. A Vajas-fokból ebből először egy földárokkel próbálták kinyerni, és a létesült tározóba vezetni a vizet, de ez sikertelen volt, mert a geológiai adottságok folytán az árokban az elszikkadt. Ezután burkolt árkokkal, és zárt csatornával próbálkoztak, és ezt a próbálkozást már siker koronázta. A bevezetésekkel a vízpótlás folyamatos. A rendszer kezelhetősége érdekében egy vízpótlást biztosító műtárgy, és egy vízelosztó műtárgy került kiépítésre a medencék közötti vízelosztás biztosítása érdekében. Azonban a talajvíz az elmúlt 4 év során közel 1 m-t csökkent, így a beszivárgás is jóval nagyobb, mint ahogy azt a tervezés során kalkulálták, azonban annak ingadozása jelentősen kisebb amplitúdót mutat.

A tározó megépülte után a talajvíz ingadozás jelentősen csökkent. Kialakulóban van egy hatalmas kiterjedésű, változatos vizes élőhely. Kedvező a mikroklima szempontjából. Valamint, nem elhanyagolható módon egy olyan rekreációs terület jött létre, mely minden korosztály számára élvezhető.

Ez a mintaterület bemutatja, hogy a helyi önkormányzat bevonásával hogyan lehet a több medencés vizes élőhelyeket a különböző vízzel kapcsolatos éghajlati események (jelen esetben aszály és szélsőséges esőzések) kezelésére használni.



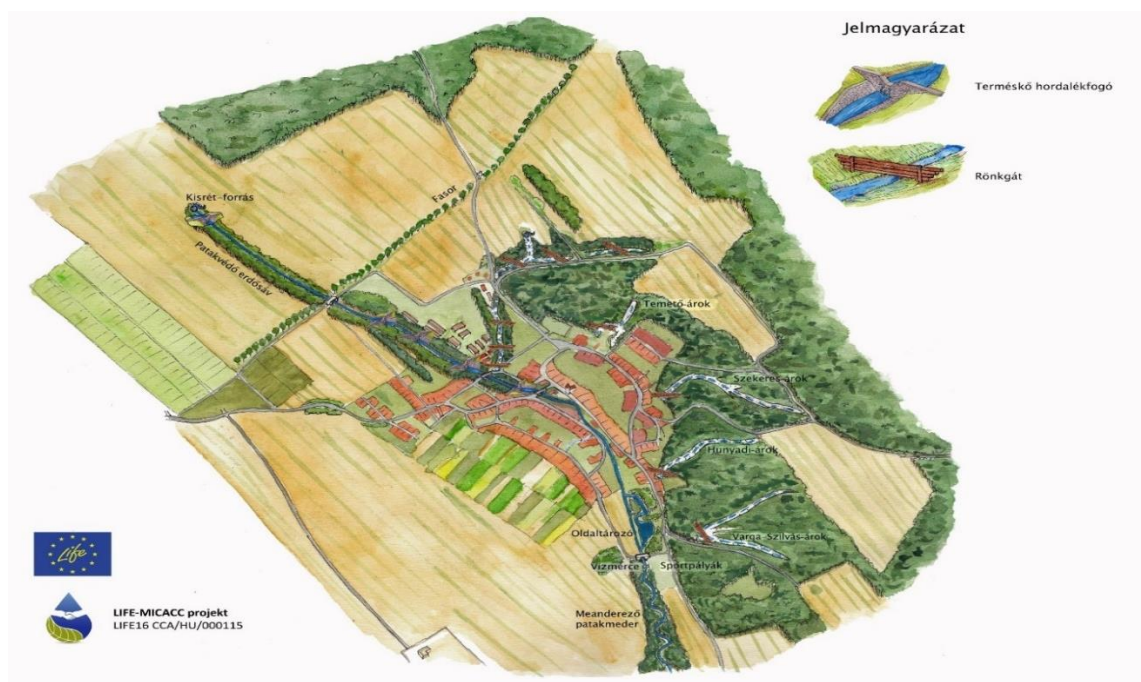
16. ábra a Bátyán elkészült tó (saját fotó)



17. ábra a Bátyán elkészült tó (saját fotók)

4.2.2 Püspökszilágy

Püspökszilágy a projektben a domb- és hegyvidéki falvak éghajlatváltozással kapcsolatos problémáinak lehetséges megoldásait jeleníti meg a helyi vízgyűjtő alsó és felső szakaszát egyaránt érintő integrált természetes vízmeztartó rendszer kialakításával.



18. ábra Lefolyáslassítási lehetőségek a Szilágyi-patak felső vízgyűjtőjén (Készítette: Csaba Kinga, Ruzics Csilla)



19. ábra A Szilágyi-patak oldaltározója (Készítette: Csaba Kinga, Ruzics Csilla)

Püspökszilágy, Pest megye váci járásában, a Nyugati Cserhát déli részén, a Duna és Tisza vízválasztóján terül el, Váctól mintegy 15-16 kilométerre, délkeletre. Megközelítőleg 730 fős zsákfalú, 25,3 km²-es területtel. Legjelentősebb felszíni vize a Szilágyi-patak, amelynek vízgyűjtő-területe kicsi, mindössze 10 km². Az évi átlagos csapadékmennyiség csupán 600 mm körüli. A település 2-3 évente jelentkező rekord szintű villámárvizeket tapasztalt az utóbbi 1-2 évtized során, ami korábban nem volt jellemző. Ez jelentős talajlehedáshoz vezetett és kárt okozott az épületállományban, miközben nyáron a völgyfenék teljesen kiszáradt, ami a mezőgazdaságot, az ökoszisztémát és a talajvízkészletet hátrányosan érintette. A hirtelen lezúduló nagymennyiségű csapadék és az érkező hordalék komoly, több tíz millió Ft-os károkat okozott rendszeresen a település épített infrastruktúrájában és a lakóingatlanokban. Az önkormányzati (és állami) tulajdonban lévő ingatlanok esetén az önkormányzatnak eddig minden évben vis maior támogatás iránt kellett folyamodnia.

Püspökszilágy célja az árhullámmal lezúduló víz és hordalék visszatartása a felső vízgyűjtőn, mielőtt az elérné az épített környezetet. A vízelvezetés helyett a lefolyáslassításon és a víz megőrzésén, tájban tartásán van a hangsúly. Közvetlenül a vízgyűjtő rendszer fölött fából készült fenékküszöb épült a hordalék megfogására. A Szilágyi-patakon található meglévő 4 db terméskő hordalékfogó felújításra került. A település központjában található műtárgy felvizi oldala új burkolatot kapott.



20. ábra Felújított természetes hordalékfogók (saját fotók)



Miközben a Szilágyi-patak oldalágán 7 db szivárgó rönkgát épült meg helyi faanyagból.



21. ábra Szivárgó rönkgát Püspökszilágyon (saját fotó)

Ezek a természetes akadályok lassítják a víz lefolyását, ellaposítják az árvízcsúcsot és megelőzik az elöntést. A megtartott vízmennyiség a magasabban fekvő termőföldek és erdők vízellátását biztosítja.

Az alsó vízgyűjtőnél, a völgyfenékben jellemzően szántó föld, illetve épített környezet található. Itt, a Szilágyi-patak árterének egy részén, az árvíz és hordalék befogadására és tárolására alkalmas vizes élőhely és tórendszer került kialakításra a vízmeztartó képesség növelése és az aszálykockázat csökkentése érdekében.



22. ábra Püspökszilágyon elkészült tórendszer



4.2.3 Ruzsa



23. ábra Fantázia rajz a dekantált víz megőrzésével kialakított tavacszkáról a ruzsai Dózsa-parkban (Készítette: Csaba Kinga, Ruzics Csilla)

Ruzsa kis falu, lakosainak száma 2800 fő, területe 4800 hektár. A település Délkelet-Magyarországon, a Duna-Tisza közti Homokhátságon helyezkedik el, ami az ország legszárazabb területe. A Duna-Tisza köze átlagos csapadékmennyisége folyamatosan csökken, aminek legfontosabb következménye a talajvízszint süllyedése. Ruzsa viszonylag magas fekvése az erőteljesebb vízszivárgáshoz és a vízmeztartó képesség gyengüléséhez járul hozzá.

