

# **DIPLOMADOLGOZAT**

**Sebestyén Anna Júlia**

**2024**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
Szent István Campus  
Környezettudományi Intézet  
Környezetmérnök mesterképzési szak**

**FENNTARTHATÓ, VÍZVISSZATARTÁSRA IRÁNYULÓ, TELEPÜLÉSI  
CSAPADÉKVÍZ GAZDÁLKODÁS**

**Belső konzulens:** Dr. Grósz János  
Egyetemi adjunktus

**Belső konzulens intézete/tanszéke:**  
Vízgazdálkodási és Klímaadaptációs Tanszék

**Belső konzulens:** Halupka Gábor Ernő  
Tudományos segédmunkatárs

**Belső konzulens intézete/tanszéke:**  
Vízgazdálkodási és Klímaadaptációs Tanszék

**Készítette:** Sebestyén Anna Júlia

**Gödöllő  
2024**

# Tartalomjegyzék

<b>1. Bevezetés .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Szakirodalmi áttekintés.....</b>	<b>2</b>
2.1. Éghajlatváltozás .....	2
2.1.1. Éghajlat-alakító tényezők.....	3
2.1.2. Antropogén hatások .....	3
2.1.3. Globális vízkészletre gyakorolt hatás .....	4
2.1.4. Éghajlati modellezés.....	4
2.1.5. Az éghajlatváltozás hatása Magyarországon .....	5
2.1.5.1. Magyarország éghajlatának alapjellemzése .....	5
2.1.5.2. Éghajlatra gyakorolt hatások.....	5
2.1.5.3. Vízkészletekre gyakorolt hatások.....	6
2.2. IPCC jelentések.....	7
2.3. Az Európai Unió vízstratégiája.....	7
2.3.1. Vízügyi tárgyú irányelvek .....	8
2.3.2. ENSZ Víz Világjelentések .....	9
2.4. Fenntartható fejlődési célok.....	10
2.5. Magyarország vízstratégiája.....	11
2.6. A téma aktualitása .....	13
<b>3. Alkalmazott módszerek .....</b>	<b>14</b>
3.1. Települési csapadékvíz gazdálkodás.....	14
3.2. Zöld infrastruktúra .....	14
3.3. Természetes vízmegtartó megoldások .....	16
3.3.1. A vízmegtartás fontossága .....	16
3.3.2. Vízvisszatartás a településeken.....	17
3.3.3. Vízvisszatartás a vízgyűjtő felső részén és külterületen .....	23
3.4. Természetes vízmegtartó megoldások a hazai gyakorlatban.....	26
3.4.1. A vízmegtartó megoldásokat alkalmazó öt helyszín.....	26
<b>4. Nagykovácsi települési csapadékvíz-gazdálkodásának értékelése .....</b>	<b>29</b>
4.1. A vizsgált terület bemutatása .....	29
4.2. Klimatikus viszonyok, éghajlatváltozás.....	30
4.3. Vízrajz.....	32
4.4. Vízkárelhárítás szempontú megközelítés .....	34
4.5. Vízgazdálkodási szempontú megközelítés.....	36

4.6.	<i>Helyi szabályozás</i> .....	37
4.6.1.	<i>Helyi Klíma Stratégia</i> .....	38
<b>5.</b>	<b>Következtetések és javaslatok</b> .....	<b>40</b>
5.1.	<i>Javaslat természetes vízmegtartó megoldások alkalmazására</i> .....	40
5.2.	<i>Javasolt műszaki megoldások</i> .....	41
5.2.1.	<i>Külterületi részekre tervezhető létesítmények</i> .....	41
5.2.1.1.	<i>Rönkgátak</i> .....	41
5.2.1.2.	<i>Záportározók</i> .....	42
5.2.1.3.	<i>Állandó víztározók</i> .....	42
5.2.2.	<i>Belterületre tervezhető létesítmények</i> .....	43
5.2.2.1.	<i>Esőkertek</i> .....	43
5.2.2.2.	<i>Vízáteresztő útburkolatok</i> .....	43
5.2.2.3.	<i>Beszivárogtató árkok</i> .....	44
5.2.2.4.	<i>Kisvízfolyás rehabilitációja belterületen</i> .....	44
5.2.2.5.	<i>Házi csapadékvíz tározás</i> .....	44
5.2.2.6.	<i>Egyéb vízmegtartó megoldások lehetőségeiről</i> .....	45
5.2.3.	<i>További teendők</i> .....	45
<b>6.</b>	<b>Összefoglalás</b> .....	<b>47</b>
<b>7.</b>	<b>Irodalomjegyzék</b> .....	<b>49</b>
<b>8.</b>	<b>Ábrajegyzék</b> .....	<b>54</b>
<b>9.</b>	<b>Nyilatkozatok</b> .....	<b>56</b>

## 1. Bevezetés

A hazai vízgazdálkodás egyik legnagyobb kihívása a települési vízgazdálkodás hatékonyságának fejlesztése. Az elmúlt években eddig nem tapasztalt vízhiánnyal találkoztak a szakemberek. A rendelkezésre álló vízkészletekkel történő fenntartható gazdálkodás fontos feladat az egyre szélsőségesebb időjárási jelenségek miatt és hogy a települések felkészülhessenek a környezeti változásokra. A hasznosítható felszíni és felszín alatti vízkészletek erősen limitáltak, a területre érkező többlet csapadékvíz célszerű természetes vízvisszatartási módszerekkel a területen tartani és vízhiányos időszakban felhasználni. A természetközeli megoldások közül a fenntartható vízvisszatartási módszerek lehetőséget biztosítanak a vízkészletek hatékony elosztására és felhasználására.

A diplomadolgozatomban azt kívánom bemutatni, hogy milyen lehetőségeink és feladataink vannak a fenntarthatósági kérdések középpontjában álló vízgazdálkodásban, különös tekintettel a csapadékvíz hasznosításra és olyan korszerű műszaki megoldásokat szeretnék ismertetni, melyek lehetőséget adnak a fenntartható csapadékvíz gazdálkodás térnyeréséhez.

A diplomadolgozatom célkitűzései:

1. A fenntartható települési vízgazdálkodás aktualitásának vizsgálata, kitekintéssel a nemzetközi és hazai vízpolitikára, hazai tudományos kutatásokra és az éghajlatváltozás globális és lokális hatásaira
2. A fenntartható vízgazdálkodás komplex megközelítési lehetőségének vizsgálata, hogy mely vízgazdálkodási szakágakban lehet önálló szerepe. Bemutatni a fenntarthatóság kritériumait a csapadékvíz hasznosítás szemszögéből, összegyűjteni ennek lehetőségeit, elérhető eredményeit és mindezek műszaki és gazdasági feltételeit.
3. Természetközponitú megoldások közül manapság alkalmazott fenntartható vízvisszatartási megoldások áttekintése és bemutatása.
4. Egy mintaterület kijelölése, helyi szabályozási és kivitelezési problémák feltárása. Javaslattétel természetes vízmegtartó megoldások alkalmazására, lehetséges beavatkozási pontok kijelölésével. Fejlesztési lehetőségek vizsgálata, lehetséges finanszírozási források keresésével.

A kitűzött célok megvalósítása érdekében mintaterületnek a Pest vármegyében található Nagykovácsi nagyközséget jelöltem ki, mely reprezentatív lehet számos környező domb- és hegyvidéki település esetében is.

## 2. Szakirodalmi áttekintés

### 2.1. Éghajlatváltozás

Az éghajlat az éghajlati rendszer elemeinek véges időszak alatt felvett állapotainak összessége. A légkör, a hidroszféra, a krioszféra, a földfelszín és a bioszféra, valamint ezek kölcsönhatása alkotja (WMO). Az éghajlat jellemzésére az éghajlati elemek (hőmérséklet, csapadék stb.) éves átlagainak változása és folyamatainak adatai alkalmasak (Bihari et al., 2018).

Az éghajlatváltozás a Föld éghajlatának helyi vagy globális szinten történő tartós és jelentős mértékű változása. Ilyen például a hőmérséklet és a csapadék mennyiségének és eloszlásának megváltozása (UN, 2023). A szélsőséges időjárási események előfordulásában exponenciális növekedés figyelhető meg, ezáltal felgyorsul a hidrológiai ciklus, a víz helyi és időbeli eloszlása alapvetően megváltozik ennek hatására (OMSZ, 2018).

Az éghajlatváltozás három, egymással kölcsönhatásban lévő okra vezethető vissza (MET, 2024), melyek:

- az éghajlati rendszer belső ingadozása
- természetes külső tényezők
- antropogén hatások.

2023 volt az eddig mért legmelegebb év, mind földfelszín mind az óceánok hőmérséklete tekintetében. Emellett az elmúlt évtized bizonyult a Földön a legmelegebb évtizednek a mérések megkezdése óta (WMO, 2024).

Szóllósi-Nagy András szerint az éghajlatváltozás az időjárási átlagokban, extrém eseményekben és az éghajlat változékonyságában hosszú távon bekövetkező változás. Számos ökológiai rendszer tűrőképességét meghaladhatja, ha a globális hőmérséklet-emelkedés túllépi a 1,5–2,5 °C-ot. Az ezt is meghaladó globális átlaghőmérséklet-növekedés esetén már jelentős változásokat jeleznek előre az ökológiai rendszer szerkezetében és működésében, negatív következményekkel a biológiai sokféleségre, valamint az ökoszisztéma javaira és szolgáltatásaira, például a víz- és élelmiszer-ellátásra (Szóllósi-Nagy, 2021).

Az éghajlatváltozási kutatásokat globális léptékben végző szervezet az IPCC, melyre a 2.2. fejezet tér ki.

### 2.1.1. Éghajlat-alakító tényezők

Az éghajlat-alakító tényezők jelentős, területileg jól elhatárolható ingadozást eredményeznek minden éghajlati elem esetében.

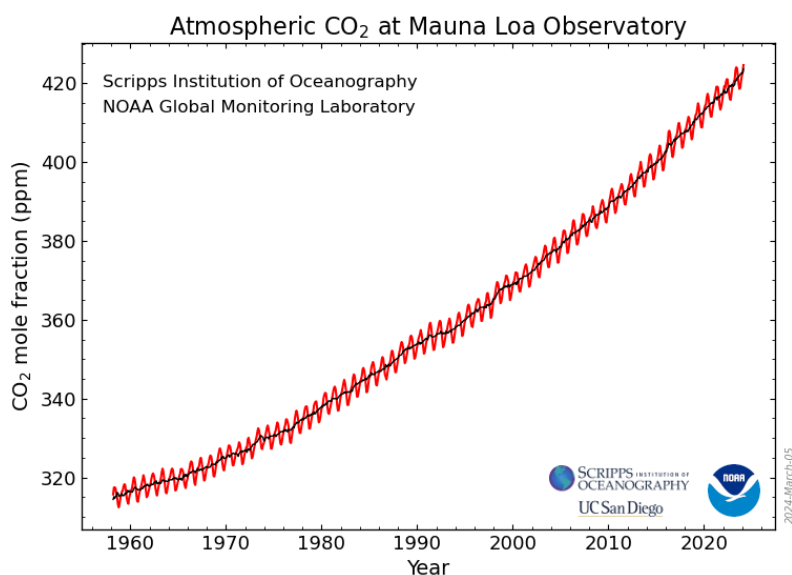
Nélkülük a Földön csak csekély változékonyság lenne az időjárásban (MET, 2024). Éghajlatunkat alakító tényezők lehetnek természetesek (pl. Föld forgásának ingadozása) vagy emberi folyamatok (antropogén szennyezőanyag kibocsátás) (Bihari et al., 2018).

Az alábbi természetes éghajlatalakító tényezők és ezek kölcsönhatásai alakítják ki éghajlatunk általános jellegét, azonban földtani időtávban más tényezőkkel is kiegészültek, mint pl. a kontinenskonfiguráció vagy a vulkanizmus intenzitása (megemelve a légköri aeroszol mennyiséget):

- Nap sugárzásából származó hőenergia,
- Felszín összetétele,
- Domborzat,
- Tengerszint feletti magasság,
- Általános földi légkörzés,
- Tengeráramlatok (MET, 2024).

### 2.1.2. Antropogén hatások

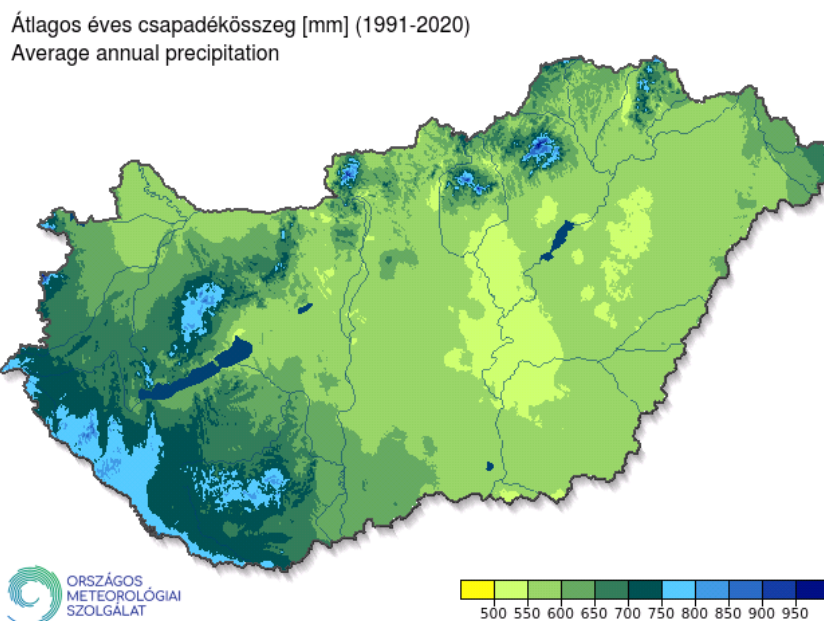
Az üvegházhatás antropogén hatásra erősödik, emiatt a következő század közepére a Föld hőmérséklete magasabb lehet, mint a történelem folyamán valaha. Ezért az üvegházhatású gázok (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O stb.) emelkedése tehető felelőssé. Például a szén-dioxid légköri koncentrációja (1. ábra). az ipari forradalom előtti 280 ppm-ről 2005-re 379 ppm-re nőtt és koncentrációjának növekedése évről évre gyorsul (met.hu).



1. ábra: A grafikon a hawaii Mauna Loa Obszervatóriumban mért CO<sub>2</sub> koncentráció havi átlagát mutatja. (1960-2024) A vízszintes tengely az éveket jelöli, a függőleges pedig a CO<sub>2</sub> koncentrációt. (Forrás: <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/mlo.html>)

### 2.1.3. Globális vízkészletre gyakorolt hatás

Az Országos Meteorológiai Szolgálat (2018) tanulmánya szerint az évszázad közepéig az évi átlagos felszíni lefolyás és a hasznosítható vízkészlet 10-40%-kal növekszik néhány nedves területen, illetve várhatóan 10–30%-kal csökken néhány száraz területen fekvő, ma is vízhiánnyal sújtott területen (2. ábra). A szárazság által sújtott területek kiterjedése várhatóan növekszik. Az intenzív nagycsapadékok gyakorisága pedig nőni fog, ami fokozza az árvízi kockázatot. Az évszázad folyamán a gleccserekben és a hóval fedett területeken tárolt vízkészlet az előrejelzések szerint csökkenni fog, ami csökkenti a hasznosítható vízkészletet a hegységrendszerek olvadékvizéből táplált területeken, így hazánkban is.



2. ábra: Átlagos évi csapadékösszeg Magyarországon (1991-2020) (Forrás: met.hu)

### 2.1.4. Éghajlati modellezés

Az éghajlat jellemzésekor a múlt és a jelen éghajlatának elemzése mellett ki kell térni a jövőbeni várható változásokra is. Ezen változások vizsgálatára szolgálnak az ún. numerikus modellek, melyek közelítő módszerekkel oldják meg a fizikai folyamatokat leíró matematikai egyenletrendszereket. Általában az 1961-1990 közötti időszakot veszik referenciaként ezen modellezése során. A várható változásokat két jövőbeli időszakra vizsgáljuk, az első a 2021-2050-ig tartó időszak, a második a 2071-2100-ig (Bihari et al., 2018). Az éghajlati modellek eredményeit, a várható éghajlati hatásokat, a települési csapadékvíz-gazdálkodásban megjelenő jelentőségét a 2.1.5. fejezetben tárgyalom.