A település célja csapadékvíz helyben tartása, a bel- és külterületeken egyaránt. A vízvisszatartás érdekében a meglévő csatornahálózatot alakították át. Az eredetileg a belvíz és a talajvíz megcsapolására létesített csatornahálózatot további három új csatornaszakasszal egészítették ki. A település déli határában található a Vízügyi Igazgatóság kezelésében lévő Széksóstói-főcsatorna, melybe vezetnek a meglévő csatornák. A település közigazgatási határán belül két helyszínen történt beavatkozás:

- Belterületen vízmű telepről a dekantált vizet a József Attila utcában található csatorna vezeti le a Széksóstói-főcsatornába. A csatornába egy elágazást építettek be, tolózár beiktatásával, zárt csatornával napi 15 m³ vizet a Dózsa György utcában található, mélyfekvésű, eredetileg náddal borított területre vezettek. Ez a terület korábban is időszakosan vízzel borított, nádasos része volt a településnek. Itt egy biológiai ülepítő mezőn keresztül egy vízzáró fóliával ellátott tóba folyik a víz. A tó vízszintje nagyjából állandónak tekinthető. Részben náddal borított. Vízínövények, halak telepedtek meg benne. A burkolt mélyedésből túlfolyó útján egy közvetlenül mellette kialakított, de már nem burkolt tóba folyik tovább a felesleges víz, ahol elszikkad. A belterületi tórendszer köré park épül. Elsősorban rekreációs célokat szolgál a Falusi környezet zöldítésével, amellyel, hogy a mikroklíma kedvezőbbé tételében, a talajvízszint állandósításában is szerepe van.



24. ábra Elkészült tavacska Ruzsán

Külterületen a szennyvíztisztító szomszédságában is létrehoztak egy tórendszert. A telep naponta 200 m^3 tisztított vizet bocsát ki, mely eddig a Széksóstói-főcsatornába lett kiengedve. A meglévő csatornára egy elágazás került a meglévő folyásfenék alá 20 cm-rel, ezáltal a kibocsátott szürke víz nem közvetlenül a főcsatornába, hanem a telep melletti vízzáró tóba jut. Onnan egy zárt csatornán keresztül egy kissé távolabb létrehozott, már nem burkolt tóba vezet, melyben elsikkad. Sajnos a szikkasztó tóban lévő víz nem szivárog el olyan gyorsan, mint ahogy a tervezés során ezt kalkulálták, ezért a tisztító vízének nagy része továbbra is a főcsatornába vezet. Itt az ökoszisztéma nem fejlődött még ki úgy, mint a belterületi tónál, de várhatóan hamarosan meg fog történni. Fő célja, hogy a helyi földhasználók közötti innovatív együttműködést szolgálja, mely az időszakos elöntésekkel leginkább érintett földparcellák „zöldítését” segíti elő.



25. ábra A szennyvíztisztító szomszédságában létrehozott tórendszer

Összességében elmondható, hogy mindkét helyszínen létrehozott létesítmények lehetővé teszik a település számára a belvíz megtartását és a beszivárgás elősegítését a talajvíz-tartalékok visszatöltéséhez a termőföldek és az ökoszisztéma szükségleteinek megfelelően.

A víz beszivárgása a talaj káros átalakulási folyamatainak visszafordítását és az aszálykockázat csökkentését szolgálja.

A Ruzsán megvalósuló kísérleti projekt replikálható modellként szolgál a teljes Duna-Tisza köze és Európa más száraz területei számára a talajvíz-tartalékok visszatöltését célzó kombinált vízmeztartó intézkedések részeként.



4.2.4 Rákócziújfalu



26. ábra A rákócziújfalu belvítettározó rajza (Készítette: Csaba Kinga, Ruzics Csilla)

Rákócziújfalu Magyarország Észak-Alföldi Régiójában, Jász-Nagykun-Szolnok megyében található település, körülbelül 2000 lakossal. A régió a Tisza vízgyűjtő-területének középső szakaszán található, az árvíz, a belvíz, az aszály, a hóhullámok és a heves esőzések kockázatának rendkívüli mértékben kitett. A régió kulcsfontosságú, kiemelkedő jelentőségű ágazata a mezőgazdaság. A szomszédos településen két nagy élelmiszer- és itálvállalat üzem működik. A Heineken palackozott sört állít elő árpából, míg a Bunge napraforgó- és repcemagból készült nyers növényi olaj gyártásával foglalkozik. Az Alföldön termelt árpa, napraforgó és repce a belvíz, az árvíz, az aszály, a hóhullámok és a heves esőzések hatásainak egyaránt kitett. Egy átlagos év során az árpa, napraforgó és repce termesztésével foglalkozó gazdák számára a vetési időszakot a belvízhelyzet nehezíti, majd a gyakori hóhullámok, a tartós aszályok és a kiszámíthatatlan, heves esőzések okoznak károkat.

A cél a belvíz és a heves esőzés okozta vízfelesleg megtartása az aszálykockázatok mérséklése érdekében természetes vízmegtartó megoldások tervezésén és megvalósításán keresztül. Ennek érdekében átalakították a külterületen található csatornahálózatot, amely a belvíz és esővíz megtartása céljából korábban nem került felhasználásra, és a víz megtartására alkalmas műtárgyakat helyeztek el. Továbbá egy alacsony fekvésű termőterület helyén 0,6 hektár kiterjedésű vizes élőhely került kialakításra hordalék eltávolításával, valamint gát és egy vízmegtartó műtárgy megépítésével.



27. ábra A rákócziújfalui belváltározó fotói (a LIFE-MICACC projekt megvalósítása során készült képek)

Ez prototípus jellegű megoldásként szolgálhat olyan régióknak, ahol a mezőgazdaság, valamint az élelmiszer- és üdítőital-ipar ellátási lánc nagy hatással van a vízkészletekre. A tervezett infrastrukturális elem alacsony költségű, lemásolható modellt jelent több ezer hektár alacsony minőségű szántó föld számos előnnyel járó használatára az éghajlat-változáshoz való helyi alkalmazkodás érdekében. A Tisza egykori árterén ezerszám található ilyenfajta mélyfekvésű területek, de eddig nem próbálták meg alkalmazni őket a klímaváltozásból fakadó kockázatok (belvízi elöntések, heves esőzések és aszály együtt) csökkentésére.

4.2.5 Tiszatarján



28. ábra A bivalyok tavának tervezett kibővítése (Készítette: Csaba Kinga, Ruzics Csilla)

Tiszatarján Borsod-Abaúj-Zemplén megyének Mezőcsát járásában található. 1400 lakossal és 40,4 km² területtel rendelkezik. A település a Tisza partján fekszik, területének egynegyede a folyó árteréhez (hullámtér, töltések közötti rész) tartozik. A falu gazdaságilag hátrányos helyzetű vidéki település, emiatt alkalmazkodási képessége is alacsony. Az ártér a kiszámíthatatlan, erőteljes áradásoknak, a tartós és egyre gyakoribb aszályoknak, valamint a belvíznek egyaránt rendkívüli mértékben kitéve. Az árvíz terméskárokat és az invazív növényfajok elszaporodását eredményezi, az aszály pedig az ökoszisztéma, a mezőgazdaság és a rekreációs ágazat számára okoz vízhiányt, ami az érzékenységet nagymértékben növeli.

A település célja a helyi bioenergia termelés növelése, az invazív növényfajok visszaszorítása, a vízmegetartás, a félig természetes legeltetés, valamint az ökoturizmus előmozdítása. Ennek érdekében kisléptékű természetes vízmegetartó beavatkozásokat hajtottak végre az ártérben, a kubíkgödrökkel borított területen állandó, nyílt vízfelületek létrehozásával. Ezek egymással összekapcsolt állandó vízfelületként működnek. A talajvízbe beszivárogha a mezőgazdaság számára természetes vízellátást biztosítanak, emellett szaporodó- és búvóhelyként, illetve táplálkozóhelyként szolgálnak a vízimadarak, a kétélűek és a legelő állatállomány számára. A vizes élőhely a szántóföldeken felgyülemlt belvíz elraktározására is alkalmas. Helyi ökoturizmus fejlesztése érdekében a helyreállított ártérben, a vizes élőhelyen és a kis tórendszer környékén látogató ösvény került kialakításra. Továbbá fontos a mintaterület jogi védettségének biztosítása a beruházás fenntarthatósága érdekében.



29. ábra A kibővített tó (a LIFE-MICACC projekt megvalósítása során készült képek)

A helyreállított tájra alapozó ökoturizmus és az ártérben fenntartható módon megtermelt, megújuló energiát szolgáltató biomassza használata gazdaságilag is fenntarthatóvá teszi a modellt. Ez a prototípus igen nagy replikációs potenciállal bír, és jó példaként szolgál a Tisza és mellékfolyói mentén más helyi közösségek számára, amelyek egyre sérülékenyebbek az éghajlati és a vízzel kapcsolatos kockázatok szempontjából.



5 A TERMÉSZETKÖZELI MEGOLDÁSOK KÖRNYEZETVÉDELMI SZEREPE

A 2.2 fejezetben bemutatott hidrometeorológiai problémák természetvédelmi hatásainak enyhítése céljából az országos vízgazdálkodási céloknak megfelelően olyan természetközeli vízviszatartó megoldások alkalmazására van szükség, amelyek a kitűzött vízgazdálkodási célok mellett egyaránt szolgálják átfogó természetvédelmi, élővilág-védelmi, ökológiai célok megvalósulását is és összhangban vannak a helyi környezetvédelmi célkitűzésekkel is.

Ha természetes vízmeztartó beavatkozások környezeti hatásait leszűkítve szemléljük, akkor a "viszatartás"-t tekinthetjük a fő funkciónak, tehát ez elsősorban a vízháztartással kapcsolatos tényezőket jelenti. Azonban számos természetes vízviszatartási intézkedés (NWRM) jóval a víztestek fizikai kiterjedésén túl is javító hatással van a környezetre. A hatásoknak ezt a szűkebb csoportját közvetlen hatásokként tartjuk számon. Közvetett hatásokként pedig azokat a tényezőket értékeljük, amelyeket a vízviszatartás tesz lehetővé vagy javít, és amelyek a vízi környezetben vagy annak közelében nyomon követhetők. Ezek a vízviszatartásból eredő közvetett hatások a vízi környezet mellett a levegőminőségre és a szárazföldi élőhelyekre, ökoszisztémákra gyakorolt hatásokat is magukban foglalják.

Mindezek a hatások összességében hozzájárulnak a vízhez köthető ökoszisztéma-szolgáltatások javításához, elősegítik az uniós vízügyi jogszabályok által meghatározott szakpolitikai célkitűzések teljesülését, valamint a vízzel kapcsolatos egyéb, a vízen kívüli környezetvédelmi szakpolitikai célkitűzések megvalósulását, többek között az élőhelyvédelmi és a madárvédelmi irányelvben (Natura 2000 irányelvek), valamint az uniós stratégiákban, például a zöld infrastruktúrában (Green Infrastructure) és a Ramsari egyezményben foglaltak teljesülését.

A fentiek alapján az NWRM biofizikai hatásainak strukturált csoportosításával 17 altípust különíthetünk el, melyeket a következőkben egy olyan táblázatban mutatunk be, ami az Európai Unió megbízásából kidolgozott, a természetes vízviszatartási intézkedések (NWRM-ek) végrehajtásával kapcsolatos kulcsfontosságú kérdésekre vonatkozó összefoglaló dokumentumokban (SD) került közzétételre (SD2: Biophysical impacts of NWRM and contribution to the EU policy objectives).

1. táblázat NWRM biofizikai hatásainak strukturált csoportosítása

Közvetlen hatások	Lefolyáslassítás és tározás	1	Lefolyás tározása	A felszíni lefolyást felfogó és tároló létesítmények, pl. egy viszatartó tó. A víz lassabb ütemben távozik mint az eredeti lefolyás, vagy a felszíni vizekbe jut, vagy a talajvízbe szivárog.
		2	Lefolyás lassítása	Tározás nélküli felszíni lefolyáslassító művek, pl. a felszín érdességét növelő műtárgyak, mint a sáncok.
		3	Vízfolyás tározás	Nagyvíznél a vízfolyások vizét viszatartó tároló művek, pl. összeköttetés az árterekkel (nyílt vagy szabályozott kapcsolat)



	Lefolyás csökkentése	4	Vízfolyás lassítás	Vízfolyások áramlási sebességét csökkentő műtárgyak pl. a meder érdesség növelése vagy mesterséges kanyarulatok kialakítása
		5	Evapotranszspiráció növelése	A csapadék növényzettel történő felfogása (pl. olyan növényzet ültetése, amely nagy arányban párologtat), a tárolás és párolgás növelése, csökkentve ezzel a teljes lefolyást. Pl. erdősítéssel
		6	Beszivárgás és/vagy felszín alatti víz telítődés elősegítése	A csapadék beszivárgását és talajvízbe jutását elősegítő intézkedések, pl. szivárogtató árkokkal vagy a talaj vízáteresztő képességének növelésével.
		7	Talaj vízvisszatartásának növelése	A csapadék jobb tárolása a talaj vízmegetartó kapacitásának növelésével, pl. a talaj szervesanyag-tartalom növelése
Közvetett hatások	Szennyezés csökkentés	8	Szennyezőforrások csökkentése	A szennyezés csökkentése, például a mezőgazdasági gyakorlatok megváltoztatása révén, amelyek során csökkenthetik a műtrágya használatot, növényvédő szerek mennyiségét.
		9	Szennyezés szűrése	Olyan létesítmények, amelyek megszakítják a diffúz szennyezés útját a víztestekhez, például vizes élőhelyek létrehozása, amelyek kiszűrik a városi lefolyásból származó részecskeszennyezést.
	Talajvédelem	10	Eróziócsökkentés és/vagy megkötés	Az erózió csökkentése, például a felszíni lefolyás megakadályozása vagy a lefolyás sebességének lassítása révén.
		11	Talajjavítás	A talaj minőségének javítása, például a szervesanyag-tartalom és a tápanyag-visszatartás növelése révén.
	Élőhely biztosítás	12	Vízi élőhelyek létrehozása	Állandó vízi élőhelyek létrehozása, például víztározók, amelyek állandó vízi élőhelyet biztosítanak.
		13	Part menti élőhelyek létrehozása	Folyóparti, vízparti élőhelyek létrehozása, például az árterek helyreállítása révén.
		14	Vízhez kötött szárazföldi élőhelyek létrehozása	A szárazföldi élőhelyeket létrehozó eszközök, például a szántóföldek határai körüli mezővédő erdősávok.
	Mikro-klimatikus hatások	15	Csapadékképződés elősegítése	A vízkörforgás támogatása a csapadékmennyiség növelése és a növényzet állapotának javítása érdekében, például célzott faültetésekkel
		16	Csúcshőmérsékletek csökkentése	A legforróbb nappali időszakok enyhítése növénytelepítéssel a párolgás növelése révén.
		17	CO ₂ elnyelés/visszatartás	A növényzet összetételének megváltoztatása vagy például a tőzeglápok védelme.



A fenti összefoglaló dokumentum alapján a LIFE-MICACC projekt keretében készült Adaptációs útmutató önkormányzatok számára c. tanulmányban (Hercig, Szatzker 2021) részletesen bemutatásra kerülnek a Magyarországon alkalmazható természetközeli víz visszatartó megoldások és azok környezetvédelmi szerepei is. Ennek a tanulmánynak az eredményeit megismételni nem célunk, ezért az alábbiakban csak az ide vágó fontosabb megállapításokat emeljük ki a dokumentumból.

„A természetes vízmegtartó megoldások olyan megoldások, melyek elsődleges célja a talajok és a vizeslőhelyek víztározó képességének növelése. Általában kis léptékűek és a felszínen elérhető vizeket, úgymint folyók vagy patakok vizét, vagy a csapadékok utáni lefolyást tartják vissza, hogy aztán azt lassan, szabályozottan engedjék vissza a környezetbe, ezzel kiegyenlítve a vízbő és vízhiányos időszakok közötti különbséget. Ezen gyakorlattal a kistáji vízkörforgások rehabilitációját érik el a vizek visszatartásával egy időben, amellyel végső soron a fenntartható vízgazdálkodáshoz járulhatunk hozzá. A legnagyobb előnyük azonban abban rejlik, hogy ezen a funkción kívül rengeteg más járulékos előnyt nyújtanak, szemben például a szűrkeinfrastruktúra-megoldásokkal, melyek általában egy feladatot látnak el hatékonyan, azonban járulékos előnyeik nincsenek, sőt esetenként más ágazatok számára újabb megoldandó feladatokat teremtenek.”

„A természetes vízmegtartó megoldások mellett szól, hogy a fő cél mellett számos további kedvező hatással is jár ezek beépítése a település bel- és külterületi vízgazdálkodási rendszerébe. A vízbő és száraz időszakok kiegyenlítése, a vízkészletek feltöltése vagy a villámárvizek megelőzése az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás egyre fontosabb eszközei, de emellett a tájba illesztett vízmegtartó megoldások a pihenés és kikapcsolódás színterei is lehetnek. Ezen kívül az esetenként szennyezett csapadék, szűrke- vagy belvíz visszatartásával és szűrésével segíthetjük a természetes vízfolyások és tavak vízminőségének és ökológiai állapotának a javítását. A kisebb-nagyobb vizeslőhelyek kialakításával pedig hozzájárulhatunk a biológiai sokféleség megőrzéséhez a Kárpát-medencében, ami amellett, hogy segíti a természetvédelmi célok elérését, az egészséges emberi környezetnek és a jól működő mezőgazdaságnak is az alapja. A különböző vízmegőrző megoldások közös jellemzője, hogy sokféle haszonnal járnak, azonban eltérő mértékben járulnak hozzá a különféle problémák megoldásához. Az alábbi táblázatban néhány Magyarországon jól alkalmazható, kiválasztott beavatkozás hasznosságát foglaltuk össze a legfontosabbnak tartott előnyök mentén értékelve azokat.”