## **2.1.5. Az éghajlatváltozás hatása Magyarországon**

### **2.1.5.1. Magyarország éghajlatának alapjellemezése**

Magyarország éghajlatát földrajzi fekvése és domborzata határozza meg, az északi mérsékelt övben fekszik. Jellemzője a 4 évszak és a nyugati szelek. Az időjárást kontinentális, óceáni és mediterrán hatások alakítják. A csapadék térben és időben is igen változékony, így az éghajlatváltozás hatása is nehezebben figyelhető meg. Legszárazabbak az Alföldi területek, míg a legcsapadékosabbak a középhegységek és a dél-nyugati területek (Bihari et al., 2018).

### **2.1.5.2. Éghajlatra gyakorolt hatások**

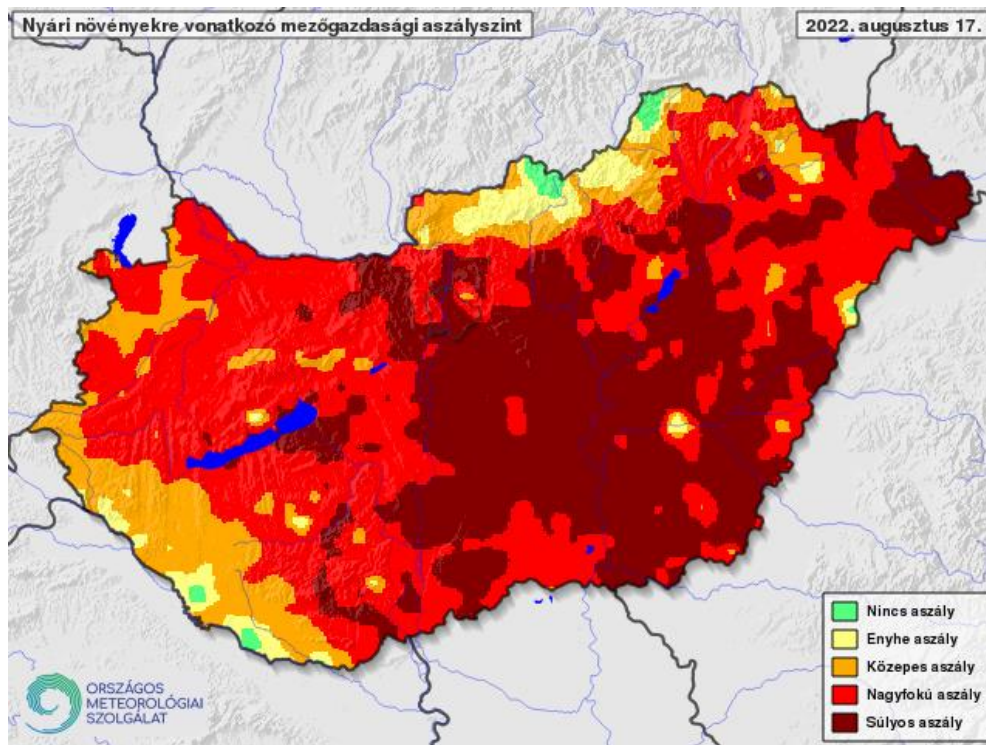
A klímamodellek a földi átlaghőmérséklet további emelkedését valószínűsítik a század végére az 1981-2010-es időszakhoz viszonyítva. Magyarországon megfigyelhető, hogy növekszik a hőmérséklet változékonysága és az éves átlaghőmérséklet, egyre több a forró nap, forróbbak a nyarak, gyakoribbak és intenzívebbek a hóhullámok, enyhébbek a telek, a hó mennyisége csökken. A csapadék éven belüli eloszlása és az éves csapadékmennyiség változik, az intenzívebb csapadékhullás és a nagyobb viharok gyakrabban jelentkeznek, míg a száraz, aszályos időszakok mennyiségben és időtartamban is növekszenek (Bíróné, 2019).

Az OMSZ (2018) adatai alapján hazánkban 1,3 °C-os melegedés figyelhető meg az utóbbi években, míg az éves csapadékmennyiség 4,6%-kal csökkent, ami önmagában nem számít jelentős csökkenésnek, azonban a csapadék egyre inkább gyors és intenzív záporok formájában hullik, a csapadékos napok éves száma egyre kevesebb, az aszályos időszakok pedig egyre hosszabbra nyúlnak.

Az országon belül a csapadék térben és időben is nagyon változékony lehet. Általánosságban elmondható, hogy csapadékosabb területek a hegyvidéki területek és a nyugati, délnyugati országrész, legszárazabb pedig az Alföld középső része. Az OMSZ 2022-es tanulmánya szerint az Alföld középső és tiszántúli része az ország legszárazabb részei, ezek a területek érintettek leginkább az aszályal (3. ábra), a kockázata is itt a legnagyobb a tartós, súlyos aszálynak (Szentés, 2022).

Régi feljegyzésekből tudható, hogy korábban is voltak súlyos szárazságok, melyek éhínséget, járványokat is hoztak magukkal. Az időnként fellépő aszály hozzátartozik hazánk éghajlatához, azonban az elmúlt évtizedekben jelentősen melegebbé váltak a nyarak, a több és intenzívebb hóhullám pedig megnövelte az aszályhajlamot is (Szentés, 2022).

Az éghajlati modellek alapján Magyarországon folytatódni fog az átlaghőmérséklet emelkedés a 21. században. A 2050-ig tartó időszakra 1-2 °C-os, 2100-ra pedig 3-4 °C-os emelkedést várnak éves átlagban (Bihari et al., 2018).



3. ábra: Aszályhelyzet Magyarországon, 2022. augusztus 17. (Forrás: <https://www.met.hu/idojaras/agrometeorologia/aszalyinfo/>)

### 2.1.5.3. Vízkészletekre gyakorolt hatások

Az utóbbiévekben a hazai vízfolyások vízállásában negatív rekordok következtek be. A csapadékhiány és a hóhullámok miatt több kisvízfolyás teljesen kiszáradt (Bodáné, 2022).

A szélsőségesebbé váló vízháztartási helyzetek meghatározása az aszályos időszakok, az árvizek – közöttük a villámárvizek – mértékének, gyakoriságának, tartósságának szempontjából a vízhasználatok, az élet és vagyonvédelem terén kiemelten fontos. Mindemellett a vízminőség folyamatos figyelemmel kísérése is egyre nagyobb szerephez jut (Bodáné, 2017).

A szárazság által sújtott területek kiterjedése, különösen a nyári időszakban növekszik ugyan ezeken a helyeken ezzel párhuzamosan a vízigény is növekedhet az öntözés, illetve egyéb lakossági felhasználás céljából (OMSZ, 2018). Konfliktusok alakulhatnak ki, nemcsak az igénybe vehető vizek mennyiségét, hanem a hozzáférés, illetve a vízminőségi paramétereket illetően.

Az éghajlatváltozás okozta hatások mérsékléséhez az integrált vízgazdálkodási elemek járulhatnak hozzá, mint a hatékony csapadékvíz gazdálkodás, a víz helyben tartása, valamint a szennyvíz újrahasznosítás (Bodáné, 2022).

## 2.2. IPCC jelentések

Az Éghajlatváltozással foglalkozó Kormányközi Testület (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) 2021. évi jelentése szerint a 2015-ös Párizsi megállapodásban foglaltak ellenére - a következő évtizedekben folytatódni fog a felmelegedés mintegy 1,5 °C-ra. Még ha határozott és azonnali lépéseket teszünk a klímaváltozás elleni küzdelemben, például az üvegházhatású gáz kibocsátás drasztikus csökkentése területén, a beavatkozásokkal csak mérsékelni lehet a következményeket (IPCC, 2021). A 1,5 °C-os klímacélt ma már csak úgy lehet az évszázad második felében elérni, ha 2050-re megvalósul az abszolút karbonsemleges gazdaság, majd azzal együtt a légkörben akkumulált CO<sub>2</sub> koncentrációt folyamatosan csökkentjük. Ha a szükséges lépésekre nem szánjuk rá magunkat és jelenlegi ütemben folytatódik a káros anyag kibocsátás, a század végére akár 3 °C-os – egyes forgatókönyvek szerint ennél nagyobb – hőmérsékletemelkedés mehet végbe, ami már beláthatatlan következményekkel járhat, mind emberéletben, mind a mezőgazdasági termelésben, illetve az élőhelyek, illetve a megfelelő élelmiszer utánpótlás megszűnésében.

Az IPCC legutóbbi jelentése, a Climate Change 2023: Synthesis Report fontos figyelmeztetést ad ki. Bár az éghajlatváltozással kapcsolatos intézkedésekben történtek előrelépések, a kibocsátási görbe továbbra is felfelé ível (IPCC, 2023). A 2023-as IPCC jelentés 2025-ig célozza meg a 1,5°C-os hőmérsékleti cél betartásához nélkülözhetetlen intézkedések megvalósítását, a kibocsátási görbe csúcsának megtörését. A kibocsátást 2030-ra 43%-kal, 2035-re 60%-kal kell csökkenteni és 2050-re abszolút karbonsemlegességet kell elérni.

## 2.3. Az Európai Unió vízstratégiája

Az Európai Unió vízpolitikája az EU környezetpolitikájának részeként került kialakításra. Ennek tudható be, hogy az Európai Unió vízjoga hangsúlyosan a víz, mint környezeti elem szabályozási koncepciója által formált. Az Európai Unió vízjogának fókuszában az Európai Parlament és az Európai Unió Tanácsa 2000/60/EK (2000. október 23.) irányelve (Vízkeret Irányelv), a 2007/60/EK Irányelv (2007. október 23.) (árvíz kockázatok értékeléséről és kezeléséről szóló irányelv) valamint 8 további irányelv<sup>1</sup> áll, mint pl. a fürdővízről, az ivóvízről, a települési szennyvíz kezeléséről, a nitrátokról, a szennyvíziszapról szóló irányelvek (Európai Számvevőszék, 2014).

---

A Tanács 98/83/EK irányelve az emberi fogyasztásra szánt víz minőségéről, a Tanács 91/271/EGK (1991. május 21.) irányelve a települési szennyvíz kezeléséről, a Tanács 91/676/EGK (1991. december 12.) irányelve a vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméről, az Európai Parlament és a Tanács 2005/35/EK irányelve (2005. szeptember 7.) a hajók által okozott szennyezésről és a jogsértésekre alkalmazandó szankciók bevezetéséről, az Európai Parlament és a Tanács 2006/7/EK irányelve (2006. február 15.) a fürdővizek minőségéről, az Európai Parlament és a Tanács 2006/118/EK irányelve (2006. december 12.) a felszín alatti vizek szennyezés és állapotromlás elleni védelméről, az Európai Parlament és a Tanács 2008/56/EK irányelve (2008. június 17.) a tengeri környezetvédelmi politika területén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról és az Európai Parlament és a Tanács 2008/105/EK irányelve (2008. december 16.) a vízpolitika területén a környezetminőségi előírásokról<sup>1</sup>

Az Európai Unió vízstratégiája (Blueprint) 2012-re készült el. A stratégia minden eddiginél világosabban fogalmazza meg, hogy a fenntartható vízhasználat kapcsán a vízkészletek megőrzése és az éghajlatváltozás hatásainak mérséklése érdekében mely területeken van szükség a meglévő közösségi politikák és szabályozások hatékonyabbá tételére vagy újak kidolgozására.

Az Európai Unió vízstratégiája az alábbi feladatokat határozza meg a vizekhez kapcsolódó káresemények megelőzése érdekében:

- a vízi ökoszisztéma éghajlatváltozással szembeni ellenálló képességének fejlesztése,
- integrált katasztrófavédelmi megközelítés érdekében összehangolni a vízgyűjtő-gazdálkodási terveket az árvízkezelési tervekkel,
- természetes vízmegtartó intézkedések előtérbe helyezése,
- a vizek újra felhasználásának ösztönzése.

### **2.3.1. Vízügyi tárgyú irányelvek**

Az Európai Unió Tanácsa 2000/60/EK irányelve, vagyis a Vízkövet Irányelv (VKI) minden olyan emberi tevékenységre kiterjed, ami közvetlenül vagy közvetetten befolyásolhatja a víztestek állapotát a vízhasználaton keresztül. Célja, hogy az unió területén a vizek „jó állapotba” kerüljenek. Alapegysége a vízgyűjtő terület, így kényszerítve a közös vízgyűjtővel rendelkező tagállamokat az együttműködésre. A korábbiakkal ellentétben felismeri, hogy nem csak a vízminőségre szükséges fókuszálni, hanem a víz mennyisége is fontos szereppel bír és nem tesz különbséget a felszíni és a felszín alatti vizek fontossága között.

Az Európai Parlament és a Tanács 2007/60/EK Irányelve, vagyis az árvízkezelési tervek értékeléséről és kezeléséről szóló irányelv előírja, hogy a VKI keretében készülő vízgyűjtő-gazdálkodási tervek ciklusával összehangolva árvízkezelési tervekkel kell kidolgozni. Az irányelv választ keres arra, hogy az éghajlatváltozás és nem megfelelő vízgazdálkodás okozta és egyre nagyobb kihívást jelentő árvízkezelési tervek növekedése hogyan csökkenthető. Az árvízkezelési tervek segítségével a területhasználati és területi tervezés figyelembe kell vegye az éghajlatváltozást és a katasztrófákkal szembeni alkalmazkodó képességet. Egyik kiemelt intézkedése az árterek és vizes élőhelyek helyreállítása az ökoszisztéma-szolgáltatások kiterjesztése és biológiai sokféleség helyreállítása érdekében.

A vízügyi tárgyú irányelvekből származó tagállami kötelezettségek végrehajtását az Európai Bizottság rendszeresen felülvizsgálja, erre a VKI esetében először 2007-ben, majd 2009-ben került sor. Az Európai Unió vízstratégiájának (Blueprint) készítési folyamatában, fontos szerepet kapott a tagállamok vízgyűjtő-gazdálkodási terveinek elemzése (Európai Bizottság, 2012).

### 2.3.2. ENSZ Víz Világjelentések

Az Első Éghajlati Világkonferencia (1979, Genf) kifejtette, hogy a globális melegedés fő okozója az antropogén hatások (fosszilis tüzelőanyagok használata, erdőirtás és földhasználat változás) miatt bekövetkező légköri szén-dioxid-koncentráció növekedés (WMO, 1979). Figyelmeztette a kormányokat, hogy *„jelezzék előre és gátolják meg azokat a potenciális, ember által okozott változásokat az éghajlatban, amelyek az emberiség életkörülményeire negatív hatással lehetnek.”* Vizsgálta, hogy az éghajlatváltozás miként hat az emberi tevékenységre. Kijelentette, hogy az emberiség túlélésének kulcsa, ha megtanul harmóniában élni a természettel. Ez a konferencia vezetett az Éghajlati Világprogramhoz és az éghajlatváltozás kutatásához.

A Második Éghajlati Világkonferencia (1990, Genf) konstatálta, hogy az Első Konferencia óta eltelt több mint 10 év alatt a globális melegedés becsült mértéke növekedett, ezért időszzerű szigorú intézkedéseket hozni az üvegházhatású gázok forrásainak csökkentése és nyelőinek növelése érdekében, függetlenül a még meglevő tudományos bizonytalanságoktól.

ENSZ Konferencia a Környezetről és a Fejlődésről (ENSZ, 1992) Rio de Janeiroban került megrendezésre. Ekkor került aláírásra az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye, mely 1994-ben lépett hatályba és melyhez valamennyi ENSZ tagállam csatlakozott. A Keretegyezmény kinyilvánította, hogy cselekedni kell az éghajlatváltozás növekvő kockázata miatt, azonban nem adott jogilag kötelező érvényű irányadó számokat és határidőket az egyes tagállamoknak.

A Kiotói Jegyzőkönyv (ENSZ, 1997) a kibocsátások szabályozását érintő kötelezettségeket rögzített, de ezek nem vonatkoztak a fejlődő országokra, mivel ők semmilyen jogilag kötelező korlátozást nem fogadtak el, saját jólétük kialakításának és országuk felzárkóztatása érdekében. A Jegyzőkönyv értelmében az iparilag fejlett államok és az „átmeneti gazdaságú” országok – ezúttal már jogilag kötelező érvénnyel – vállalták, hogy az 1990-es szinthez képest kibocsátásukat átlagosan 5,2%-kal csökkentik 2012-ig. A kezdeti erőfeszítések ellenére a Kiotói Jegyzőkönyv nem volt képes megoldani globális szinten a klímavédelmet, az antropogén hatások az eltelt időszakban sem mérséklődtek.

#### **Víz- és klímaváltozás**

A Víz és klímaváltozás (UN World Water Development Report) éves vízügyi jelentés, az ENSZ vízzel foglalkozó szakosított szerve megbízásából az UNESCO készíti. Célja, hogy segítsen a klímaváltozás okozta hidrológiai változások kihívásainak kezelésében. Foglalkozik a klímaváltozás hidrológiai ciklusra, valamint a vízforrásokra és a vízzel kapcsolatos szolgáltatásokra gyakorolt hatásával, mely akár az emberek alapvető ivóvízhez való jogát is veszélyezteti. A megfelelő vízgazdálkodás fontos szerepet tölt be a klímaváltozás megoldásában, miközben alkalmazkodnia is kell a klímaváltozáshoz (UN WWDR, 2020).