Járulékos előny mértéke:

0	Nincs
1	Alacsony
2	Közepes
3	Magas



		Fizikai vagy biológiai hatás								Ökoszisztéma-szolgáltatások								Szakpolitikai cél					
		Előfolyó csapadék tározása	Lefolyás lassítása	Folyók vízének tározása	Folyók lefolyáslassítása	Talaj vízirtóképességének javítása	Talajok javítása, védelme	Csapadékképződés elősegítése	Hőmérséklet kiegyenlítése	Szén-dioxid elnyelése és tárolása	Halállomány fenntartása, megújulása	Biodiverzitás megőrzése	Klimavédelem (mészkálás és alkalmazkodás)	Talajvíz és/vagy vízkészletek visszapótlása	Árvízveszély mérséklése	Értéktörzshordalékfenntartás	Szabaddíós lehetőségek biztosítása	Kulturális és/vagy tájképi érték	Ökoszisztémák védelme és a zöld infrastruktúra alkalmazása	Árvízveszély mérséklése összehangolt intézkedésekkel	Fenntarthatóbb erdő- és mezőgazdaság	Felszín alatti vízkészletek védelme	
Mezőgazdaság	Legelők és gyepek	0	3	0	0	2	1	0	0	2	0	0	2	2	3	3	0	0	3	3	2	2	1
	Mezővédő erdősávok, sövények	0	3	0	0	2	1	0	0	2	0	1	2	2	3	3	0	0	3	3	3	3	2
	Térszint követő sávos művelés	0	3	0	0	1	2	0	0	0	0	0	2	2	3	0	0	3	3	2	2	0	
	Forgatás nélküli talajművelés	0	0	0	0	2	3	0	0	3	0	2	2	2	0	3	0	0	2	3	1	2	0
	Takarónövényes talajvédelem	0	3	0	0	2	2	0	0	2	0	1	2	2	3	3	0	0	3	3	3	3	2
	Medertározás mesterséges csatornában	2	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	3	2	0	0	0	1	1	2	3	2	2
	Belvíz visszatartás mélyfektetésű szántókon	2	0	0	0	2	1	1	2	2	0	2	3	3	0	1	0	1	1	3	3	3	2
Vízfolyások, átkövezetek	Kiseb vízyűjtőmedencék, tavak	3	3	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	3	3	1	2	2	3	1	1	1	1
	Vizes élőhelyek helyreállítása	3	3	2	2	2	1	0	0	3	3	3	2	2	2	1	2	2	2	3	1	2	2
	Ártéri gazdálkodás	3	3	3	3	2	3	1	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
	Visszakanyargósítás	2	2	2	3	2	2	0	2	2	1	2	3	2	3	3	3	3	3	3	0	3	2
	Kisvízfolyások természetességének növelése	0	0	2	3	1	2	0	2	1	1	3	0	1	2	3	2	2	2	3	0	2	2
	Holtágak vízpótlása, helyreállítása	3	3	3	3	2	1	1	1	1	2	3	2	2	2	3	1	2	3	3	1	2	1
	Beszívárgatás elősegítése, talajvízpótlás	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0	1	0	0	0	2
Erdőgazdálkodás	Felső vízyűjtő erdősitése	3	3	0	0	3	2	1	2	3	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3
	Szálalás, folyamatos erdőkép mellett erdőgazdálkodás	2	2	0	0	1	2	0	2	2	1	3	3	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2
	Víz - és hordalék visszatartás kis tavakban, tározókban	2	2	1	1	1	0	0	0	0	3	3	1	1	2	3	0	0	1	2	3	3	0
	Szivárgó rönkgátak, rőzsegátak	0	0	1	3	0	0	0	0	0	3	3	0	0	2	1	2	0	2	2	0	0	0
Épített környezet / beltérel	Telken belüli esővízhasznosítás	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Vízáteresztő burkolatok	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	0	0	3	1	0	1	0
	Burkolatlan vízelvezető árkok, csatornák	2	3	0	0	1	0	0	1	1	0	2	2	2	2	1	0	2	3	2	1	0	0
	Esőkertek	2	2	0	0	1	0	0	2	1	0	2	2	2	3	1	2	2	3	3	0	2	1
	Zöldtetők	2	1	0	0	0	0	1	2	1	0	2	3	0	1	0	1	1	0	2	0	2	0
	Záportározók, szükségeltározók	3	3	0	0	1	0	0	1	1	0	2	2	1	3	2	2	2	3	3	1	2	0
	Vízbeszívógató medencék (többcélú zöldterületek)	3	3	0	0	1	0	0	1	1	0	2	2	3	3	1	2	2	3	3	1	2	1
Szürkevíz- és hulladékvíz-gazdálkodás	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	1	2	0	0	1	1	0	1	1	2	0	

30. ábra Néhány Magyarországon jól alkalmazható, kiválasztott beavatkozás hasznosságának értékelése



6 KIÉPÍTÉSEK KÖLTSÉGVIZSGÁLATA

2016 nyarán készült el a LIFE-MICACC projekt keretében az öt önkormányzat által megpályázott természetes vízmegetartó megoldásokra irányuló pilot projektek költségbeclése. A kezdetekkor a tervezésre projektenként kb. 4-5 millió forinttal kalkuláltak, mely magában foglalta az alábbi díjakat:

- geodéziai felmérés,
- komplett tervezés,
- vízjogi engedélyezés,
- környezetvédelmi engedélyezés
- közbeszerzési szakértő igénybevétele.

A 2019. és 2020. években megvalósított projektek kivitelezési költségeit kb. 30-30 millió forintra tették. A kivitelezés részfeladatai:

- előkészítő földmunkák
- kotrás, hordalék, sár eltávolítása,
- rézsű kialakítása
- gát, rönkgát, vízvisszatartó, és/vagy áramlásszabályozó műtárgy építése,
- tó kialakítása,
- élőhely kialakítása.

Természetesen projektenként ezek a kivitelezési feladatok változtak. A kivitelező kiválasztásakor a folyamat megkezdésekor a közbeszerzésekre vonatkozó törvényi szabályozás az építési beruházás esetében 25 millió forintban határozta meg a nemzeti értékhatárt (klasszikus ajánlatkérők esetén). 2020. január 1-jével megváltozott a közbeszerzésekről szóló jogi környezet, a nemzeti értékhatár összege felemelésre került 50 millió forintra. Mivel az egyes beruházások értéke ezt a közbeszerzési értékhatárt nem érte el, a változás értelmében – Bátya kivételével, ahol 2019-ben lefolytatásra került a közbeszerzési eljárás – az önkormányzatoknál közbeszerzés helyett beszerzési eljárás lefolytatására került sor.

Ebből látszik, hogy időközben eltelt 3-4 év, mely során a külső anyagi körülmények jelentősen változtak, ezért a kivitelezés költségei kb. másfélszeresére emelkedtek, mely megnehezítette a fizikai megvalósítást, és a legtöbb területen (kb. féléves) időbeni csúszást okozott. Azonban az 50 millió/projekt kivitelezési díjat így sem lépte át egyik helysín sem.

A LIFE-MICACC projekt összköltségvetése kb. 800 millió Ft. Ennek megvalósítását

- 60%-ban az Európai Unió LIFE Programja finanszírozta,
- 40% önerőt nagyrészt a Belügyminisztérium, illetve a partnerek tették hozzá. Nemzeti önerő-támogatás formájában az Innovációs és Technológiai Minisztérium és a Nyugat-Balkán Zöld Központ Nonprofit Kft. is hozzájárult a sikeres projekt megvalósításhoz.



A különböző projektek költségvetése (bruttó bekerülési költsége) helyszínenként:

➤ **Bátya**

- Tervezés: 1,9 millió Ft
- Engedélyezés: 585 000 Ft (igazgatási szolgáltatási díjak és műszaki szakfelügyeleti díj)
- Kivitelezés: 42 millió Ft + 700 000 Ft (közbeszerzési eljárás)
- Az építés időtartama: 2 év
- Az üzemeltetés kezdete: 2020
- Éves fenntartási költség: becsült: 1-1,5 millió Ft/év (vízpótlás esetén vízkészlet járulék megfizetése szükséges)

A Polgármester Úr tájékoztatása alapján, amennyiben a fenntartási munkákat közmunkából meg tudják oldani, úgy a szükséges vízmennyiség szivattyúzása az egyetlen költség, mely a kezeléshez szükséges. Ez egy erős becslés alapján 50.000 FT/év, mely jelentősen kevesebb, mint a becsült összeg.

Tényleges teljes költség (geodéziai felmérés, tervezés, engedélyeztetés, kivitelezés) összesen:

kb. 48 millió Ft

➤ **Püspökszilágy**

- Tervezés: 4 millió Ft
- Engedélyezés: 935 000 Ft (igazgatási szolgáltatási díjak, engedélyezési dokumentáció összeállítása és műszaki ellenőrzés)
- Kivitelezés: 40 millió Ft
- Az építés időtartama: 1,5 év
- Az üzemeltetés kezdete: 2019. november
- Éves fenntartási költség: becsült: 0,7-1,2 millió Ft/év – azonban ez elég változó lehet, ugyanis közmunkából, helyi vállalkozók, erdészeti gépláncának felhasználásával ez az összeg minimálisra csökkenthető. Fontos, hogy a síkvidéki létesítményektől eltérően a villámárvizek következtében jelentős hordalékszállítás, és hordaléklerakódás alakul ki, elsősorban a rönkgátak előtt, mely folyamatos kotrási munkákat vonz maga után. Jelenleg a kikutort hordalék a patak felső szakaszán, a településtől északra került lerakásra.

Tényleges teljes költség (geodéziai felmérés, tervezés, engedélyeztetés, kivitelezés) összesen:

kb. 48,6 millió Ft



➤ Rákócziújfalu

- Tervezés: 2 355 000 Ft (műszaki tervezés, tájterv készítése, tározó kialakítása)
- Engedélyezés: 833 600 Ft (igazgatási szolgáltatási díjak és műszaki ellenőrzés)
- Kivitelezés: 42,5 millió Ft
- Az építés időtartama: 1 év
- Az üzemeltetés kezdete 2020.
- Éves fenntartási költség ? millió Ft/év

Tényleges teljes költség (geodéziai felmérés, tervezés, engedélyeztetés, kivitelezés) összesen:

kb. 47,8 millió Ft

➤ Ruzsa

- Geodézia: 600 000 Ft
- Látványterv: 105 000 Ft
- Tervezés: 1 320 000 Ft. (tervezői művezetés is)
- Műszaki ellenőrzés: 735 000 Ft
- Engedélyezés: 623 000 Ft
- Kivitelezés: 42,6 millió Ft
- Az építés időtartama: 1 év
- Az üzemeltetés kezdete 2020
- Éves fenntartási költség 150.000 Ft/év – mely az önkormányzat képviselőjének elmondása alapján a monitoring költsége. A karbantartást közmunkából kívánják megoldani.

Tényleges teljes költség (geodéziai felmérés, tervezés, engedélyeztetés, kivitelezés) összesen:

kb. 46,2 millió Ft

➤ Tiszatarján

- Tervezés: 3 304 799 Ft
- Engedélyezés: 1 133 187 Ft (műszaki ellenőrzés is)
- Kivitelezés: 40 040 926 Ft
- Az építés időtartama: 1 év
- Az üzemeltetés kezdete 2020
- Éves fenntartási költség 0,8-1 millió (?) Ft/év

Tényleges teljes költség (geodéziai felmérés, tervezés, engedélyeztetés, kivitelezés) összesen:

kb. 44,7 millió Ft



Végkövetkeztetésként két nagyon fontos dolgot kell megjegyezni:

- Hasonló projektek esetében a költségbecslés során figyelni kell a megvalósítás elhúzóására (akár az engedélyezés miatt), ezért olyan anyag- és kivitelezési díjakkal érdemes kalkulálni melyek figyelembe veszik az inflációt, a várható külső körülmények változásait.
- Ahol feltüntetésre került üzemeltetési költség, abból egyértelműen megállapítható, hogy a létesítmények hiánya többszörös anyagi károkat okozott évről évre, mint megépültük után maga a fenntartási költség.

Adatok forrása: Alkalmazkodás vízmeztartással önkormányzati szinten (Csizmadia et. al 2021, Alkalmazkodás)



7 TÁRSADALMI KONZEKVENCIÁK

„Társadalmi tudatosság, a közösségi tudatosság növelésére irányuló intézkedések szükségesek a megfelelő nyilvános tájékoztatással és a nyilvánosság részvételének előmozdításával. Tudatosítani kell, hogy a vízminőségi és vízmennyiségi kérdések összhangban vannak, azok egymástól csak mesterségesen választhatók el. Vizeink jó állapotának elérése érdekében tett erőfeszítések a társadalom támogatása nélkül nem vezethetnek sikerre. A települési csapadékvíz-gazdálkodás esetén a vízgyűjtőre hulló csapadék vízvisszatartásánál és hasznosításánál a lakosság együttműködésére is szükség van, hogy az ingatlanokról kijutó csapadékvíz mennyisége csökkenjen, illetve a lefolyó csapadékvíz késleltetve érje el az elvezetőrendszert.” (VGT3 Vitaanyag)

7.1 A társadalom klímaváltozással kapcsolatos attitűdje

Az éghajlatváltozás kiváltó okaival és hatásaival kapcsolatos intézkedésben és védekezésben nagy szerepe van az egyéneknek, mivel ahhoz, hogy az egyes megvalósult beruházások és programok sikeresek legyenek a lakosság közreműködése is elengedhetetlen.

Egy szemléletformálást is szolgáló, klímaváltozás hatásait enyhítő projekt sikere úgy biztosítható leginkább, ha a megvalósuló létesítmények, fejlesztések egyidejűleg elégítenek ki társadalmi, gazdasági és környezeti igényeket, ezáltal az érintettek számára kölcsönösen előnyös helyzetet teremtve. Ennek eléréséhez folyamatos kommunikációra és az érdekelt helyi csoportok bevonására van szükség, mert aki hozzátesz valamit, az jobban magáénak érezheti a projektet, mivel így a személyes érintettségi szintje növekszik meg (Nagy et al., 2016).

A hétköznapi ember attitűdje az éghajlatváltozással kapcsolatos problémák iránt, illetve az ezzel kapcsolatos döntései alapvetően a tapasztalataitól, észleleteitől függenek. Bár a médiának egyre nagyobb a szerepe, egy 2015-ös kutatás (Czirfusz et al., 2015) szerint mégis erősebb hatása van a percepciónak, tehát a közvetlen érzékelésnek. Az egyének számára érzékelhető klímakockázatok nem csak a földrajzi és meteorológiai viszonyoktól, de a társadalmi és a gazdasági sajátosságoktól is függenek. Ilyen társadalmi-gazdasági sajátosságok közé tartozik többek között az egyén pénzügyi helyzete, képzettsége, a kockázatokra való felkészültsége, ismerete, tudása. A civil szervezetek, gazdálkodók és a mindennapi emberek is egyre többet találkoznak a környezetvédelem kérdéseivel; a problémák, az arra adott válaszok és a környezetvédelemmel kapcsolatos attitűdök beépülnek a mindennapokba. Ahogy Szirmai rámutat (Szirmai, 2009), az ezredfordulótól – a globális folyamatok kiterjedésével párhuzamosan – megnövekedett a magyar társadalom klímaváltozással kapcsolatos problémaérzékenysége is.

Baranyai Nóra és Varjú Viktor által publikált tanulmányban (Baranyai, Varjú, 2017) a magyar lakosság klímaváltozáshoz kapcsolódó ismeretét, attitűdjeit, percepcióit, alkalmazkodási hajlandóságát és képességét, valamint a klímaváltozás potenciális migrációs hatását vizsgálták. A lakossági adatfelvétel a KSH népszámlálási és települési adatain alapulva, országos és megyei szinten is reprezentatív telefonos kérdőíves megkereséssel történt, 3269 fő lekérdezésével. A kutatás eredményei szerint a klímaváltozással kapcsolatos problémakör



viszonylag széles körben ismert, a magyar társadalom jelentős része a jelenség súlyosbodásáért felelős okokkal és a kedvezőtlen hatásokkal is tisztában van. Annak ellenére, hogy a klímaváltozás a megkérdezettek szerint nem tartozik a legégetőbb társadalmi-gazdasági problémák közé, s a kihívásokkal szembeni fellépést sem elsődlegesen az egyének szintjén jelentkező feladatnak tartják, mind a jelenlegi és várható érintettség, mind a szerepvállalás kérdéskörét vizsgálva széles, a klímaváltozás iránt érzékeny tömeget találtak. A kutatás alapján úgy tűnik, hogy a klímaváltozás problémakörét közelebb kell hozni az egyénekhez, s az általános, „elidegenítő” megoldási javaslatok helyett a háztartási szinten megvalósítható apró lépések hangsúlyozására van szükség. Ebben jelentős szerepet kell vállalnia az oktatáspolitikának, különösen azért, mert a szűkebb ismerettel rendelkező réteg körében nagyszámú fiatalot találunk. A kézzelfogható eredménnyel (pl. költségmegtakarítás) is járó gyakorlati megoldások népszerűsítése enyhítheti a hatások által leginkább veszélyeztetett társadalmi csoportok jövőbeli sérülékenységet.

Az éghajlatváltozás mérséklésére és ezen belül a vízmegettartásra irányuló törekvések megvalósításában az egyik legnagyobb szerepe a mezőgazdaságban tevékenykedő cégeknek és egyéneknek van. Ezért kiemelten fontos az, hogy a gazdák tudomást szerezzenek a problémákról, azok okáról, a megoldás lehetőségeiről, de mindenekelőtt arról, hogy számukra ez a távlatban milyen előnyökkel fog járni.