## **Budapesti Víz Világtalálkozók**

A 2013-as Budapesti Víz Világtalálkozó (Budapest Water Summit-BWS) mondta ki, hogy a víz alapvető szerepet tölt be a fenntarthatóságban, melynek elérése új innovatív irányzatok kialakítását teszi szükségessé, a vízügyi és egyéb társadalmi és gazdasági szektorok együttműködésével (Budapest Water Summit, 2013). A záró nyilatkozat megfogalmazza minden ökoszisztéma védelmét és rehabilitációját, mivel a vízhasználatból következő ökoszisztémát érintő nem kívánt változások ellentétben állnak a fenntartható vízgazdálkodás törekvéseivel. Általánosan elérhetővé kell tenni az ivóvizet, mint emberi jogot mind a higiénia szolgáltatásokban, a háztartásokban, az iskolákban, az egészségügyi létesítményekben és a munkahelyeken.

A 2016-s BWS szerint 2015-ben egy új korszak kezdődött, miszerint egyértelműen a víz tölti be a központi szerepet a fenntartható fejlődés és az emberi jólét elérése érdekében (Budapest Water Summit, 2015). Míg a víz kezelése csak lokális és regionális szinten történhet, mégis globális probléma, mivel a következményei egyértelműen a bolygó vízkörforgásában és a világgazdaságban jelentkeznek. A vízzel kapcsolatos problémák mind összefüggésben állnak egymással, kölcsönösen függenek, szisztematikusan, ezért globális összefogás keretein belül, globálisan konzisztens módon kell kezelni őket. Célkitűzéseket fogalmaz meg, hogy 2030-ra elérjük a vízzel kapcsolatos fenntartható fejlődési célokat.

A BWS 2019 (Budapest Water Summit, 2019) már azt állapítja meg, hogy késésben vagyunk a korábban kijelölt célok teljesítésében. Bár voltak vitathatatlan sikerek, a világ nagy része továbbra sem halad a fenntarthatóság felé. A túl kevés, túl sok vagy a túl szennyezett víz továbbra is válságot okoz, a klímaváltozással egyre súlyosbodik, több millió ember egészségét és jólétét fenyegetve. Végre teljesen fel kellene ismerni a víz értékét: társadalmi, kulturális, vallási, gazdasági és pénzügyi perspektívák szempontjából egyaránt, minden ember és ország között, legyen szó felszíni, felszín alatti, folyó vagy állóvízről.

## **2.4. Fenntartható fejlődési célok**

Az éghajlatváltozás elleni fellépések közül a 2015-ös Párizsi Megállapodáshoz nagy reményeket fűztek, mivel az ENSZ éghajlatváltozási keretegyezménye (Rio de Janeiro, 1992) és kiegészítő jegyzőkönyve (Kiotó, 1997) nem bizonyultak elegendőnek a globális felmelegedés elleni küzdelemben. A 2015-ös Párizsi csúcstalálkozón meghirdetett fenntartható fejlődési célok (Sustainable Development Goals, SDG) rendszere minden állam számára feladatot ad közös feladatok és erőfeszítések megvalósítására 2030-ig. Az SDG célok összefüggő rendszert alkotnak (4. ábra) és végrehajtásukkal a globális felmelegedés mértéke 1,5 °C-on belül maradhatna (ENSZ, 2015).

Kőrösi Csaba (2018) szerint az SDG-k arról szólnak, milyen állapotban szeretnénk látni a Földünket 2030-ra. A célokból következő feladatokat nemzeti, regionális és helyi programokká kell alakítani és ilyen módon hozzájárítani a megvalósításhoz.

A fenntartható fejlődés elképzelhetetlen fenntartható vízgazdálkodás nélkül. A víz elengedhetetlen az iparban, bányászatban, energiatermelésben, mezőgazdasági és egyéb kereskedelmi árukba ágyazva, különféle termékek előállításához. A vízzel kapcsolatos fenntartható fejlődési célok összefüggésben állnak egymással, szisztematikusan, globális összefogás keretein belül kell kezelni őket.



4. ábra: A 17 fenntartható fejlődési cél (Forrás: ENSZ)

## 2.5. Magyarország vízstratégiája

A VAHAVA projekt Láng István vezetésével indult a 2000-es évek elején. Elsődleges célkitűzése volt, hogy megértsék a klímaváltozás veszélyeit, továbbá olyan stratégia kidolgozása, mely alapján az egész ország lakossága és a megfelelő erőforrások is mozgósíthatóak a káros következmények megelőzésének vagy elhárításának érdekében. Az 1992-es Riói Nyilatkozatban deklarált elővigyázatosság elve volt a kiindulópont, mely szerint bizonytalan vagy súlyos kilátású helyzetekben nem szabad megvárni a teljes tudományos bizonyosságot, mert mire minden biztossá válik, már valószínűleg túl késő lesz. A környezetvédelemért felelős minisztérium és a Magyar Tudományos Akadémia 2006-ban lezárta azt a hároméves közös projektet, melyet a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia tudományos alapjainak kidolgozására indítottak. Ezt hívják VAHAVA projektnek, ami három szó (változás - hatás - válaszadás) első szótagjainak összevonásából keletkezett (Láng et al., 2006).

A kutatási projekt célkitűzése volt, hogy felkészítse a hazai társadalmat és gazdaságot egy valószínűsíthető melegebb és szárazabb időszakra, illetve, hogy olyan gyorsan reagáló technikai, pénzügyi és szervezési feltételrendszert dolgozzon ki, mely alkalmas a szélsőséges időjárási események káros hatásainak mérséklésére, kezelésére, illetve az akkori ismeretek szerint még visszafordítására is, amennyiben az antropogén eredetű klímaváltozás folyamata tudományos igazolást nyerne. 11 olyan jelenséget azonosítottak, melyek a későbbiekben várhatóan gyakoribbak és súlyosabbak lesznek Magyarországon. Ilyenek az ár-és belvizek, az özvízszerű esőzések, a súlyos aszályok, a hőség hullámok, a túl korai és késői fagyok, a jégesők, a szélviharok, valamint új kártevők betelepülése. A hazai gazdaság valamennyi ágazatára kiterjedően feltérképezték a változások kockázatait és lehetséges kimeneteit. A VAHAVA által fogalmazódott meg a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia (NÉS) szükségességére való igény és annak tudományos megalapozását is lényegében a projekt adta. Az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye és annak Kiotói Jegyzőkönyve végrehajtási keretrendszeréről szóló 2007. évi LX. törvénybe bekerült a NÉS elkészítésére vonatkozó rendelkezés. A 2008-2025-re szóló Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiát a 29/2008 országgyűlési határozattal a VAHAVA projekt zárását követő két éven belül fogadták el (Láng et al., 2006).

Magyarország aktuális vízpolitikáját a Kvassay Jenő Terv határozza meg, mely Magyarország 2030-ig tartó Nemzeti Vízstratégiája (Nemzeti Vízstratégia, 2017). A hazai vízpolitikát a globális fenntartható fejlődési célok kitűzéseivel, valamint hazai szakpolitikai stratégiákhoz igazítja. Kiemelt feladatának tekinti a települési csapadékvíz-gazdálkodást, a csapadékvíz hasznosítás nélküli elvezetésének megszüntetését és a csapadékvíz minőség szabályozásának megteremtését. Az alábbi célkitűzéseket fogalmazza meg:

- kerüljük el, vagy legalább mérsékeljük a kialakulóban lévő világszintű vízválságot,
- a víz adta előnyeinket a lehető legnagyobb mértékben kiaknázzuk,
- a víz többletéből vagy hiányából származó kockázatokkal szemben minél inkább biztonságban lehessünk,
- a vizet mint a földi élet pótolhatatlan feltételét, másrészt, mint gazdasági erőforrást a jövő nemzedéke számára megőrizzük.

A hazai vízgazdálkodás egyik legkomolyabb kihívása a települési vízgazdálkodás hatékonyságának fejlesztése, ahol a műszaki, intézményi, szabályozási és finanszírozási, valamint a környezeti és a fenntarthatósági szempontok együttes figyelembevételével lehet a fenntartható működési modellt kialakítani. A Kvassay Jenő Tervben a vízviszátartással és vízszétosztással kapcsolatban megjelenik, hogy a csapadékvízzel való gazdálkodásban az állam mellett az önkormányzatoknak is nagyobb szerepet kell vállalniuk.



A települések területére hulló csapadékot, valamint más, oda érkező felszíni vizeket minél nagyobb arányban a későbbi hasznosítás, illetve a károkozás megelőzése érdekében tárolni szükséges. Erre a célra kialakított csapadékvíz-gazdálkodási rendszerek jelentős gazdasági potenciált biztosíthatnak a gazdálkodó szervezetek részére és a település lakóinak életminőségét is javíthatják, ezért a társadalom egésze számára hasznosak, az egyéb pozitív járulékos hatások mellett, mint pl. mikroklíma javítása, ökológiai folyosók kialakítása, vizes élőhelyek létrehozása (Nemzeti Vízstratégia, 2017).

## **2.6. A téma aktualitása**

A szakirodalmi áttekintés alapján látható, hogy már az Első Éghajlati Világkonferencia (1979) óta kutatjuk a globális felmelegedést és hatásait és számos nemzetközi egyezmény született a klímaváltozás lassítására. Egyre nyilvánvalóbbá válik tehát, hogy beavatkozás szükséges és megjelent számos lehetőség, ami az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodást segíti elő. Ezek közül a 3. fejezetben első sorban a csapadékvisszatartásra irányuló megoldásokkal foglalkozom település szintű vonatkozásban.

### **3. Alkalmazott módszerek**

#### **3.1. Települési csapadékvíz gazdálkodás**

A települési vízgazdálkodás kiemelten fontos terület, feladatai az emberek ivóvízzel történő ellátása, a szennyvíz elvezetése és kezelése, a településeken belül keletkező víz elhelyezése (Csapák, 2009). A három terület együttes kezelését akadályozza, hogy a csapadékvíz-gazdálkodás tekintetében a településekre nem hárul kötelező feladat, így a csapadékvíz-elvezetés megoldására kisebb figyelem összpontosul. Pedig az éghajlatváltozás, a szélsőséges csapadékesemények megjelenésével éppen ezen a területen követel gyors beavatkozást.

A Nemzeti Vízstratégia (2017) szerint általánosságban elmondható, hogy a legtöbb település az éghajlatváltozás szempontjából érzékeny ár- és belvívveszélyes területeken helyezkedik el, ahol nagy a népsűrűség, a felhalmozott vagyontömeg, továbbá a koncentrált ipari tevékenység hatására a vízkároknak való kitettség magas. A klímaváltozás egyik következménye, hogy a hagyományos elvezetés-orientált és nagy beruházási költségű mérnöki megoldások, az úgynevezett szürke infrastruktúra nem nyújt megfelelő megoldást a települési vízkárok megakadályozására. A feladat a belterületi vízgazdálkodás felé egymással ellentétes műszaki követelményeket támaszt, melyek a hagyományos csatornázási rendszerekkel nem teljesíthetők. Új szemléletű vízgazdálkodási rendszerek kiépítésére van szükség (Mrekva, 2019).

#### **3.2. Zöld infrastruktúra**

A zöld infrastruktúra természetes és félig természetes területek olyan igénybevételét valósítja meg, ami ökológiai és gazdasági hasznot nyújt a társadalomnak az emberi életminőséget támogató ökoszisztéma-szolgáltatások kiaknázásával (Európai Bizottság, 2013). Kiegészíti, vagy helyettesítheti a hagyományos „szürke” infrastruktúrát, melynek létjogosultságával továbbra is számolni kell, ám szükségesnek látszik a jelenlegi rendszerek korszerűsítése és átalakítása, a zöld infrastruktúra elemeivel történő kiegészítése. A zöld infrastruktúra több probléma egyidejű kezelésére is alkalmas, például egyidejűleg csökkenthető vele a vízvezető rendszer terhelése minőségi és mennyiségi értelemben is, ezzel kímélve a befogadókat, mérsékelve a vízkárokat.

Újszerűsége, pénzügyi megtérülésének bizonytalansága miatt egyelőre nem vált részévé a megszokott beruházási és mérnöki gyakorlatnak, pedig gyakran olcsóbb és fenntarthatóbb a szürke megoldásoknál (Országos Vízügyi Főigazgatóság, 2019) A már kiépített szürke infrastruktúrát alkalmazó rendszerek bővítése az esetek döntő többségében jelenleg még irreális cél pénzügyi, műszaki és ökológiai szempontból egyaránt.

A célkitűzés az lenne, hogy lehetőség szerint a természetes vízgyűjtőket a csapadékot önállóan befogadni és hasznosítani képes területegységek alkossák, ahol a részvízgyűjtők mint területi egységek kapcsolatát megtervezett műszaki megoldásokkal és kiépített infrastruktúrával lehessen biztosítani (OVF, 2019).

A természetközeli állapotban lévő zöldfelületekről a lehullott csapadék csupán kis hányada folyik el, mert vízmegtartó képessége nagyobb, mint a burkolt felületeké, melyről utóbbiról a csapadék nagy része elfolyik, gyorsan összegyülekezik, ezzel is hozzájárulva a villámárvizek kialakulásához. Hegyvidéki területeken a víz útját lassító megoldások beiktatása, erdősültség növelése, városi területeken a zöldtetők, zöldfelületek növelése vezethetnek eredményre. A hegy- és dombvidéki területeken a természetes vízvisszatartás a lefolyási tényező csökkentésével, tehát az összegyülekezési idő növelésével valósítható meg, például növényzet telepítésével, erdősítésekkel (Belügyminisztérium, 2017). A vízgyűjtő felső részén a vízvisszatartási kapacitást javítható tározó építésével, a természetes növénytakaró helyreállításával. A síkvidéki területeken a lefolyás késleltetése komplexebb feladat, bár a kisebb topográfiai különbségek a beszivárgást jobban támogatják, mint hegy- és dombvidéken. Elsődlegesen a szabályozást megelőző állapotokat szükséges visszaállítani, ahol csak lehet. Tehát az árterek, vizes élőhelyek vonatkozásában kellene visszatérni az eredeti tájhasználatra, másodkörben mesterséges tározókat szükséges kialakítani az arra alkalmas területeken, a víz későbbi felhasználásának érdekében. Nagy folyók mentén ezeknek a megoldásoknak a segítségével az árvízbiztonságot is tudjuk növelni (Kvassay Jenő Terv, 2017).

A vízkárok megelőzésének érdekében elsődleges szempont, hogy megfelelően nagy szabad tározókapacitás álljon rendelkezésre a villámárvizek befogadása érdekében, miközben a kiépített tározókban a lehető legtöbb vizet tározzuk el a száraz, aszályos periódusokra való tekintettel. Ez a két cél ellentmondásos, megoldásának kulcsa a komplex műszaki, folyamatirányítási és szimulációs modellezési rendszerek alkalmazásával valósítható meg, szabályozható csapadékvíz-gazdálkodási elemek felhasználásával (Búzás, 2019).

A csapadéktevékenység megbízható előrejelzésével olyan automatizált vagy távvezérelt rendszerek létrehozása szükséges, ami a vízgyűjtőterület pillanatnyi állapotát figyelembe véve képes a szükséges vízszinten tartani az eltározott vizet addig, míg az érkező csapadékból újból után lehet tölteni az érintett tározókat. Ehhez olyan fejlett előrejelző és szimulációs rendszerekkel kell rendelkezünk, amelyekkel a szükséges beavatkozások az előrejelzés néhány órás időelőnyére tekintettel biztonsággal lebonyolíthatók. A tározók térfogatát a vízgyűjtő terület lefolyási tényezője és a csapadék mennyiség határozza meg. A tározott vizek a vízminőség függvényében alkalmasak öntözővíz biztosításra vagy akár a szilárd felületek, illetve a mikroklíma hűtésére (Búzás, 2019).

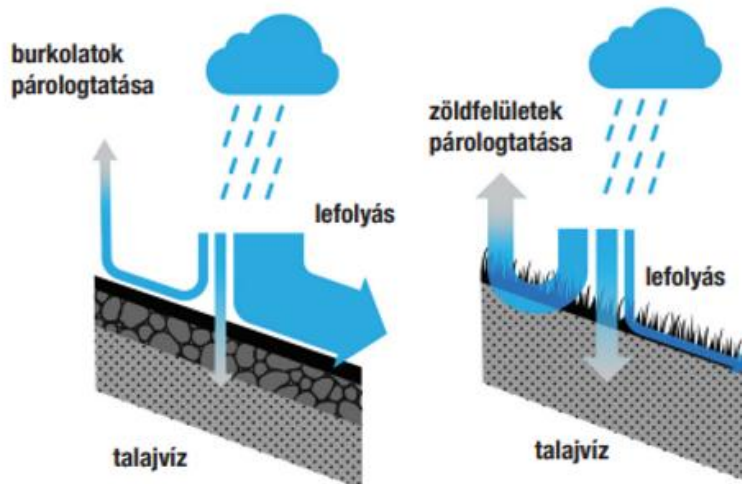
Búzás Kálmán (2019) a keletkező csapadékintenzitás szerint három beavatkozási forma kialakítását javasolja. Mindhárom esetben a csapadékvíz-gazdálkodás, illetve a vízelvezetés átgondolt, a vízgyűjtő egészére kiterjedő tervezését követeli meg az alábbiak szerint:

- A kisebb csapadékmennyiséget (maximum 20 mm/h) célszerű a vízgyűjtő területén tartani, ami elsősorban zöld infrastruktúra kiépítésével oldható meg, a lefolyás átmeneti késleltetésével, illetve szikkasztással. Ez a megoldás akkor működhet megfelelően, ha a vízgyűjtő jó vízáteresztő képességű talajjal, valamint alacsony talajvízszinttel rendelkezik.
- Közepes intenzitású (20-40 mm/h) csapadékok esetében a zöld infrastruktúra biztosította lehetőségek nem bizonyulnak elégnek, ugyanis ekkor a kialakuló felszíni lefolyást is kezelni szükséges. A megoldást állandó vagy ideiglenes felszíni vagy felszín alatti tározók biztosíthatják, a csatornahálózat igénybevételével és a felszíni lefolyás kordában tartásával.
- Az extrém csapadékesemények (legalább 40 mm/h) esetében már kifejezetten szükségesek a sűrű infrastruktúrális elemek. Feltételezzük, hogy a vízgyűjtő pillanatnyi állapotát valós időben folyamatosan monitorozzuk és a szükséges beavatkozásokat a vízgyűjtő meghatározott pontjain kiépített, távműködtetésű szabályozó műtárgyakkal elvégezzük. A vízkárok mérséklése, illetve megakadályozása alternatív felszíni lefolyási útvonalak és ideiglenes elöntési területek igénybevételével megoldható (Búzás, 2019).

### **3.3. Természetes vízmegtartó megoldások**

#### **3.3.1. A vízmegtartás fontossága**

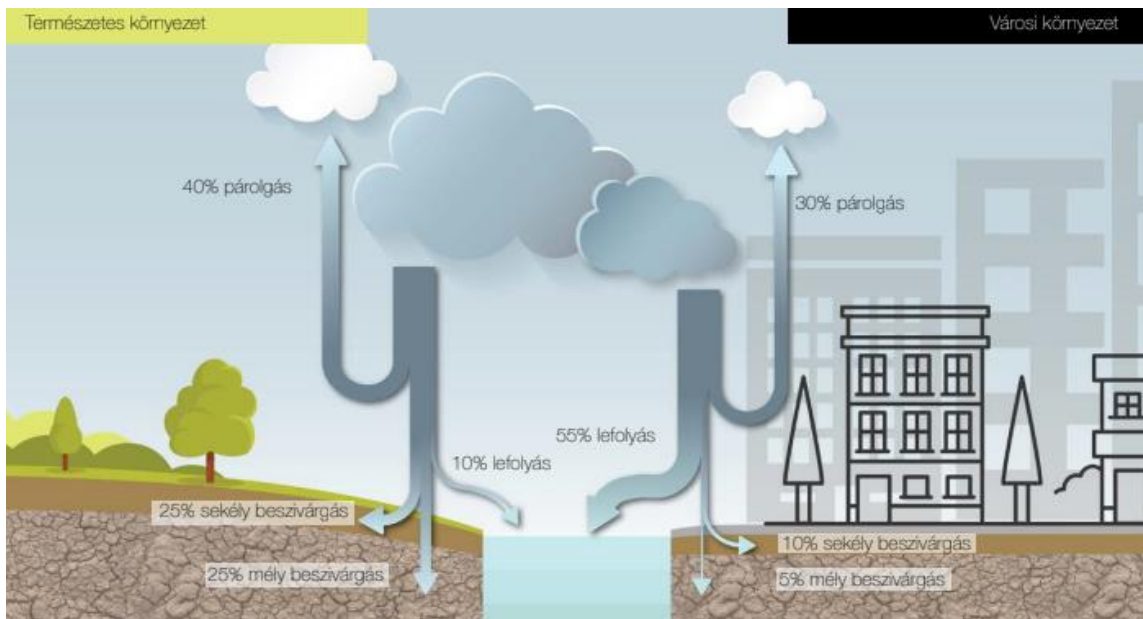
A fenntartható vízgazdálkodás egyik kihívása olyan csapadékvízgazdálkodás megvalósítása, ami a csapadékot helyben tartja a későbbi hasznosítási lehetőségének kialakításával (Szöllősi-Nagy 2021). A városokban a klímaváltozás szélsőséges körülményeket teremt. A sűrűn beépített területeken a szélmozgás gátolt, ezáltal kevésbé tud átszellőzni, míg a betonozott vagy aszfaltozott felületek, illetve a téglapítmények megtartják a hőt, az ezt ellensúlyozni képes zöldfelületek egyre visszaszorulnak, beépítésre kerülnek, ezáltal a napi átlaghőmérséklet emelkedik, ez az ún. hősziget jelenség (Bartholy et al, 2011). A burkolt felületek növekedésével nemcsak a hőmérséklet növekedik, hanem a csapadék beszivárgása is korlátozódik (5. ábra). Azzal, hogy a lehullott csapadék mennyiség nem képes beszivárogni, teljes mennyisége rövid idő alatt, villámárvizeket okozva a felszínen folyik el. A forró időszakok gyakoribbá válnak települési környezetben, míg a gyors lefolyás miatt a talaj kiszárad. Ezen kedvezőtlen hatások mérséklése érdekében zöld infrastruktúrális megoldások alkalmazása célszerű (Major, 2021).



5. ábra: Burkolatok és zöldfelületek vízmegtartó képessége (Forrás: Zöldinfrastruktúra Füzetek, 2016)

### 3.3.2. Vízvisszatartás a településeken

A burkolt felületek növekedésével a településeken felgyorsult a lefolyási hányad (6. ábra), a csapadék meghatározó része felszíni vagy felszín alatti elvezető rendszerben lefolyik, a természetes körforgásból kikerül. A felszín alatti vizek áramlását megnehezítik a mélygarázsok és egyéb mélyalapozott építmények. Az árvízcsúcsok, valamint a lefolyási hányad csökkentése érdekében lokális szintű beavatkozások, zöld infrastrukturális elemek válnak szükségessé, hogy a vízgyűjtő a lehető legnagyobb mértékben közelítsen a terület természetes vízgyűjtőjéhez (Buzás, 2019).



6. ábra: Városi beépítés hatása a vízkörforgásra (Forrás: Zöldinfrastruktúra Füzetek, 2016)

### Házi csapadékvíz-tározás

A házi csapadékvíz-tározás lényege, hogy az ingatlanra hulló csapadékot helyben tartsuk. Ezáltal a település vízelvezető rendszerét nem terheljük és az összegyűjtött víz helyben, saját célra is felhasználható, pl. locsolásra, de akár WC öblítésre is. Megfelelő műszaki kialakítással a burkolt felületre lehullott csapadék akár teljes egészében könnyedén összegyűjthető és tartályokban tározható, majd hasznosítható, ezáltal mindig rendelkezésre állhat elegendő víz a háztartás igényeinek megfelelően a száraz periódusokban is (<http://nwrn.eu/measures-catalogue>). Ezen módszer alkalmazásával ivóvizet is megtakarítunk, mivel nem feltétlenül szükséges ivóvíz minőségű víz az említett célokra, ezáltal csökkenthető a háztartás ivóvízfelhasználása is (Matusz-Kalász, 2019). Komplex esővízgyűjtő rendszer is kialakítható, melynek lényege, egy megfelelően méretezett, egymáshoz műszakilag tartozó és illeszkedő elemekből (tartály, szivattyú, szűrő) álló rendszer létrehozása. A komplex rendszer (7. ábra) kialakítása költségesebb, mint egy hagyományos víztartály telepítése.



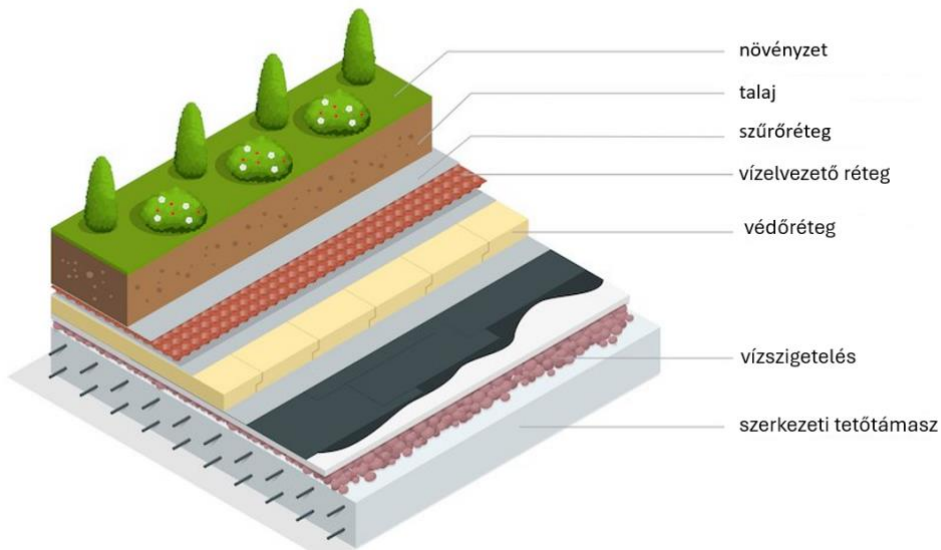
7. ábra: Házi esővízgyűjtő rendszer (Forrás: <https://hydroking.hu/esovizhasznositas/>)

### Zöldtetők

A zöldtetők célja, hogy a tetőre hulló csapadék ne kerüljön elvezetésre a csatornába, hanem a tetőre telepített növényzet hasznosítsa. A csapadék ebben az esetben a tetőn lévő talajrétegben kerül raktározásra (8. ábra). Megkülönböztetünk intenzív és extenzív zöld tetőket, valamint kéktetőt is (Zöldinfrastruktúra Füzetek, 2018).

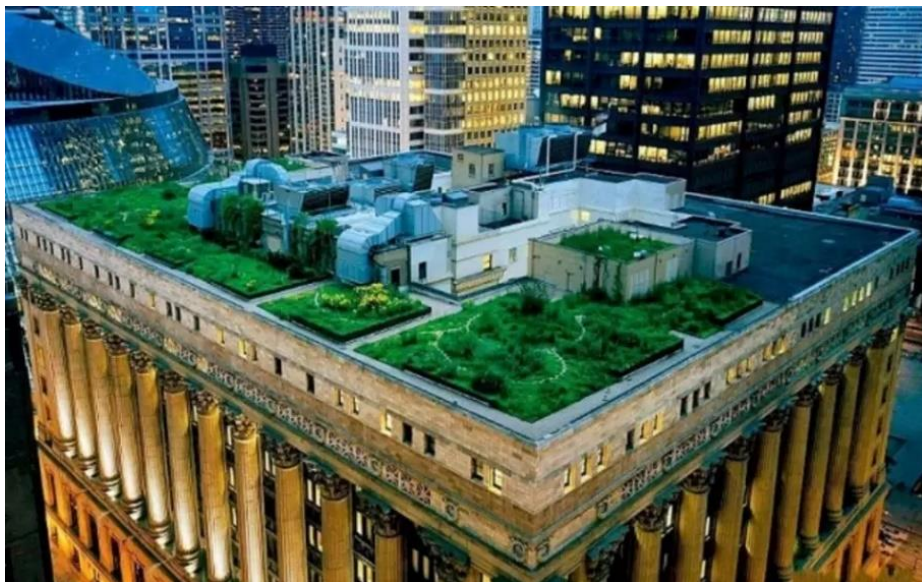
Mrekva László (2019) szerint a zöldtető éves szinten 22-70 %-kal képes csökkenteni az elvezetendő csapadékvíz mennyiséget, függően a tetőn telepített növénytársulás jellegétől. Ez a megoldás kiválóan alkalmazható lakóparkokban, lakótelepeken, ahol a lapostetők felülete jelentős mértékű és a lehullott csapadék majdnem egésze a csatornába kerül.

## Zöldtető



8. ábra: Zöldtető szerkezeti felépítése (saját fordítás) (Forrás: <https://www.meristemdesign.co.uk/blog/why-you-should-invest-in-a-green-roof/>)

Az Intenzív zöldtetők, vagy más néven tetőkertek legértékesebb típusai a zöldtetőknek. Szinte minden olyan növényfaj felhasználható, melyek a hagyományos kerteknél is. Élvelők, fűfélék, gyepek és kisebb fák is ültethetők. Sokoldalúan használhatóak, ugyanakkor fenntartásuk intenzív ápolással, gyakori, rendszeres gondozással jár. Lényegesen értékesebb, mint az extenzív zöldtető, viszont magasabb kivitelezési és fenntartási költségekkel jár (9. ábra). (<https://zoldtetoepites.hu/zoldtetok-tipusai/>)



9. ábra: Zöldtető a Chicagói Városházán (forrás: <https://kert.tv/dzsungel-a-chicagoi-varoshazan1/>)

Az extenzív zöldtető alacsony fenntartási igényű, alacsony vízigényű vegetációval ellátott, növényfajai pozsgások és szárazságtűrő fűfélék, mivel minimális a karbantartási igény és nagy regenerációs képesség jellemzi ezeket a taxonokat. Esztétikai értékük nem közelíti meg az intenzív tetőkét, inkább csak funkcionális szempontot tölt be, mint a vízvisszatartás és hőszigetelés. Legfőbb előnyük a költséghatékonyság (Zöldinfrastruktúra Füzetek, 2018).

A kéktetők elsősorban sűrűn beépített városi környezetben juthatnak szerephez. A lapostetők víztározó kapacitását használja ki, a tetők felületén kisebb medencéket kialakítva. Ezzel nagy mennyiségű csapadékot tartva vissza, mely elpárolog, így csökkentve a csapadékcsúcsot és a városi hősziget effektust. Megfelelő teherbírású épület esetén kialakítása olcsó, gyors és egyszerű (Zöldinfrastruktúra Füzetek, 2018).

### **Zöldhomlokzat**

Másnéven zöldfal, alternatív megoldás, ahol a növényekkel való borítást függőlegesen oldják meg, szinte bármilyen épület esetében kialakítható (10. ábra). Nyáron segítenek hűteni a városi tereket és épületeket árnyékolás és párologtatás révén. Két típust különböztetünk meg: természetes zöldhomlokzatok és mesterséges zöldfalak. Természetes zöldhomlokzatok esetében futónövényeket alkalmazunk, melyeket a talajba ültetünk és onnan kúsznak fel. A mesterséges zöldfalak falra rögzített ültetőközegek, kivitelezése és fenntartása költségesebb, mivel öntözést igényel (Zöldinfrastruktúra Füzetek 2., 2016).



*10. ábra: Zöldhomlokzat (forrás: Zöldinfrastruktúra Füzetek 2., 2016)*



### Áteresztő burkolatok

A hagyományos út és járdaburkolatokhoz hasonló szilárdsági jellemzőkkel bír, azonban kialakítását tekintve hézagos és/vagy porózus, ezáltal nem vízzáró, lehetővé teszi a víz burkolaton keresztül történő beszivárgását (11. ábra). Gyakorlatilag bárhol, bármilyen körülmények között alkalmazható. Mrekva László (2019) kutatásai szerint lefolyást csökkentő képessége akár 100% is lehet, a lefolyási csúcsokat akár a 90 %-kal is képesek csökkenteni.