7.2 A kommunikáció jelentősége és módja a vízviisszatartó megoldások alkalmazása során

Fentiekből következik, hogy az éghajlatváltozással kapcsolatos közcélú fejlesztések sikeréhez kiemelt jelentősége van a kommunikációnak és a partnerségnek. Akár hátráltató tényezőt is jelenthet, ha a gazdák vagy a lakosok ellenállást tanúsítanak az információhiány, a részvételi lehetőség hiánya, vagy akár az egyének érdekeiknek vélt veszélyeztetettsége miatt. Ennek megfelelően elsődleges feladat kell, hogy legyen a tájékoztatás, a fejlesztés népszerűsítése az érintettek körében, a hitelesség és a széleskörű partnerség megteremtése, a program elfogadottságának növelése. Fontos feladat továbbá, hogy a fejlesztés megvalósítása érdekében mozgósítsa a helyi erőforrásokat, az érintetteket bevonja a munkába, valamint a tervezésbe, előkészítésbe és döntésbe.

A projektek eredményessége függ attól, hogy sikerül-e megnyerni a célcsoportokat, és az érintettek milyen mértékben tudnak azonosulni a célokkal és a projekt tartalmával (Nagy et al., 2016). El kell érni, hogy a résztvevők felismerjék a projektek jelentőségét, és az együttműködés fontosságát. Mindehhez az kell, hogy valamennyi célcsoport részletes tájékoztatást kapjon a projekt szükségességéről, előzményeiről, céljairól és a konkrét fejlesztésről. Be kell mutatni a célcsoportoknak azt is, hogy miért van szükség az összefogásra, a problémák sikeres megoldása érdekében a közös előnyökön alapuló együttműködésre. Az eredményes tájékoztatás alapfeltétele, hogy az egyes célcsoportok differenciáltan, a leghatékonyabb kommunikációs csatornákon, a megfelelő kommunikációs eszközökön keresztül legyenek megszólítva.

Kommunikációs fázisok

A projekt elindulási szakaszában a kommunikációs tevékenységek elsődleges célja, hogy a projektgazda részletesen megtervezze a projekt kommunikációt, amire a kommunikációs terv



szolgál. Másrészt fontos feladat lehet a figyelem felhívás a tervezett fejlesztésről, a lakosság és az érintett célcsoportok általános tájékoztatása a társadalmi elfogadottság erősítése érdekében. A projekt (esetleges) uniós támogatottságáról kommunikálni csak a támogatási szerződés megkötését követően jogosult a projektgazda. A második a projekt megvalósításával összefüggő kommunikációs fázis: a konkrét helyszínekre, fejlesztésekre és a megvalósítás körülményeire, az elért mérföldkövekre és konkrét eredményekre kerül a hangsúly (LIFE+, 2017).

A LIFE-MICACC projekt keretében készült Adaptációs Útmutatóban (Hercig, Szatzker 2021) részletes tájékoztatás és leírás készült arra vonatkozóan, hogy a vízmeztartással kapcsolatos projektek kommunikációját milyen formában célszerű lefolytatni. Ezért az alábbiakban csak egy összefoglalót adunk erről.

Érintettek meghatározása

Első lépésként meg kell határozni és rangsorolni az érintettek körét, un. stakeholder elemzés segítségével. Az érintettek lehetnek:

- lakosság, annak egy csoportja
- területfejlesztési intézmények
- térségi önkormányzatok
- a térség vállalkozói, üzleti körei
- oktatási intézmények, kamarák
- érdekképviselői szervezetek, civil szervezetek

Ezt követően meg kell határozni, hogy milyen felületen, milyen eszközökkel valósuljon meg a kommunikáció.

A fejlesztésekkel kapcsolatos kommunikációs tevékenység fő elemei

Az alábbiakban felsorolásra kerülnek azok a tevékenységi formák, melyek a projektekkel kapcsolatos reklámtevékenységek elemei lehetnek. Ezek közül célszerű azokat megvalósítani, amelyek az adott helyen, az adott érintetti körben a leghatékonyabbnak bizonyulnak a stakeholder elemzés alapján.

- a területfejlesztési intézmények tájékoztatása, együttműködés, kölcsönös megjelenítés;
- a térségi önkormányzatok marketing tevékenységének segítségével a projekt ismertségének növelése, bemutatása
- folyamatos partnerség és kapcsolattartás a térség vállalkozói, üzleti köreivel;
- a térség oktatási intézményeivel, kamarákkal, érdekképviselői szervezetekkel, civil szervezetekkel történő kapcsolattartás
- klasszikus reklám és PR tevékenységek: elektronikus megjelenés, kiadványok terjesztése, fizetett hirdetések médiumokban, bemutató rendezvények, konferenciák tartása;
- gazdafórumok tartása.

Az alkalmazandó kommunikációs eszközök

A statisztikai adatok alapján megfigyelhető (Dobó, 2019), hogy az internetnek és az online alapú médiumoknak, különös tekintettel a közösségi médiára is, növekszik a népszerűsége. A



növekedés nem csak a klasszikus számítógép alapú netezés esetén, de a hordozható, illetve kézi eszközök esetén is igaz, amelyek tekintetében folyamatosan növekszik azon felhasználók aránya, akik az internetet a közösségi médiacsatornákon való böngészésre használják.

A hatékonyság növelése érdekében a kommunikációs tevékenységbe partner szervezeteket is be kell vonni. Ilyen partnerszervezetek lehetnek például a kamarák, különböző alapítványok, civil szervezetek, fejlesztési szervezetek. Az eredményes kommunikációs tevékenységhez, a kommunikáció hatékonyságának méréséhez folyamatos információgyűjtésre is szükség van. Az információgyűjtés a partnerszervezetek adatszolgáltatásával, kérdőíves felmérésekkel és primer adatgyűjtéssel történhet.

A projekt vizuális megjelenése kulcsfontosságú a projekt kommunikációban. A vizuális elemek segítik a figyelem felkeltését és ezzel a projekt céljainak közvetítését az egyes célcsoportok felé, valamint a projekt eredményeinek ismertetését. A tervezéskor külön figyelmet célszerű fordítani a projekt akronimjére, logójára, egységes projekt arculatára, szórólap, poszter, roll-up, közösségi médiafelület betűtípusok, dokumentáció sablonok készítésére.

Külön célcsoportot jelent és ezáltal más kommunikációs eszközök bevetését igényli a helyi gazdák megnyerése. Tapasztalok és elmondások alapján erre messzemenően a legalkalmasabb eszköz a projektek helyi gazdafórumokon történő bemutatása, a gazdák számára megvalósuló előnyök hangsúlyozásával.



8 ÖSSZEFOGLALÁS

Mára nem csak a klímaváltozás ténye vált széles körben ismertté, de a hatások ellen irányuló intézkedések is egyre sürgetőbbé válnak. Magyarországon az éghajlatváltozás következtében a hőmérséklet további emelkedésére kell számítanunk, emellett a hőmérséklettel kapcsolatos szélsőségek is egyértelműen és szignifikánsan a melegedés irányába mozdulnak el; a fagyos napok száma csökkenni, a nyári hőhullámos napok előfordulása növekedni fog. Habár a csapadék éves összegében nem számíthatunk nagy változásokra, az évszakos eloszlás viszont nagy valószínűséggel átrendeződik. A nyári csapadék a következő évtizedekben bizonyosan csökken, amelyet nagy valószínűséggel az őszi és a téli csapadék növekedése fog kompenzálni. A nagymennyiségű és intenzív csapadékos jelenségek várhatóan gyakoribbak lesznek.

Tekintettel arra, hogy a csapadék-paraméterek szoros összefüggésben vannak a vízháztartással és ezen keresztül az ökoszisztémákkal is, ezért a klímaváltozás jelentős hatást gyakorol az élővilágra. A hatások tetten érhetők az égőre jellemző vegetáció határainak eltolódásában, a társulások és táplálékhalózatok átrendeződésében, a természetes élővilág fajainak visszaszorulásában, a biológiai sokféleség csökkenésében és inváziós fajok előretörésében is.

Hidrológiai szempontokat tekintve az éghajlatváltozás következményeként az aszályos területek Magyarországon egyre nagyobb méreteket öltenek. Ráadásul évről-évre súlyosabban, és intenzívebben jelentkezik aszály. A felszíni vizek hiánya a felszín alatti vízkészletek kiaknázása felé fordítja a vízhasználókat, amely ezek túlhasználatának és minőségromlásának kockázatát növeli. A vízhiány azonnali mérséklése, a vízmérleg helyreállítása egyre sürgetőbbé válik. A csapadék paraméterek megváltozása nem csak a kevés víz problémáját hozta el, hanem a hirtelen túl sok víz jelenléte is gondot okoz. A dombvidéki régiókban a hirtelen keletkező, gyors árvizek következtében megnő a havária események kockázata. A villámárvizek fokozzák az erózióveszélyt, amely során nagyobb mennyiségű szennyezőanyag, hordalék mosódik le a vízgyűjtőkről, miközben romlik a vízfolyások tápanyagmérlege.