Vízáteresztő burkolatok fajtái (Csizmadia, 2016):

#### Öntött burkolatok

- Drénaszfalt
- Drénbeton
- Rekortán gumi burkolat

#### Elemes burkolatok

- Terméskő és térkő burkolat
- Gyephézagos elemes térkő burkolat

#### Szórt burkolatok

- Kötőanyaggal stabilizált szórt
- Kötőanyag nélkül stabilizált szórt burkolat
- Kavics fix

#### Magas zöldfelületarányú burkolatok

- Gyeprács
- Stabilizált gyepburkolat



11. ábra: A kiselemes terméskő burkolat (Lohsepark, Hamburg) (Forrás: Zöldinfrastruktúra Füzetek 3., 2018)

## Beszivárogató árkok és medencék

Az Infiltrációs céllal kombinált csapadékvíz elvezető és tározó rendszerek három típusát különböztethetjük meg: vegetációs csatornák, infiltrációs vagy szikkasztó árkok, és esőkertek. Közös jellemzőjük, hogy elősegítik a beszivárgást, míg egy szűrőrétegen vezetik át a csapadékvizet, ezáltal távolítva el a szennyeződések (12. ábra). A víztisztítás mellett a lefolyás sebességét is csökkentik. Fontos környezetvédelmi funkciójuk, hogy képesek megszűrni nehézfém, nitrogén és szénhidrogén szennyezéseket is a növényzet természetes tisztítóképességét kihasználva, ezzel javítva a vízminőséget. További előnye a biodiverzitás megőrzése (Zöldinfrastruktúra Füzetek, 2018).

Szennyezőanyagok a városi csapadékvízben		
A szennyező források	Szennyezőanyagok	Milyen felületeket érint?
Közlekedés	Kenőolaj, hidraulika folyadék	közlekedési felületek
	PAH*	
	nehézfémek: réz, nikkel, króm, cink	
	aszfalt és gumiabroncs morzsalék (kadmium, cink)	
	éégégázok, (CO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> )	minden felület
Fűtés	PAH*	kemikáliák, állati ürülék, kommunális hulladék
Tetőburkolatok	cink, réz	elsősorban tetők
Városi állat- és növényvilág	Madarak, sétáltatott kutyák és más állatok szennyezése	elsősorban tetők
	Növényi hulladék: nitrogén, foszfor és biológiailag bontható szervesanyagok Műtrágya, növényvédőszer	járdák, közlekedési felületek, zöld-területek
Mindennapi városi tevékenység	szemét	minden felület

12. ábra: Leggyakoribb szennyeződések a csapadékvízben (Buzás et al., 2012)

A vegetációs csatornák burkolatlan, füvesített árkok, sekély, növényzettel borított vízelvezető csatornák, melyekben a lefolyó csapadék egy része beszivárog a talajba. Hatásfokuk növelhető felszín alatti szivárgócsöves szűrőággal.

Az infiltrációs vagy szikkasztó árkok annyiban különböznek a vegetációs csatornáktól, hogy burkolatukat növényzet helyett kavics vagy terméskő ágy teszi ki, ezáltal helyigénye kisebb lehet, miközben ugyan úgy képes ellátni a vízelvezetés és szivárogatás feladatát.

Az esőkertek mesterségesen kialakított mélyedések, melyeket őshonos növényekkel és gyepel borítanak azzal a céllal, hogy az összegyűlt csapadékot átmenetileg tározzák és közben beszivárogatassák, ezzel akadályozva meg a víz elfolyását. Kialakítható akár magán- vagy közterületen, mindemellett esztétikus megjelenésűek. Nem igényelnek jelentős beruházást és fenntartásuk is egyszerű (Zöldinfrastruktúra Füzetek, 2018).

### **Városi fák, utak menti zöld sávok**

A fák felveszik a talajvizet és nagy felületen elpárologtatják, ezzel közvetlen környezetükben akár 10°C-kal hűtve a levegőt, a városi klíma és ökoszisztéma értékes elemei. Fontos a kellő víz- és tápanyag ellátás és egyéb faápolási teendők ellátása, építkezés során védeni kell a gyökereit. A városi zöldinfrastruktúra fontos része, különösen azokon a területeken van nagy jelentőségük, ahol nincs lehetőség zöldfelületen való szikkasztásra a sűrű beépítettség, vagy egyéb okok miatt (Zöldinfrastruktúra Füzetek, 2021).

### **3.3.3. Vízvisszatartás a vízgyűjtő felső részén és külterületen**

Potenciális tározótérrel leginkább a hegy- és dombvidéki területek rendelkeznek a vízgyűjtő felső szakaszán. A víz felszíni tározása mellett fontos szerephez jut a talaj tározókapacitásának kihasználása, különösen a mezőgazdasági területek vonatkozásában (Belügyminisztérium, 2017).

### **Rőzse- és rönkgátak**

A villámárvizek elleni küzdelem hatékony eszköze. Helyben kitermelt fás szárú növényekből emelt keresztgát (13. ábra), mely a lefolyó víztömeg jelentős hányadát kivezeti az időszakos vízfolyást övező területekre az összegyülekezési folyamat kezdeti szakaszában, ahol az átmeneti vízborítás nem okoz károkat, ezzel növelve meg a gyülekezési időt és ellapítva az árhullámot. A rönkgátak ideális esetben helyben kivágott faanyagból épülnek. A rőzsegátak uszadékfából vagy rőzséből készülnek, többnyire apró gátak, melyek részben áteresztik a vizet (Belügyminisztérium, 2017).



*13. ábra: Püspökszilágyi rönkgát (saját kép)*

### **Vízfolyások természetes állapotának visszaállítása**

A 20. században alkalmazott gyakorlat szerint az árvízkarok csökkentése és a mezőgazdasági termelés biztonsága érdekében sok vízfolyást szürke infrastrukturális beavatkozásokkal burkoltak (14. ábra), kibélelték betonnal és más mesterséges műtárgyakkal láttak el. Ezek a beavatkozások felgyorsították az lefolyást, továbbá csökkentették a helyi fauna élővilágát, ezáltal a vegetáció sokszínűségét.

Legfeljebb átmeneti megoldást jelentettek a vízfolyás középső szakaszán, míg az alsó szakasz árvízterhelését növelték és hatására a vízi ökoszisztéma is károsodott, ezzel módosítva az áramlás paramétereit és csökkentve a vegetáció sokszínűségét (<http://nwrn.eu/>).



14. ábra: Példa szürke infrastrukturális beavatkozásra, Püspökszilágy (saját kép)

A beton burkolatok, illetve minden mesterséges műtárgy eltávolításával, valamint természetes helyettesítő beavatkozások kialakításával elérhető a meder eredetihez hasonló, természetközeli állapota. Egyik eszköz erre a visszakanyargósítás, ahol az átvágott kanyarulatok ismét összekapcsolásra kerülnek, lassítva az áramlást. A mesterségesen kialakított meder- és partburkolatok eltávolításával újból közvetlen kapcsolat jön létre a folyóvíz és környezete között, ezzel biztosíthatóak a természetes áramlási és szivárgási viszonyok, lehetővé teszi a hordalék szabad mozgását. A lefolyási idő mérséklésével az alsó szakaszokon az árvíz kockázat jelentősen mérséklődik, miközben a vízi és a part menti élővilág életfeltételei is javulnak (<http://nwrn.eu/>).

### **Területhasználat váltás**

Területhasználat váltással is lényegében az eredeti, természetközeli állapot helyreállítása történik meg. A beavatkozási lehetőségek sokrétűek. A földhasználati viszonyok átalakításának célja az árvizek elvezetésében korábban rendszeresen részt vevő ám a mezőgazdaság igényei miatt leszűkített meder sávjában az intenzív mezőgazdasági termelés beszüntetése, az ártéri gazdálkodási módszerek helyreállítása, beleértve vizes élőhelyek kialakítását. Ezen intézkedésekkel és a talajművelési mód váltással a felszíni és felszín alatti vizek diffúz kémiai terhelése is csökkenthető, különösen a növényvédőszer és műtrágyahasználat átgondolásával. Dombvidéki területeken az erózió megfékezésére művelési ág váltással komoly eredmények érhetők el (<http://nwrn.eu/>).

## Víztározás

A tározók két alaptípusát, állandó és időszakos tározókat különböztetünk meg.

Állandó tározók az árvízcsúcs csökkentő tározók, illetve a belvíztározók, melyek a vízfolyáson levonuló árhullámok csúcs-vízhozamainak lefőlözésére is szolgálnak, a tározóban erre a célra előre meghatározott tározótérfogat szabadon hagyásával. Az árvízcsúcs csökkentő tározók mellett kitüntetett szerepet kapnak az olyan állandó, de nem nagy befogadó képességű tározók, melyeket a vízgyűjtőterület számos pontján a csapadékvíz helyben tartása (15. ábra) és a tározott víz későbbi hasznosítása érdekében alakítanak ki. Egyaránt szolgálhatják egy település, lakóközösség, ipari üzem vagy akár egy háztartás érdekeit, méretezésük és kialakításuk függvényében (<http://nwrn.eu/measure/retention-ponds>).

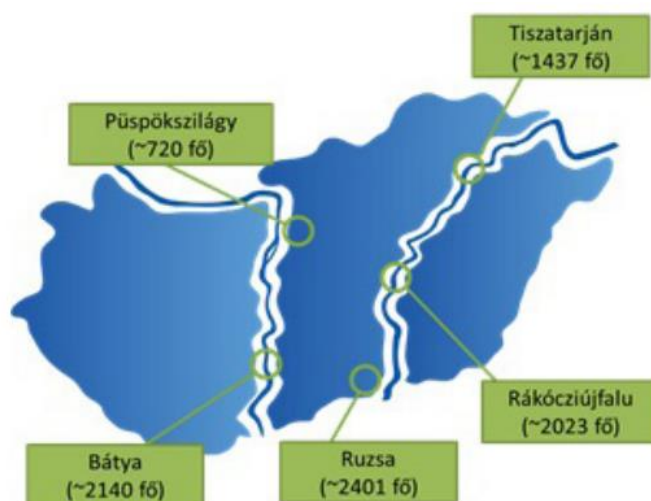


15. ábra: A püspökszilágyi oldalvíztározó (saját kép)

Az időszakos tározók a záportározók, a szükségtározók és a véstározók. A záportározók a vízgyűjtőterületen az összegyülekezés szempontjából frekventált helyen kerülnek kialakításra, képes az árvíz szinteket mérsékelni a völgy keresztirányú elzárására szolgáló és az átfolyást szabályozó műtárggyal. A keresztgát mögött felgyülemllett víztömeg általában néhány óra késleltetéssel önmagától kiürül a tározóból. A szükségtározók a vízfolyások mentén, árhullámok részleges visszatartására előre kijelölt, a vízvisszatartást szolgáló, szabályozható területek. A véstározók rendkívüli, igen magas szintet elérő és töltésszakadás veszélyével fenyegető árhullámcsúcsok mérséklésére kijelölt, az árvízvédelmi gát megbontásával igénybe vehető tározók. Igénybevételükkel más értékes (pl. lakott vagy ipari) terület helyezhető nagyobb biztonságba (Zöldinfrastruktúra füzetek, 2018). Ilyen hazánkban például a Tiszaroffi tározó.

### 3.4. Természetes vízmegtartó megoldások a hazai gyakorlatban

A LIFE-MICACC projekt az „Önkormányzatok integráló és koordináló szerepének megerősítése az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás érdekében” című, 2017-2021 között megvalósult projekt, mely természetes vízmegtartó megoldások lehetséges adaptációjával foglalkozott. Fő célkitűzése az önkormányzatok éghajlatváltozással szembeni ellenálló képességének javítása, a klímaváltozásból fakadó kockázatok csökkentése, valamint a pályázat során a helyi önkormányzatok koordinációs szerepének megerősítése az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás tervezése és a felmerülő kockázatok felismerése terén. Mindezt többek között a természetes vízmegtartó megoldások (Natural Water Retention Measures, NWRM) adaptálásával, a természetes vízmegtartó megoldások és a klímaváltozással kapcsolatos tudás bővítéssel kívánta elérni. 5 helyszínen (16. ábra) a gyakorlatban is megvalósítottak természetes vízmegtartó megoldásokat, szemléltetve azok gyakorlati felhasználhatóságát és működőképességét (LIFE-MICACC projekt, 2018).



16. ábra: A projekt mintaterületei (forrás: LIFE-MICACC projekt, 2018)

#### 3.4.1. A vízmegtartó megoldásokat alkalmazó öt helyszín

Bács az Alföldön, a Duna mentén, Bács-Kiskun vármegyében helyezkedik el. A folyó hordalékkúpjának köszönhetően jellegzetes geomorfológiai sajátosságokat figyelhetünk meg. Természetes eredetű mélyedések (tavak, lápok, mocsarak, holtágak stb.) található területén. Az egyik jellemző természeti erőforrása két nagyobb, természetes módon kialakult, majd emberi tevékenység hatására formálódott agyaggödörök (kubikgödör), ahonnan agyagkitermelés folyt (LIFE-MICACC projekt, 2018).

Ezen mintaterületet vizsgálva betekintést nyerhetünk a vízzel kapcsolatos éghajlati események kezelésére, valamint hogyan lehet a több medencés vizes élőhelyeket használni a helyi önkormányzat bevonásával (LIFE-MICACC projekt, 2018).

Püspökszilágy Pest vármegye Váci járásában, a Duna és Tisza vízválasztóján található. Legjelentősebb felszíni vize a Szilágyi-patak. Az utóbbi 20 év során a települést néhány évente rekord szintű villámárvizek sújtották, mely korábban nem volt jellemző. Ez jelentős talajerózióhoz vezetett és kárt okozott az épületállományban, míg nyáron a völgyfenék teljesen kiszáradt, ami a mezőgazdaságot, az ökoszisztémát és a talajvízkészletet hátrányosan érintette. Püspökszilágy esetében cél az árhullámmal lezúduló víz és hordalék visszatartása a felső vízgyűjtőn (LIFE-MICACC projekt, 2018).

A vízgyűjtő felső területén, a patak és a vízmosások területén a vízmennyiség megtartása az elsődleges, mely ezáltal vízellátást biztosít magasan fekvő területeknek. Az alsó vízgyűjtő területén tározó tőrendszer került kialakításra az árvíz- és aszálykockázat csökkentése érdekében. Ezen projekt a helyi vízgyűjtőt érintő integrált természetes vízmegtartó rendszer kialakításával domb- és hegyvidéki települések éghajlatváltozással kapcsolatos problémáinak lehetséges megoldásait mutatja be (LIFE-MICACC projekt, 2018).

Ruzsa Délkelet-Magyarországon, a Duna-Tisza közti Homokhátságon található. Ez az ország egyik legszárazabb területe. Az átlagos csapadékmennyiség csökkentésével pedig a talajvízszint is egyre süllyed, ráadásul Ruzsa viszonylag magasan helyezkedik el, ami beáramlási területként működve hozzájárul a vízvisszatartó képesség csökkenéséhez, ezért cél a csapadék helyben tartása. Szintén cél a talajvíz tartalékok visszatöltése kombinált vízmegtartó intézkedésekkel, hogy példaértékű jógyakorlat legyen a teljes Duna-Tisza köze, valamint Európa szárazabb területei számára (LIFE-MICACC projekt, 2018).

Rákócziújfalu Jász-Nagykun-Szolnok vármegyében az Észak-Alföldi régióban helyezkedik el, a Tisza vízgyűjtő-területének középső részén. Az árvíz és belvíz kialakulásának kockázata igen magas, továbbá kitett az aszály, a heves esőzések és a hóhullámok veszélyének, ami hatással van a helyi növénytermesztésre, így a repce, árpa és napraforgó termesztésre is. A gyakori belvíz megnehezíti a vetési időszakot, majd a tartós aszályok és gyakori hóhullámok, illetve a hirtelen jövő heves esőzések okoznak károkat a termésben. Mivel a meghatározó ágazat a mezőgazdaság, ezért kiemelt figyelmet kell fordítani ezen a területen a vízfelesleg megtartására az aszály kockázat csökkentése érdekében. Mindezt természetes vízmegtartó megoldások segítségével célszerű megtenni. Ennek érdekében átalakításra került a külterületi csatornahálózat belvíz és esővíz megtartás céljából, valamint kialakítottak egy 0,6 ha területű vizes élőhelyet, vízmegtartó műtárgy építésével. Mindez példaként szolgálhat olyan területek számára, ahol a problémákat okozhat a vízkészlet alakulása a mezőgazdaságnak (LIFE-MICACC projekt, 2018).

Tiszatarján a Tisza mentén, Borsod-Abaúj-Zemplén vármegyében helyezkedik el, területének negyede a folyó árteréhez tartozik. Kitétt az elhúzódó és egyre gyakoribb aszályoknak és a hirtelen jövő áradásoknak, alkalmazkodóképessége alacsony a kedvezőtlen gazdasági helyzete miatt, melyet tovább növel az aszály okozta vízhiány mind a mezőgazdaságban mind a rekreációs ágazatban és az ökoszisztémák terén. Az árvíz pedig az invazív növényfajok elszaporodásának ad teret, továbbá károkat okoz a termésben is. Ezért cél az invazív növényfajokat visszaszorítani, a vízmegtartást és az ökoturizmust növelni. Jó példaként szolgálhat más tiszamenti településeknek is, melyek egyre érzékenyebbek az éghajlati és vízzel összefüggő kockázatok szempontjából. A modell rekreációs potenciálja igen jó, gazdaságilag fenntartható hála a helyreállított ökoturizmusnak (LIFE-MICACC projekt, 2018).

### **A projekttől várt eredmények**

A LIFE-MICACC projekt tervezésekor fő cél az volt, hogy az önkormányzatok minél hatékonyabban és természetes módon tudjanak reagálni a klímaváltozás hatásaira a természetes a vízmegtartó megoldások alkalmazásával, melyekkel kiegyensúlyozott, alkalmazkodásra képes területek jönnek létre. Ezen megoldásokkal és a megszerzett tudással és tapasztalattal a helyi közösségek klíma rezisztenciáját növelni lehet és nem utolsósorban a gazdasági kockázat is mérséklődik. Ehhez elengedhetetlen javítani a jogszabályi környezeten, beépíteni a természetes vízmegtartó intézkedéseket lokális környezetgazdálkodási stratégiákba, továbbá területrendezési tervekbe (LIFE-MICACC projekt, 2018).



## 4. Nagykovácsi települési csapadékvíz-gazdálkodásának értékelése

### 4.1. A vizsgált terület bemutatása

Mintaterületnek a Pest vármegyében található Nagykovácsi nagyközséget jelöltem ki, mely a későbbiekben reprezentatív lehet számos környező domb- és hegyvidéki település esetében is.

Nagykovácsi nagyközség Pest vármegye nyugati, hegyvidéki részén, a Budakeszi járásban található, Budapest II. és XII. kerületétől mindössze pár kilométerre, így a budapesti agglomerációhoz tartozik. Zsákfalú, mely azt jelenti, hogy burkolt közúton csak egy irányból - Remeteszőlőst érintve Ady-ligeten át - Budapest felől közelíthető meg. A település a Nagykovácsi-medencében fekszik, északról a Nagy-Szénás, a Zsíros-hegy, valamint a Kutya-hegy, nyugatról a Széna-hegy, délről a Nagy-Kopasz, keletről a Remete- és Kerek-hegy veszi körül (Nagykovácsi Polgármesteri Hivatal, 2017). A Budai-hegység részét képezi, karbonátos kőzetekből épül fel, a kistáj tagolt, rögösen feldarabolt középhegység (Csorba, 2021). A település aránylag magasan fekszik, a völgy mélye is nagyjából 300 m-es tengerszint feletti magasságon fekszik, míg egyes részein eléri a 400-450 métert is (Csapák, 2009).

Az erdők nagy része védett, a talajtakarót sem érik erős fizikai-kémiai hatások, kivéve a legnépszerűbb kirándulóhelyeket (Csorba, 2021). Nagykovácsi természetes élővilágát tekintve a következők mondhatóak el. Közigazgatási területén belül jelentős a természetes vegetáció kiterjedése. A környező erdők változatos fajösszetételűek, hárs, kőris, juhar, fenyő, akác és tölgy található meg jellemzően, a magasabb területeken gyertyános-tölgyesek fordulnak elő, míg sziklás részein megjelenik a bükkös sziklaerdő. Az alacsonyabb déli oldalakat cseres-kocsánytalan és mészkedvelő tölgyesek borítják, a homokkő kibukkanásokon mohában gazdag mészkerülő tölgyesek jelennek meg. A hegyvidék kiemelkedően gazdag flórával rendelkezik, különösen a száraz, sziklás gyepeken. Állatvilágának képviselői az erdőkben élő vaddisznók, őzek és gímszarvasok. Medence jellegű alacsonyabb vizes területein otthonra talál számos hulló és kételtű faj. 85%-a természetvédelmi terület (Nagykovácsi Nagyközség Önkormányzata, 2021).

## 4.2. Klimatikus viszonyok, éghajlatváltozás

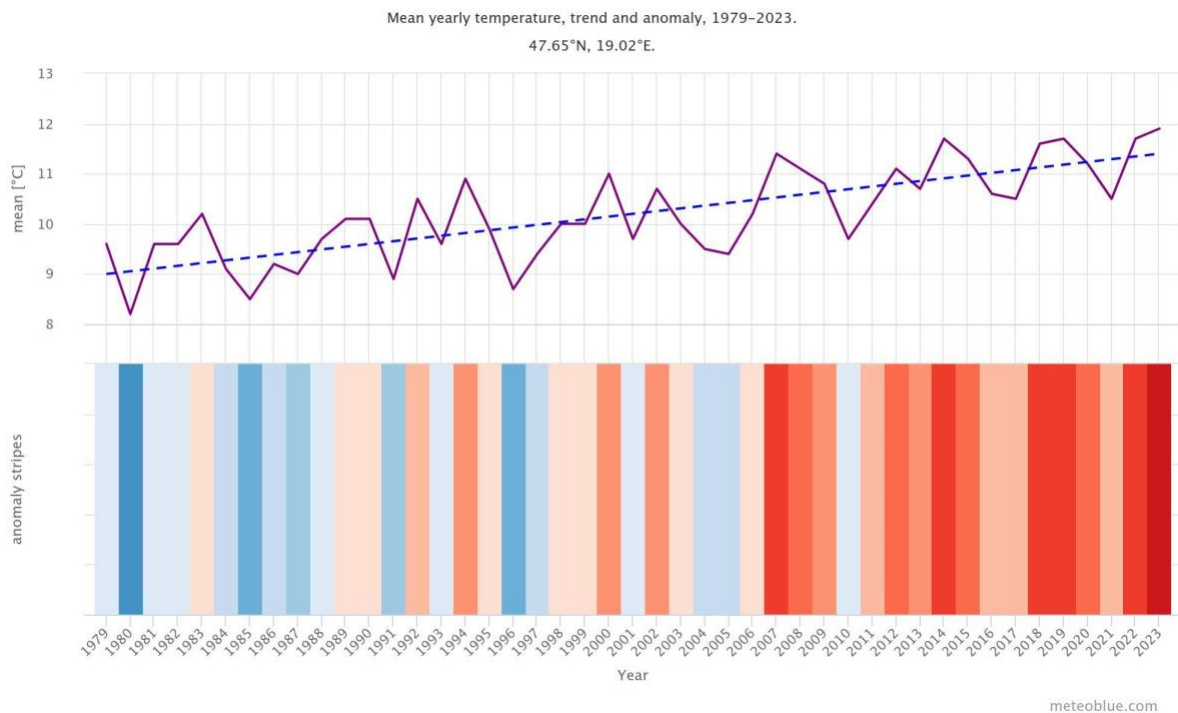
Az éghajlatváltozás globálisan nem egységes, egyes régiókat jobban, míg másokat kevésbé érint, hatása pedig eltérő módon jelentkezhet bizonyos területeken.

Nagykovácsi mikroklímája csapadékosabb és hűvösebb, mint a környező területeké, éghajlatát tekintve mérsékeltlen meleg-mérsékeltlen száraz, magasabb területein mérsékeltlen hűvös. Földrajzi fekvéséből adódóan azonban fokozottan kitett a szélsőséges időjárási hatásoknak. Hegyoldalain a heves esőzések miatt kialakult villámárvizek komoly veszélyt jelentenek. Egyre melegeknek a nyarak és a csapadék eloszlásában is jelentős változások következnek be. Növekszik az aszályos és hóhullámos napok száma, mely fokozottan veszélyezteti a természeti környezetet és az élőlényeket (Nagykovácsi Nagyközség Önkormányzata, 2021). A 17. és 18. ábrákon látható, hogy az éghajlatváltozás az elmúlt 40 évben hogyan érintette Nagykovácsit.

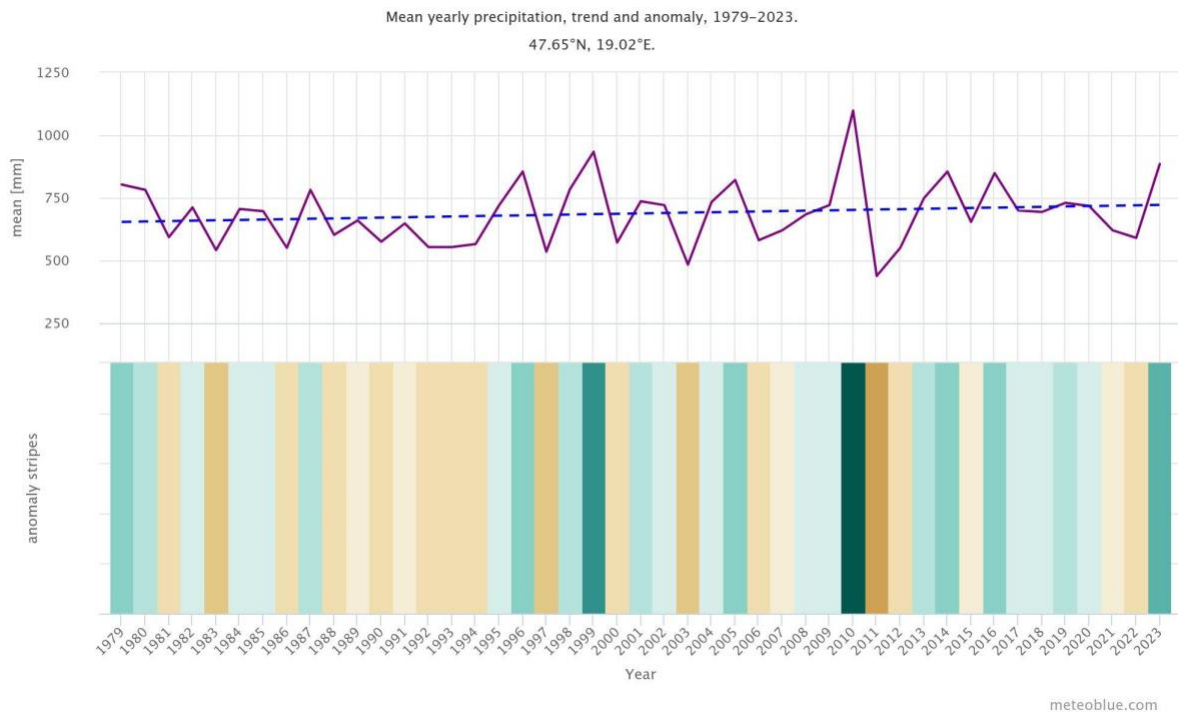
A kistáj hőmérséklete változékonyságot mutat a városi hatásoktól távolodva. Míg a fővárosban a budai kerületekben 11-12 °C körül alakul az átlag hőmérsékelt, addig Nagykovácsiban 9,5-10 °C körüli. Ami azonban a problémát jelenti, az nem az éves hőmérsékleti átlagokban növekedésében megfigyelhető trend, hanem az extrém időjárási események számának növekedése, így pl. a forró napok száma a 2000-es évek óta folyamatosan növekszik (Nagykovácsi Nagyközség Önkormányzata, 2021). A 17. ábra felső részén az éves középhőmérséklet becsült értékét mutatja Nagykovácsi régiójára. A szaggatott kék vonal az éghajlatváltozás lineáris trendjét mutatja. A grafikon alsó részén az úgynevezett felmelegedési csíkok láthatók. A felmelegedési csíkok (Warming stripes) egy adott ország vagy régió éves átlaghőmérsékletét jelzik (Kirchner, 2021), ahol minden csík egy évet jelenít meg. Ha az ábra bal oldalán a kék, jobb oldalán pedig a piros színek dominálnak, a felmelegedési csíkok egy folyamatban lévő felmelegedést jelenítenek meg (Kirchner, 2021). Az ábra alapján elmondható, hogy Nagykovácsit is érinti a felmelegedés és 2023 volt az eddigi mért legmelegebb év.

Éves csapadékmennyisége átlagosan 600 – 650 mm között mozog, aszályos években 400 mm alá is mehet, csapadékosabb években pedig túllépheti a 900 mm-t is (Nagykovácsi Nagyközség Önkormányzata, 2021). A 18. ábra felső részén az átlagos teljes csapadékmennyiség becsült értéke látható.

A szaggatott kék vonal a lineáris alaptendenciát mutatja. Az alsó részben a grafikon az úgynevezett csapadék csíkokat mutatja, ahol az egyes színes csíkok az adott év teljes csapadék mennyiségét jelölik – a zöld a csapadékosabb, a barna a szárazabb éveket jelent. Az ábra alapján egyértelműen látszik, hogy 2010 volt a megfigyelt időszak legcsapadékosabb éve.



17. ábra: Nagykovácsi éves hőmérséklet-változása 1979-től napjainkig, a vízszintes tengely az éveket jelöli, a függőleges tengely az éves középhőmérsékletet  
([https://www.meteoblue.com/hu/climate-change/nagykov%a1csi\\_magyarorsz%a1g\\_3047646](https://www.meteoblue.com/hu/climate-change/nagykov%a1csi_magyarorsz%a1g_3047646))



18. ábra: Nagykovácsi éves csapadék változása 1979-től napjainkig, a vízszintes tengely az éveket jelöli, a függőleges tengely az éves csapadékmennyiséget (forrás: [https://www.meteoblue.com/hu/climate-change/nagykov%a1csi\\_magyarorsz%a1g\\_3047646](https://www.meteoblue.com/hu/climate-change/nagykov%a1csi_magyarorsz%a1g_3047646))

### 4.3. Vízrajz

Nagykovácsi belterülete szinte teljes egészében az Ördög-árok vízgyűjtőterületéhez tartozik (Csapák, 2009). Területének vizeit az árok gyűjti össze, ami nem tekinthető állandó vízfolyásnak, gyakran kiszárad főleg a nyári időszakban (Csapák, 2009). Forrása a település nyugati szélén található. Nemcsak az egyre jobban beépülő belterületről, hanem a külterületről lefolyó csapadékvizeket elvezetéséért is ez a patak felel. A belterület tulajdonképpen a hegyoldalokról lefutó vizek vízgyűjtője. Az Ördög-árok vízgyűjtő területe 76 km<sup>2</sup> és több mint 20 km hosszan fut, egészen a Dunáig. Aszályos időszakban, főleg ősszel, gyakran teljesen kiszárad, míg a késő tavaszi – kora nyári esős időszakokban elérheti a 45 m<sup>3</sup>/s vízhozamot is. Karsztos terület, főleg kalcium-magnézium hidrokarbonátos típusú, ennek révén felszín alatti vizekben is bővelkedik. A belterületi csatornahálózat kiépítésére 1994 és 2016 között került sor. Nagykovácsi csatornázottsága 2013-ig megközelítőleg 70%-os volt. A szennyvízhálózatának fejlesztése során ez az érték 2016-ra közel 100%-os lett. A projekt során megtörtént fővárosi csatlakozással szennyvíz főgyűjtő, központi szennyvízáttemelő és szennyvíznyomócső rendszer kiépítése (Nagykovácsi Polgármesteri Hivatal, 2016).

Az Ördög-árok időszakos vízfolyás, Nagykovácsin és Remeteszőlősen keresztül érkezik Húvösvölgybe, ahol a föld alatti mesterséges mederben folytatja útját. 76 km<sup>2</sup> vízgyűjtővel rendelkezik és több mint 20 kilométer hosszan fut (Nagykovácsi Nagyközség Önkormányzata, 2021). Az Erzsébet híd budai hídfőjétől északra éri el a Dunát. Korábban a budai oldal szennyvizének jelentős részét is befogadta, személtlerakóhelyként is használták. A 19. században az egészségtelen kipárolgás és kellemetlen szaghatás miatt fővárosi szakasz beboltozása mellett döntöttek. 1875. június 26-án hatalmas esővíz zúdult a városra, mely jelentős károkat okozott az árokban és a környező építményekben.

A csepeli Szennyvíztisztító Telep és a budai főgyűjtő csatorna 2009-es megépülése vetett véget annak az állapotnak, hogy a budai oldal addig tisztítatlan szennyvizének jelentős részét az Ördög-árok vezette a Dunába. A városias környezetben (a burkolt terek, utak és a háztetők miatt) a lehulló csapadék csillapítatlanul, szinte azonnal megjelenik a vízlevezető rendszerben (Szabylár, 2007).

A helyszín bejárása során az alábbi problémákkal szembesültünk a vízfolyás kapcsán (19. ábra):

- A patak felső szakasza kiszáradt,
- Víz csak a belterületi részekben volt megfigyelhető,
- Hordalékkal teli, sok helyen eltömődött a meder,
- Sok kisebb híd keresztezi útját, melyek a telkekre való bejutásért felelnek, ezek alatt eltérő átmérőjű és gyakorta magas küszöbszintű csövek biztosítják a víz útját.