Belátható, hogy emberi beavatkozás nélkül a víz-ökológiai-gazdasági-társadalmi állapotok fenntartása nem biztosítható a jövőben. A probléma kezelése érdekében a teljes vízrendszer komplex vizsgálata, beavatkozási módszerek meghatározása, és jelentős eredmények elérése volna szükséges. Megoldásként teljes vízfolyásszakaszokon vissza kell térni a természetes állapothoz, meg kell őrizni az árterületeket, belvíz gyűjtőket, természetes növényzetet, vissza kell állítani a korábbi vegetációs állapotokat, meg kell szüntetni a talajba való befolyást gátló létesítményeket (burkolatokat). Mindezen beavatkozások a vízgyűjtők egészére levetítve a települési és területi vízgazdálkodás összehangolásával, egymással kombinálva képeznek csak pozitív hatásokat.

A fenti célok elérése céljából számos nemzetközi és hazai projekt létesült, melyek értékes példaként szolgálnak. Ezek közül elsősorban a hidromorfológiai jellegű beavatkozásokat emeljük ki, mint például a medencék és tavak létesítése, vizes élőhelyek helyreállítása és kezelése, vízfolyások vissza-kanyargósítása, vízfolyásmeder visszaállítása természetközeli állapotba, időszakos vízfolyások helyreállítása, gátak és egyéb keresztirányú akadályok eltávolítása, mesterséges folyópartok eltávolítása, a talajvíz természetes beszivárgásának helyreállítása, polderterületek újrachonosítása. Tanulmányunkban részletesen bemutattunk



néhány megvalósult hazai projektet, melyek mintaként szolgálhatnak hasonló problémákkal küzdő települések számára.

Az ilyen jellegű projektek megvalósítása nem csak az éghajlatváltozás hatásainak mérséklése miatt fontos, hanem kiemelten alkalmas társadalmi szemléletformálásra is. Egy szemléletformálást is szolgáló projekt céljainak eléréséhez folyamatos kommunikációra és az érdekelt helyi csoportok bevonására van szükség. Belátható, hogy az éghajlatváltozás hatásainak mérséklésében és ezen belül a vízmegettartásra irányuló törekvések megvalósításában az egyik legnagyobb szerepe a mezőgazdaságban tevékenykedő cégeknek és egyéneknek van. Ezért kiemelten fontos az, hogy az érintettek tudomást szerezzenek a problémákról, azok okáról, a megoldás lehetőségeiről, de mindenekelőtt arról, hogy számukra a távlatban milyen előnyökkel fog járni a vízviisszatartás. Reményeink szerint a jelen projekt keretében készült három tanulmány is ezt a célt szolgálja és hatékonyan hozzájárul majd a szemléletformálás megvalósításához.

SUMMARY

Nowadays, the fact of climate change has become widely known, and it's effects demand urgent actions. In Hungary, due to climate change, we have to expect further rise in temperature, and the extremes related to temperature shifts. The number of frosty days will decrease, the occurrence of summer heatwaves will increase. Seasonal distribution of precipitation is likely to rearrange. Summer precipitation will certainly decrease overall, however heavy and intense storms are expected to become more common, Precipitation probably will increase in autumn and winter.

Precipitation and water management directly effects ecosystems and climate change is having a significant impact on wildlife. Boundaries of vegetation zones and the entire food chain are changing. Endemic species' numbers and biodiversity are decreasing, while invasive species populations are increasing.

From a hydrological point of view, drought areas are becoming more and more widespread throughout Hungary due to climate change. In addition, droughts intensify every year. The lack of surface water leads to groundwater resources' exploitation, which increases the risk of depletion and quality deterioration. The immediate mitigation and the restoration of the water balance is an urgent task. Changes in precipitation parameters not only cause water shortages, but also suddenly occurring, rapid floods in hilly regions. Flash floods increase erosion, large amounts of pollutants and sediments are washed away from the river basin, while the nutrient balance of the watercourses deteriorates.

It is obvious, without human intervention, the preservation of the ecological-economic-social conditions of water cannot be ensured in the future. To deal with the problem and to get significant results, a complex investigation of the entire water system and the definition of intervention methods would be necessary to return to the natural state on entire watercourse sections; to preserve floodplains, inland water catchments, natural vegetation; to restore the original flora and fauna; to eliminate the facilities (pavement) that do not allow water to enter the soil. All of these interventions will have a positive impact if they are projected on the entire river basin by synchronizing and combining municipal and regional water management.



In order to achieve the above goals, a number of international and domestic projects have been accomplished, which serve as valuable examples. Of these, hydromorphological interventions are highlighted, such as the delineation of basins and lakes, the restoration and management of wetlands, the re-curving of watercourses, the restoration of riverbeds to near-natural state, the restoration of intermittent watercourses, the removal of dikes and other transboundary barriers, the removal of artificial riverbanks, restoration of natural groundwater infiltration and re-establishment of polder areas. In the study, we have presented some implemented Hungarian projects in detail that can serve as examples for settlements with similar problems.

The implementation of such projects is important not only for mitigating the effects of climate change, but also for shaping social attitudes. Achieving the goals of an awareness-raising project requires continuous communication and the involvement of local stakeholders. It can be seen that one of the biggest roles for companies and individuals in agriculture is to mitigate the effects of climate change, including the implementation of water conservation efforts. Therefore, it is extremely important for those concerned to be aware of the problems, their causes, the possibilities for solving them, but above all to be aware of the long-term benefits of water retention. We hope that the three studies of the present project will also serve these purposes and will effectively contribute to environmental attitude formation.



9 IRODALOMJEGYZÉK

(Aaerts et al., 2006) Aerts, R., Cornelissen, J.H.C., Dorrepaal, E. (2006): Plant performance in a warmer world: general responses of plants from cold, northern biomes and the importance of winter and spring events. – *Plant Ecology* 182: 65-77.

(Amezketá 1999) Amezketá E. (1999): Soil aggregate stability - A review. *Journal of Sustainable Agriculture*. 14. (2-3) 83-151.

(Baranyai, Varjú, 2017) Baranyai Nóra, Varjú Viktor, 2017: *A klímaváltozással kapcsolatos attitűdök területi sajátosságai*. TERÜLETI STATISZTIKA, 57 (2). pp. 160-182. ISSN 0018-7828

(Berek, 2015) Berek Tamás, 2015: A víz, mint környezeti erőforrás a Kárpát-medencében, vízbázisok, vízbiztonság. In Csengeri János – Krajnc Zoltán (szerk.): *A hadtudomány és a hadviselés komplexitása a XXI. században*. Budapest, Nemzeti Közszerológati Egyetem, 2015. 61–73.

(Czifrusz et al., 2015) Czifrusz Márton, Hoyk Edit, Suvák Andrea, 2015: Klímaváltozás – társadalom – gazdaság Hosszú távú területi folyamatok és trendek Magyarországon Online: file:///C:/Users/veresd/Downloads/czifrusz_klimavaltozas_2015.pdf

(Csizmadia et. al 2021, Alkalmazkodás) Csizmadia Petra, Hercig Zsuzsanna, Hugyeczt Bettina Lilla, dr. Szatzker Petra 2021: Alkalmazkodás vízmegettartással önkormányzati szinten A LIFE-MICACC projekt eredményei,
Online: <https://www.pitvaros.hu/?module=news&action=getfile&fid=137286>)

(Csizmadia et. al 2021, Önkormányzatok) Csizmadia Petra, Hercig Zsuzsanna, Hugyeczt Bettina Lilla, dr. Szatzker Petra 2021: LIFE16 CCA/HU/000115 azonosítószámú “Az önkormányzatok integráló és koordináló szerepének megerősítése az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás érdekében” című LIFE-MICACC projekt .