*19. ábra: Példák az Ördög-árok problémái közül: bal oldalon a kiszáradt felső szakasz a Telki útnál, a jobb oldalon a hordalékkal teli meder figyelhető meg a Kolozsvár utcában (saját képek)*

Nagykovácsitól nyugatra elhelyezkedő Békás-tó (20. ábra) a település egyetlen állóvize, kedvelt kirándulóhely, télen akár korcsolyázásra is alkalmas. A tó körül pihenőhelyek és nagy füves területek kerültek kialakításra. A Budai Tájvédelmi Körzet része mocsaras, nádas. Élővilága: tőkésrécék, békák, szitakötők és más hullók. A tó és környezetének rehabilitációját régóta tervezik (Nagykovácsi Nagyközség Önkormányzata, 2021). Látogatásunk alkalmával teljesen kiszáradva találtuk.



*20. ábra: A kiszáradt Békás-tó, 2023 október (saját kép)*

#### 4.4. Vízkárelhárítás szempontú megközelítés

Miközben a természetes káresemények bekövetkezésének valószínűsége kicsi, pusztító hatással elsősorban az intenzív csapadékhullás és a szél lehet. 1931 és 2015 között a régióban közel 30 súlyosan aszályos év volt. Az éghajlatváltozás hatására mérsékelt nagyságú lehet a jelenlegi tájhasználat átalakulása (Csorba, 2021). Nagykovácsit az elmúlt 10-15 évben többször öntötték el villámárvizek, melyek jelentős károkat okoztak.

A villámárvíz (flash flood) akkor alakul ki, amikor nagy csapadékmennyiség térben és időben koncentráltan zúdul le, ezzel áradatot okozva (WWF, 2023). A természetes vagy épített környezetben gyakran károk keletkeznek utak, hidak és házak rongálódhatnak meg, elpusztulhat a mikro- és makrofauna is, negatív hatásait a mezőgazdaságra is kifejtheti. A kárelhárítás jelentős anyagi költségekkel járhat. A hegy- és dombvidéki, valamint a városi területek kiemelten veszélyeztetettek. A lejtős területeken jelentős eróziós hatást is megfigyelhetünk. A beépített területeken a vízzáró rétegek (aszfalt) akadályozzák a víz beszivárgását. Befolyásolja a vízvezetést a felszínhasználat, a vegetáció, a talaj típusa, valamint a talaj víztartalma (Ruin et al. 2008).

A villámárvizek okozta károk helyreállításának teljes költsége közel 300 millió forint volt, melyből az önkormányzatnak 30 millió forint önrészt kellett fizetnie (Nagykovácsi Nagyközség Önkormányzata, 2021). A Magyarország Árvízi Országos Kockázatkezelési Terve (2021) szerint a villámárvíz-veszélyeztetettség a 2021-2050 közötti időszakban az ország nyugati területén, a 2071-2100 közötti időszakban pedig már a Dunántúl egész területén és az Északi-középhegységben is növekedni fog a klímaváltozás hatására. A vízkároknak való kitétség tehát Nagykovácsi területén is növekedni fog.

A hirtelen lezúduló, intenzív csapadék következtében gyakran keletkeztek károk egyes önkormányzati utakban, ezzel veszélyeztetve a biztonságos közúti közlekedést (Nagykovácsi Eredménytérképe alapján). A károsodott helyszínek balesetveszélyesek lettek, néhány szakaszon nehezen járhatók voltak, a burkolatok jelentős mértékben sérültek vagy akár megsemmisültek, az utakon mély kátyúkat alakított ki a lezúduló víz. Nem csak az utakat érintették a villámárvizek. Számos önkormányzati belterületi vízvezető létesítmény is kárt szenvedett. Funkciójukat megfelelő mértékben betölteni nem tudták, veszélybe került az útburkolat vízvezetése, így a biztonságos közúti közlekedés is.

2015-ben például a hirtelen, nagy mennyiségben lezúduló víz hatására az egyik közúti hídban keletkeztek károk (Nagykovácsi Eredménytérképe alapján). A híd szerkezete több helyen megsérült, több elem levált róla, melyek részlegesen eltorlaszolták a patak medrét, ezzel kiváltva a hídszerkezet további erózióját és az alapok kimosódását. Ennek hatására a patakmeder egyik szakaszán átázott a partfal, kb. 5-10 m hosszban meglazult, megroskadt. A mederfal megerősítésére, helyreállítására volt szükség.

2017-ben a nagy mennyiségű lehulló csapadék, és az ezzel egy időben történt, extrém fagyos időszakot követő hirtelen felmelegedés okozott károkat egyes utakban és vízelvezető árkokban (Nagykovácsi Polgármesteri Hivatal). A felszíni és rétegvizek, az erős fagy, majd az olvadás és az éjszakai visszafagyás hatására egyes utcai burkolatok nagymértékben sérültek, ezzel balesetveszélyessé, nehezen járhatóvá váltak. A káreseményeket követően az önkormányzat által benyújtott Vis Maior pályázat közül számos pozitív elbírálásban részesült, a 2015-től elnyert pályázatokról az önkormányzat által közzétett adatokat a 21. ábra ismerteti.

#	Projekt kód	Kezdet	Lezárás	Összköltség	Támogatás	Önrész	HELYSZÍN
1	EBR 414947	2019.03.01	2020.01.22	8 754 220 Ft	7 875 000 Ft	879 220 Ft	Tinódi köz
2	EBR 212059	2015.02.20	2016.08.23	27 515 839 Ft	24 730 000 Ft	2 785 839 Ft	Kököröcsin, Viola és Erdőalja utca
3	EBR 411977	2019.03.01	2019.12.17	45 394 103 Ft	40 854 692 Ft	4 539 411 Ft	Szeles, Széna, Forrás, Zsírshegy és Kossuth u.
4	EBR 290272	2016.03.25	2017.03.23	9 186 941 Ft	8 070 055 Ft	1 116 886 Ft	Diófa utcai híd, Ördög-árok meder
5	EBR42 486907	2020.12.16	2022.12.16	4 669 790 Ft	4 202 000 Ft	467 790 Ft	Erdő és Kazal utca
6	EBR 322298	2016.11.16	2017.12.19	29 848 889 Ft	26 864 000 Ft	2 984 889 Ft	Barack, Szilva, Pók utca, Ördög-árok meder
7	EBR 290272	2016.03.25	2017.03.23	9 186 941 Ft	8 070 055 Ft	1 116 886 Ft	Diófa utcai híd, Ördög-árok meder
9	EBR 345313	2017.06.29	2019.06.29	33 981 111 Ft	30 583 000 Ft	3 398 111 Ft	Nagyszénás, Kaszáló és Ady Endre utca
10	EBR 353448	2017.10.16	2019.10.12	40 169 099 Ft	36 152 000 Ft	4 017 099 Ft	Kálvária sétány és az Erdősétány utca
11	EBR42 462586	2019.09.05	2020.10.09	15 760 598 Ft	14 182 000 Ft	1 578 598 Ft	Mogyoró utca
12	EBR 216482	2015.02.20	2016.09.12	26 218 802 Ft	23 596 922 Ft	2 621 880 Ft	Gémeskút, Körös, Szamos és Farkas utca
13	EBR 271486	2015.12.19	2016.12.15	21 016 115 Ft	18 914 504 Ft	2 101 611 Ft	Tátika és Fenyő utca, Virágos sétány
14	EBR42 542131	2022.04.15	2023.04.15	10 635 107 Ft	9 571 595 Ft	1 063 512 Ft	Szeles utcai vízelvezető
15	EBR 276626	2016.02.22	2017.02.20	17 313 398 Ft	15 580 327 Ft	1 733 071 Ft	Kazal utca és a Rózsa utca
				<b>299 650 953 Ft</b>	<b>269 246 150 Ft</b>	<b>30 404 803 Ft</b>	

21. ábra: Vízkárokból származó Vis Maior pályázatok Nagykovácsiban (saját ábra, felhasznált adatok: Nagykovácsi Nagyközség Önkormányzat, 2023)

Nagykovácsiban a csapadékvíz elvezetést nem egységes szemlélet szerint alkották meg, egységes rendszert nem képez, jellemzően szürke infrastrukturális elemekből áll. Nagyobb léptékű fejlesztések a 2000-es évektől széttagoltan és ott történtek, ahol a településfejlődés ezt igényelte (Nagyszénás- és Kálvária kert), illetve ahol uniós források rendelkezésre álltak (Forrás utca). Ezeket csatlakoztatták a település korábban is meglévő, változó technikai színvonalat képviselő csapadékvíz elvezető rendszeréhez. A csapadékvíz-elvezetés egyes helyeken nincs kiépítve vagy nem megfelelő. Sok esetben a hegyi utakról lejövvő felszíni vizek a megfelelő vízelvezetés hiányosságai miatt az útra ömlenek. A nem megfelelő lejtésviszonyú és elvezetésű árkok nagy vízmennyiség esetén túlfolyanak (Gayer és Ligetvári, 2006).

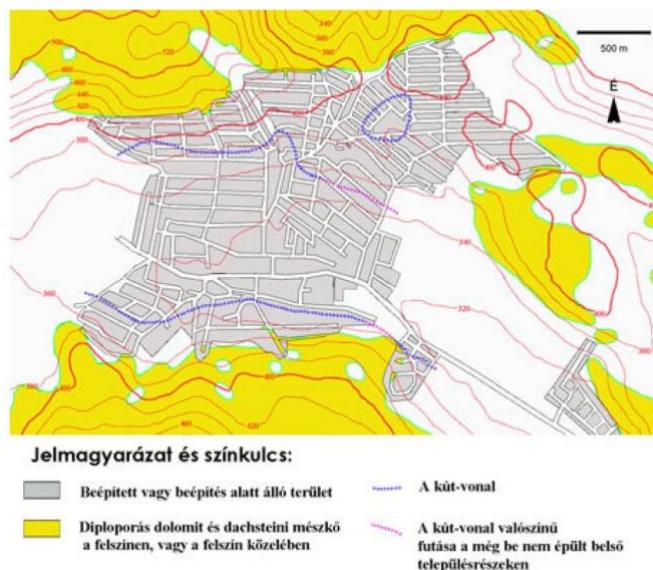
Korszerű, a 3.3 fejezetben bemutatott vízviszatartásra irányuló megoldások a településen még nem épültek, annak ellenére, hogy a vízmegtartó megoldások már általánosan megismerhetővé és hozzáférhetővé váltak és a közelmúltban csaknem 300 millió forintnyi ráfordítás történt a vis maior pályázatoknak köszönhetően. Ez alapvetően szabályozási okokra vezethető vissza, hiszen az elnyert vis maior támogatások kizárólag az eredeti állapot helyreállítására használhatók fel, tehát csak szürke infrastrukturális megoldások helyreállítását szolgálhatják. Indokolt volna a szabályozási környezet<sup>2</sup> akként történő megváltoztatása, hogy a vis maior forrásokkal más műszaki megoldások kialakítása is legyen támogatható, ha az hozzájárul a károsodott terület fenntartható vízgazdálkodásához.

<sup>2</sup> a vis maior támogatás felhasználásának részletes szabályairól szóló 9/2011. (II. 15.) Korm. rendelet 2/A. §

#### 4.5. Vízgazdálkodási szempontú megközelítés

Nagykovácsi területére hulló csapadék jelentős része a domborzati viszonyoknak és az egyre fokozódó burkolt felületeknek köszönhetően a felszínen a befogadó Ördög-árok irányába lefolyik, kisebb részben a felszín alatti vízkészleteket gyarapítja. A csapadékvízzel való gazdálkodásnak, vagyis a lehullott csapadék helyben tartásának és későbbi hasznosításának ugyan vannak hagyományai a településen, mégis alkalmazását tekintve nem jut meghatározó szerephez.

Csapák Alex 2009-es doktori értekezésében kérdőíves felmérés módszerével vizsgálta Nagykovácsi háztartásainak csapadékvíz gazdálkodási szokásait. Eredményei szerint akkoriban a háztartások 46%-a gyűjtötte a csapadékvizet. A faluban 132 ciszternával, míg 81 más egyszerűbb tároló létesítménnyel tárolták a csapadékvizet, így összességében 1258 m<sup>3</sup> csapadékvíz-tároló térfogatot regisztrált. A lakosság által elviekben betárolható és hasznosítható csapadékvíz mennyiségét Csapák Alex mintegy 78 ezer m<sup>3</sup>/év értékre becsülte, azaz szerinte a vízhasznosítás e módjában még közel nyolcszoros potenciál rejlik. A felmérés a csapadékvízzel történő gazdálkodás módjára is kiterjedt. Eszerint a háztartások 97%-a kizárólag öntözésre használta a betárolt vizet, néhányan más, magasabb szintű háztartási szükséglet kielégítésére is igénybe vették. Ez utóbbira jó alapul szolgált, hogy a doktori értekezés elemzése szerint a Nagykovácsiban vett csapadék-, tető- és ciszternavíz minták igen kedvező vízminőségi paraméterekkel voltak jellemezhetőek, és a tározás időtartama sem befolyásolta érdemben a vízminőséget. A vezetékes ivóvizet öntözésre nem használó válaszadók közel 60%-a számottevő alternatív vízforrással bírt (49% rendelkezett kúttal, illetve 10% ciszternával. A felmért ingatlanok csupán 18%-án volt kút. A kutak vizét a megkérdezettek 75%-a használta öntözésre, 12% (öt háztartás) ivásra, illetve egyéb háztartási vízhasználatra (22. ábra).



22. ábra: Nagykovácsi beépített területének domborzati viszonyai, a karsztos kőzetek felszínközeli kibukkanásai, illetve a talajvízre alapozott kutak elterjedésének határát jelző „kút-vonalak” (forrás: Csapák A. 2009.)



A csapadékvíz telken belüli tározása és felhasználása, illetve a kutak vizének hasznosítása területén bár a helyi szabályozás előírja, mégis van hova fejlődni a területen. Ennek egyik, ha nem legfőbb akadálya lehet megfelelő ösztönzők hiánya. Addig ugyanis, amíg a lakosság igen kedvező áron jut a vezetékes ivóvízhez, nincs rákényszerítve arra, hogy a kényelmesen hozzáférhető ivóvíz helyett csapadékvizet hasznosítson. Ez utóbbi terén az önkormányzatnak nagyobb szerepet kellene vállalnia. Pályázati úton volna szükséges anyagilag is hozzájárulnia a lakossági vízmegtartó megoldások elterjedéséhez. E nélkül ugyanis tovább folytatódik az ivóvíz értelmetlen pazarlása, és a be nem tározott csapadékvíz növeli a vízkárelhárítási kockázatot, melynek megoldása a későbbiekben ugyancsak önkormányzat számára jelent feladatot és költséget.

A csapadékvízzel való gazdálkodás területén azonban nemcsak a háztartások szintjén van feladat. A klímaváltozás nyomán kialakuló egyre szélsőségesebb időjárási helyzetek gyakorta hosszú aszályos periódusokat is előidéznek, legutóbb például 2022-ben. Ilyen helyzetekben felbecsülhetetlen értékkel bírnak a felszíni víztározók, ugyanis csak ilyen módon hozhatunk létre olyan víztömegeket, amelyek alkalmasak az ilyenkor is biztosítandó élővíz pótlására, és ezáltal az ökológiai értékek megmentésére. Viszonylag nagy térfogattal rendelkező állandó tározók kialakítása szükséges tehát, mely Nagykovácsi esetében alapvetően völgyzárógátas megoldással alakíthatók ki. A vízkészlet megőrzése és igény szerinti felhasználása mellett a völgyzárógátas tározók vízkárelhárítási funkciója is jelentős az árvízcsúcsok csökkentésével, a belterületi szakaszok mentesítésével. Harmadik hasznosítási cél lehet Nagykovácsiban a rekreációs feltételek javítása, ugyanis a lakosság körében közkedvelt Békás-tó folyamatos vízpótlása is megoldhatóvá válik, mindemellett a vizes élőhely rehabilitációja is megvalósulna. A folyamatos élővíz biztosítás az Ördög-árok vonatkozásában sem lényegtelen. Végül, de nem utolsó sorban említésre érdemes a kialakuló vízfelületeknek a mikroklímára gyakorolt hatása, a hőségcsúcsok mérséklése területén.

#### **4.6. Helyi szabályozás**

Nagykovácsi Nagyközség Helyi Építési Szabályzatáról szóló 7/2019. (VI. 3.) Nagykovácsi Nagyközség Önkormányzat Képviselő-testületének önkormányzati rendelete<sup>3</sup> (a továbbiakban: HÉSZ) számos előremutató vízgazdálkodási rendelkezést fogalmaz meg. A teljesség igénye nélkül ezek közül az alábbiakat emelem ki:

A HÉSZ 8. § (2) bekezdés b) pontja előírja, hogy a felszíni vízfolyások, patakok mederrendezésénél, új építmények elhelyezésénél a természetes vízparti vegetáció, a természetes élőhelyek védelmét a tervezés és kivitelezés során biztosítani kell. A vízrendezést a meder minimális burkolásával, vagy anélkül, mérnökbiológiai-műszaki megoldásokkal kell megvalósítani. Ez a rendelkezés tehát előnyben részesíti a természetközeli megoldások alkalmazását.