(David and Dimitrios 2002) Rowell David, Pateras Dimitrios (2002): Diffusion and cation exchange during the reclamation of saline-structured soils – *Geoderma*, Vol. 107, Issues 3–4, June 2002, Pages 271-279

(Dobó, 2019) Dobó Róbert, 2019: A kommunikációs csatornák népszerűségének és hitelességének változása 2017-2019 között Magyarországon - Pécsi Tudományegyetem, <https://emok.hu/tanulmany-kereso/konferenciakotetek/d799:a-kommunikacios-csatornak-nepszerusegenek-es-hitelessegenek-valtozasa-2017-2019-kozott-magyarorszagon>

(EB 2009) Európai Bizottság Természet és biológiai sokféleség A természet szerepe az éghajlatváltozásban 2009 Online: https://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Nature%20and%20Climate%20Change/Nature%20and%20Climate%20Change_HU.pdf

(Garamvölgyi, Hufnagel, 2013) Garamvölgyi – Hufnagel, 2013: Impacts of climate change on vegetation distribution. No. 1 APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH, ALÖKI Kft., Budapest, Hungary

(Gelybó et al. 2018) Gelybó G., Tóth e., Farkas C., Horel. Á., Kása I., Bakacsi Z. (2018): Potential impacts of climate change on soil properties - *Agrochemistry and Soil Science* 67 (2018) 1, 121-141 Akadémiai Kiadó



(Goebel et al. 2011) Goebel, M-O., Bachmann, J., Reichstein, M. et al., (2011): Soil water repellency and its implications for organic matter decomposition - *Global Change Biology*. 17: 2640-2656.

(Green et al. 2019) Julia K. Green, Sonia I. Seneviratne, Alexis M. Berg, Kirsten L. Findell, Stefan Hagemann, David M. Lawrence & Pierre Gentine (2019): Large influence of soil moisture on long-term terrestrial carbon uptake, *Nature* 476 vol. 565

(Hercig, Szatzker 2021) Hercig Zsuzsanna, dr. Szatzker Petra, 2021: Adaptációs útmutató önkormányzatok számára LIFE16 CCA/HU/000115 azonosítószámú LIFE-MICACC projekt

(Holsten et al. 2009) Holsten A., Vetter T., Vohland K., & Krysanova V. (2009): Impact of climate change on soil moisture dynamics in Brandenburg with a focus on nature conservation areas - *Ecological Modelling*. 220. 2076–2087.

(Iglesias, Garroteb 2015) Ana Iglesias, Luis Garroteb (2015): Adaptation strategies for agricultural water management under climate change in Europe - *ELSEVIER Agricultural Water Management*

(Jylhä et al. 2010) Kirsti Jylhä, Heikki Tuomenvirtal, Kimmo Ruosteenoja, Hanna Niemi-Hugaerts, Krista Keisu, and Juha A. Karhu (2021): Observed and Projected Future Shifts of Climatic Zones in Europe and Their Use to Visualize Climate Change Information - *AMS Journals*

(Jordán 2013) Jordán Antonio, Zavala Lorena M., Mataix-Solera Jorge, Doerr Stefan H. (2013): Soil water repellency: Origin, assessment and geomorphological consequences - *CATENA*

(Labancz et al., 2021) Labancz Viktória, Makó András és Bakacsi Zsófia, 2021: A klímaváltozás hatása a talajok vízgazdálkodására - *Mezőhír*

(Lakatos, Hoffmann, 2017) - Lakatos Mónika – Hoffmann Lilla (2017): Rendkívüli csapadékhullás Budapest belvárosában - *Országos Meteorológiai Szolgálat*

(Lavee et al., 1998) Lavee H., Imeso A.C. & Sarah P. (1998): The impact of climate change on geomorphology and desertification along a Mediterranean-arid transect - *Land Degradation & Development*. 9. 407–422.

(LIFE+, 2017) LIFE+ Information and Communication Programme, 2017: Továbbfejlesztett kommunikáció, együttműködés és kapacitásbővítés a Natura 2000 erdők biodiverzitásának megőrzése érdekében LIFE13 INF/HU/001163

https://lifeinforesets.eu/assets/content/elearning/M4/M4_03.pdf

(Malcolm et al., 2002) Malcolm, J.R., Markham, A., Neilson, R.P., Garaci, M. (2002): Estimated migration rates under scenarios of global climate change. – *Journal of Biogeography* 29(7): 835-849.

McHale Glen, Shirtcliffe Neil J.; Newton Michael I., Pyatt F. Brian, Doerr Stefan H. (2007): Self-organization of hydrophobic soil and granular surfaces - *Applied Physics Letters*. 90

(Nagy et al., 2016) Nagy István*, Tombác Endre*, László Tibor*, Magyar Emőke*, Mészáros Szilvia*, Puskás Erika*, Scheer Márta* * ÖKO Zrt. 2016: Vízvisszatartási mintaprojektek a Homokhátságon: „Nyugati és Keleti” mintaterületek - *Hidrológiai Közlöny* 2016. 96. évf. 4. sz

(NAK – 2017) A Nemzeti Agrárgazdasági Kamara „A mezőgazdasági vízgazdálkodást is segíti a Kvassay-terv” című 2017.03.13-án megjelent cikke.



(SD2: Biophysical impacts of NWRM and contribution to the EU policy objectives) NWRM project, Office International de l'Eau (OIEau), Actéon Environment (France), AMEC Foster Wheeler (United Kingdom), BEF (Baltic States), ENVECO (Sweden), IACO (Cyprus/Greece), IMDEA Water (Spain), REC (Hungary/Central & Eastern Europe), REKK inc. (Hungary), SLU (Sweden), SRUC (UK): Synthesis document n°2 Biophysical impacts and effectiveness of Natural Water Retention Measures, and their contribution to policy objectives

(Sebastia et al., 2008) Sebastia, M.T., Kirwan, L., Connolly, J. (2008): Strong shifts in plant diversity and vegetation composition in grassland shortly after climatic change. – Journal of Vegetation Science 19(3): 299-327.

(Singh et al., 2011) Singh B.P., Cowie A.L. & Chan K.Y. (2011): Soil Health and Climate Change, Soil Biology, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1–414.

(Szirmai, 2009) Szirmai V., 2009: Az éghajlatváltozás lehetséges térségi társadalmi hatásai, a magyar társadalom klímatudatossága, sérülékenysége, alkalmazkodása.
http://www.nfft.hu/dynamic/Az_eghajlatvaltozas_tarsadalmi_hatasai_klimatudatossag.pdf

(Várallyay, 2005) Várallyay G. (2005): Magyarország talajainak vízraktározó képessége - Agro-kémia és Talajtan. 54. 1-8.

(Várallyay, 2007) Várallyay G (2007) Potential Impacts of Climate Change on Agro-ecosystems - Agriculturae Conspectus Scientificus. 72. 1-8.

(Várallyay, 2010) Várallyay G. (2010): The impact of climate change on soils and on their water management - Agronomy Research. 8. (Special Issue II). 385–396.

(VGT3 JVK Vitaanyag) Országos Vízügyi Főigazgatóság, 2019: Jelentős vízgazdálkodási kérdések vitaanyag, Víz Keretirányelv előírásai szerinti állapotértékelések, elemzések, vizsgálatok, valamint a vízgyűjtő-gazdálkodási tervek második felülvizsgálata és korszerűsítése KEHOP-1.1.0-15-2016-00008,

(Wattendorf et al., 2010) Wattendorf, P., Niederberger, J., Ehrmann, O., Konold, W. (2010): Consequences of climate change on the water balance of fen peatlands in Baden-Wuerttemberg. –Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 54(5): 293-303.

(Woodward, 1987) Woodward, F.I. (1987): Climate and Plant Distribution. – Cambridge University Press, Cambridge.

Online források:

https://vizmegetartomegoldasok.bm.hu/hu/aktualitasok/lefolyas-modellezes_mintaterueleteken_hasznos_adatok_a_felkeszueleshez

https://vizmegetartomegoldasok.bm.hu/storage/dokumentumok/Riport_Hazai%20felmeres%20a%20termeszetes%20vizmegetarto%20megoldasokkal%20kapcsolatban.pdf

<http://nwrn.eu/>

<https://lifepalyazatok.eu/nyertes-life-palyazat.html>

https://vizmegetartomegoldasok.bm.hu/hu/nwrn/5_pilotrol_reszletesen

<https://www.carbonbrief.org/climate-changes-impact-on-soil-moisture-could-push-land-past-tipping-point>



LIFE-MICACC projekt - Elérhetőségek:



+36 1/441-1765



life@bm.gov.hu



<https://vizmeztartomegoldasok.bm.hu/>

A projekt az Európai Unió LIFE programjának támogatásával, valamint a Belügyminisztérium és az Innovációs és Technológiai Minisztérium társfinanszírozásával valósul meg (2017–2021).

A tanulmány szerzői:

Danyi Rita (VIKÖTI Mérnök Iroda Kft) – éghajlatvédelem

Fejes Gábor (Utiber Közúti Beruházó Kft) – vízépítés

Halmai László (Utiber Közúti Beruházó Kft) – vízépítés

Hegyi Zoltán – vízépítés

Veres Dóra (VIKÖTI Mérnök Iroda Kft) – általános munkarészek, környezetvédelem, talajvédelem, társadalmi konzekvenciák



LIFE-MICACC projekt
LIFE16 CCA/HU/000115

Víz megtartó megoldások a hazai vízgazdálkodásban
- Megalapozó tanulmány