---

<sup>3</sup> <https://net.jogtar.hu/rendelet?docid=A1900007.NKO&dbnum=554&council=nagykovacsi>

A HÉSZ 10. § (6) bekezdése előírja, hogy a telken belül keletkező csapadékvíz kezelése érdekében tározó vagy szikkasztó műtárgyat kell létesíteni, és ezzel felismeri azt a szükségszerűséget, hogy a lakosságnak is lehetősége és fontos felelőssége van a lefolyási hányad csökkentésében. Ehhez a 22. § (4) bekezdése hozzáteszi, hogy a telek burkolt felületének bővítése esetén a telki csapadékvíz tározó méretét úgy kell megnövelni, hogy minden megkezdett 50 m<sup>2</sup> burkolt felület után legalább 1 m<sup>3</sup> helyi záportározó térfogatot kell kialakítani.

A HÉSZ 17. § (1) bekezdése arról rendelkezik, hogy a felszíni vízfolyások és jelentősebb vízvezető árkok mentén fasorokat kell telepíteni, fás védőzöldsávokat kell létesíteni, ugyanis ezek is jelentős szerepet játszanak a mikroklíma szabályozásában és az evapotranspiráció, azaz a vízkészleteknek közvetlenül a légkörbe juttatásában, illetve a talajvízszint szabályozásban.

Mindemellett a HÉSZ 19. § (7) bekezdés b) pontja szerint a 8 m-nél kisebb szabályozási szélességű utak víztelenítését folyókával, vagy zárt csapadékcsatorna építésével kell megoldani, ami indokolatlanul előrevetíti a szürke infrastruktúra további fennmaradását.

A bemutatott helyi szabályozás a belső ellentmondásai ellenére összességében helyes vízgazdálkodási szemléletről tanúskodik. Amit viszont kifogásolni szükséges az a szabályok betartása, illetve betartatása. A HÉSZ-ben előírt záportározók nem épültek meg, mint ahogy a védő funkciót betöltő fasorok sem. A lakosság nagy része a telkére hullott csapadékvizet azonnal a közterületre, rosszabb esetben az elválasztott rendszerű közcsatornába vezeti. Terepi tapasztalataink alapján, az előremutató helyi szabályozási környezet gyakorlati megvalósulásáig még jelentős lakossági szemléletformálási munkára, valamint a korszerű előírások következetes betartatására is szükség van.

#### **4.6.1. Helyi Klíma Stratégia**

Bár az éghajlatváltozás globális jelenség, lokális hatása jelentős, így foglalkozni kell a helyi szintű alkalmazkodással is, ez a legmegfelelőbb szint a gyakorlati beavatkozás megvalósítására és az alkalmazkodásra. A lokális alkalmazkodásban kulcsszerep jut az önkormányzatoknak. 2020 áprilisában indult meg a Klíma Stratégia kidolgozása, mely 2021 decemberére el is készült, s Nagykovácsi Nagyközség Önkormányzata az 59/2021. (VI. 24.) számú határozatban<sup>4</sup> fogadta el (Nagykovácsi Nagyközség Önkormányzata, 2021). A 23. ábrán Nagykovácsi klímastratégiája szerint érintett területek közül gyűjtöttem ki néhány a diplomadolgozatom számára releváns területet.

---

<sup>4</sup> <https://nagykovacsi.hu/site/download?id=3067>

Kiemelt éghajlati problémakörök	Főbb hatások, elsődleges következmények	Főbb érintett hatásviselek	Érintettség
Villámárvíz általi veszélyeztetettség	nagy mennyiségű lokális csapadék rövid idő alatti lehullása következtében a kisvízfolyásokon kialakuló árvizek	villámárvíz veszélyes területen (magas villámárvízi kockázatú településen) élő népesség	A település közigazgatási területe vízerózióknak erősen kitétt terület-különösen a domboldalak mezők és legelők
Aszály általi veszélyeztetettség	közterületi növényállomány vízhiánya, agrárgazdasági terméskiesés (növénytermesztés)	közterületi növényzet, növénytermesztő agrártevékenység (szántó,	Amellett, hogy hazai viszonylatban csapadékos település Nagykovácsi, a klímaváltozás hatására gyakoribbakká válhatnak az időjárási szélsőségek, így az extrém száraz időszakok is
Hőhullámokra visszavezethető egészségügyi problémák	szív- érrendszeri tünetek, hőség, kiszáradás	teljes lakosság, de leginkább idősebb (>65 éves) és kisgyermekkorú (<3 éves) népesség, krónikus betegségekben szenvedők, szociálisan rászoruló lakosság	A településen a fiatalkorúak aránya magas, az idősek, krónikus betegek és szociálisan rászorulókkal mellett ennek a korosztálynak az érintettsége fokozott a településen. Az idősek és szociálisan rászoruló lakosságnak számottevő része az Ófaluban lakik.
Károk a közlekedési infrastruktúrában	utak megolvadása, felfagyása, nem szilárd burkolatú utak elmosódása, felszíni alakváltozása	az utakat használók; önkormányzat	Érintettség a település teljes területén. A szilárd burkolatú utaknál elsősorban a burkolati hibák, kátyúk növekedése, földés egyéb nem szilárd burkolatú utaknál a nagy esőzésekkel az elmosódás, gödrök keletkezése, fokozódó elmélyülése jelenthet problémát.
Ivóvízbázisok veszélyeztetettsége	csökkenő vízkészletek és növekvő vízigény (villám)árvizek esetén kialakuló vízminőség-romlás	víziközmű infrastruktúra érzékeny ivóvízbázisról ellátott népesség	A település a felszín alatti víz érzékenységi állapota szempontjából fokozottan érzékeny, valamint kiemelten érzékeny felszín alatti vízminőség védelmi területen fekszik.

23. ábra: Nagykovácsi érintettségi területei az éghajlatváltozás hatásával összefüggésben (forrás: Nagykovácsi Nagyközség Önkormányzata, 2021)

## 5. Következtetések és javaslatok

Nagykovácsi földrajzi fekvéséből adódóan fokozottan kitett a szélsőséges időjárás hatásainak. A csapadék intenzitásának növekedése tapasztalható. A heves esőzések kapcsán kialakuló villámárvizek komoly problémát jelentenek, nemcsak az épített környezetben okoz károkat, hanem a talaj felső rétegeinek lehordásához is vezet. Egy-egy zivatar esetén akár 80-100 mm csapadék is hullhat (Nagykovácsi Nagyközség Önkormányzata, 2021), mely villámáradások formájában zúdul le a hegyoldalakon. A burkolt területek növekedése miatt a zöldfelületek visszaszorultak. A villámárvizek elleni védekezés nehéz, ezért a megelőzés kiemelten fontos.

Nagykovácsi Nagyközség Önkormányzata Marcelházával közösen az Interreg VI-A Magyarország-Szlovákia Program keretében vízgazdálkodással kapcsolatos pályázatot nyújtott be a Magyarország Külgazdasági és Külügyminisztériumára, valamint a Szlovák Köztársaság Beruházási, Regionális Fejlesztési és Informatikai Minisztériumára által kiírt HUSK-2302 azonosítószámú pályázati kiírásra. Az Önkormányzat 589.122 Euro támogatást nyert el, mely csapadékvíz helyben tartására, záportározók kialakítására és kútfúrásra, régi kutak tisztítására használható fel Nagykovácsi vízbiztonságának javítása érdekében<sup>5</sup>.

Szeretnék javaslatokat tenni, hogy a bemutatott Természetes Vízmegtartó Megoldások közül melyeket lenne célszerű alkalmazni az elnyert támogatásból.

### 5.1. Javaslat természetes vízmegtartó megoldások alkalmazására

A LIFE MICACC projekt mintaterületei közül Püspökszilágy szolgálhat jó példaként Nagykovácsi számára. Püspökszilágy esetében a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás lefolyás-lassítással és vízvisszatartásra alapuló árvízi védekezéssel valósult meg a LIFE-MICACC projekt keretében (24. ábra).



24. ábra: Nagykovácsi és Püspökszilágy elhelyezkedés Pest vármegye térképén (Forrás: <https://hu.wikipedia.org/wiki/F%C3%A1jl:Map-of-Pest.svg>)

<sup>5</sup> <https://nagykovacsi.hu/hirek/ismet-nagy-osszegu-palyazatot-nyert-el-nagykovacsi>

Nagykovácsihoz hasonlóan Püspökszilágy villámárvíz kockázat szempontjából fokozottan érzékeny. A nagy mennyiségű csapadék rendszeresen károkat okozott a település infrastruktúrájában ezért az önkormányzatnak minden évben vis maior támogatásokhoz kellett folyamodnia. A lefolyáslassítás és a víz megőrzése érdekében a Szilágyi-patak oldalán rönkgátakat építettek, melyek lassítják a víz lefolyását és ellaposítják az árhullámot. Az alsó vízgyűjtőn egy oldaltározó került kialakításra, ami be tudja fogadni a többletvizet és vizes élőhelyként szolgál. A komplex megoldás célja az volt, hogy a villámárvizek okozta veszély csökkenjen, a vízkészlet megőrzésre kerüljön a településen belül, ezáltal aszályos időszakok esetén biztosítva a vízellátást és a klímaváltozás várható káros hatásai mérséklődjenek (Veres et al., 2021).

Összehasonlítva tehát Nagykovácsit és Püspökszilágyot, számos hasonlóságot figyelhetünk meg (25. ábra). Ezek első sorban a települések földrajzi adottságainak és domborzati viszonyainak tudhatók be. Mindkét esetben a legfőbb cél a villámárvizek kockázatának csökkentése és a víz helyben tartása lenne.

	Nagykovácsi	Püspökszilágy
<b>Jelleg</b>	Zsáktelepülés	Zsáktelepülés
<b>Jogállás</b>	nagyközség	község
<b>Népesség (2023)</b>	8789 fő	739 fő
<b>Tszf. Magasság</b>	~ 300 m	~ 200 m
<b>Terület</b>	27,67 km <sup>2</sup>	25,3 km <sup>2</sup>
<b>Elhelyezkedés</b>	völgy	völgy
<b>Vízfolyás</b>	Ördög-árok	Szilágyi-patak

25. ábra: A két település alapadatainak összehasonlítása (Forrás: <https://nagykovacsi.hu/>, <https://puspokszilagy.hu/>)

## 5.2. Javasolt műszaki megoldások

### 5.2.1. Külterületi részekre tervezhető létesítmények

A külterületi beavatkozások mindegyikét különösen nagy körültekintéssel – a területileg illetékes Duna-Ipoly Nemzeti Park bevonásával – lehet és kell megtervezni, illetve kivitelezni, tekintettel arra, hogy kivétel nélkül természetvédelmi területet érintenek.

#### 5.2.1.1. Rönkgátak

A környező hegyekről lezúduló csapadék egy részét természetes módon el tudja nyelni a talaj, de nagyobb vagy hosszan tartó esőzés esetén a település vízelvezető rendszerét terheli. A vízgyűjtő magasabban fekvő részein az északi és a déli domboldalakon számos hely azonosítható, ahol a 3.3.3. pontban ismertetett rönkgátakkal mérsékelhető a lefolyási hányad.

Ezek a helyek jellemzően mély szurdokvölgyek, illetve vízmosások, melyek közül többnek a hosszbeli kiterjedése lehetővé teszi egymás alatt lépcsősen elhelyezkedő rönkgátak kialakítását. A rönkgátakat olyan helyekre célszerű tervezni, ahol elmondható, hogy még a vízmosások is beállt egyensúlyi jellemzőkkel bírnak, így egyéb vízmosáskötési feladatokban (vízmosásfej hátra rágódás megfékezés, iszapoló gátak) nem kell gondolkodni. Például a Zsíros-hegy, a Nagyszénás és a Nagy-Kopasz oldalán is nyílhat lehetőség rönkgátak kialakítására (26. ábra).



26. ábra: Rönkgát, Püspökszilágy (saját kép)

#### 5.2.1.2. Záportározók

Véleményem szerint a Nagyvízgyűjtő lankásabb fekvő részein például a Széna-hegy és a Nagy-Kopasz nyúlványain lenne első sorban lehetőség záportározó kialakítására. A záportározók viszonylag alacsony helyi földanyagból épült zárógátjai úgy zárhatnák el a völgyfeneket, hogy annak mélypontján egy szűk keresztmetszetű, szabályozó műtárgyakkal el nem látott csővezeték haladjon át. A nagycsapadékok így csak átmenetileg tározódnának, a tározótérből automatikusan kiürülnének, az átbocsátott víztömeg nem lenne nagyobb, mint a csővezeték hidraulikai átbocsátó képessége.

#### 5.2.1.3. Állandó víztározók

A vízgyűjtő NY-i részében két völgyterület is alkalmas lehet arra, hogy abban völgyzárógátas víztározót alakítsunk ki. A völgyzárógátas víztározó méretezése a záportározókhoz képest komolyabb mérnöki kihívás, mert a zárógát gondos talajmechanikai, a szabályozható átfolyást biztosító központi és vészárasztó műtárgy elmélyült hidrológiai-hidraulikai számítást igényel. A völgyzárógátas tározók, illetve az abban tárolt víztömeg lehet alkalmas a vízhiányos helyzetekben a folyamatos élővíz biztosítására mind a Békás-tó, mind az Ördög-árok esetében. A tározók további haszontétele lehet, a rekreációs célú igénybevétel, ugyanis a közelében forgalmas turista és hegyi kerékpáros útvonalak haladnak el.

A falu K-i kapujában is megfontolandó lehet egy állandó víztározó kialakítása. Ennek kialakítása részben körgátas, részben völgyzárógátas kialakítással képzelhető el a topográfiai viszonyok és csaknem sík völgyfenéki terület következtében. Ugyanakkor e javaslatok megvalósíthatósága további, részletes számításokat igényelnek, amelyek egy későbbi kutatási fázisban tehetők meg.

## **5.2.2. Belterületre tervezhető létesítmények**

### **5.2.2.1. Esőkertek**

Bár a HÉSZ néhány építési övezetben (Ko-1, Ká-1, Ká-2, Vt-7, Vt-8 és Vt-9) záportározó kialakítását kötelezővé teszi, a jogszabály fogalomhasználata nem egyértelmű, mert Nagykovácsi esetében belterületen nem feltétlenül vannak meg a feltételei a 3.3.3. pontban ismertetett záportározó kialakításához. Úgy gondolom a HÉSZ valójában 3.3.2. pontban bemutatott esőkertek kialakítását szándékozhatta előírni ezeken az (oktatási, intézményi és általános) építési övezetekben.

### **5.2.2.2. Vízáteresztő útburkolatok**

Csapák Alex (2009) adatai szerint 2010. előtt mintegy 135 ezer m<sup>2</sup> burkolt és 108 ezer m<sup>2</sup> burkolatlan útfelület jellemezte Nagykovácsit, azaz csaknem azonos hosszban vannak aszfalt és más, szerencsés esetben valamilyen kőstabilizálással ellátott utak. Az eltelt időben kétségtelenül történt előrelépés a belterületi utak színvonalában, azonban ez érdemi változást nem eredményezett. A lassú előremozdulás legfőbb oka, hogy az önkormányzatnak nincs úthálózat fejlesztési programja, az utóbbi évek beruházásai lényegében lakossági összefogással és finanszírozással valósultak meg egynehány utcában. Az önkormányzati szerepvállalás ezen a téren az engedélyeztetés lebonyolítására és a kivitelező kiválasztására szorítkozik, marginális anyagi hozzájárulással. Nagykovácsi úthálózata tehát jelentős fejlesztés előtt áll és így vissza nem térő alkalmat kínál ahhoz, hogy a fejlesztések korszerű anyagfelhasználással valósuljanak meg. Ha ugyanis a tervezett útépitésekhez a 3.3.2. pontban ismertetett vízáteresztő burkolatokat használunk fel, sokat tehetünk azért, hogy a továbbiakban ne növeljük feleslegesen a lefolyási hányadot, illetve a villámárvizek kialakulásának esélyét. A szilárd burkolatok hiánya alapvetően Nagykovácsi Zsiros-hegy és Nagyszénás-alja településrészét (volt zárkerti ingatlanok) jellemzi. E szakdolgozatban egyedi feltüntetésükre nem került sor.

### **5.2.2.3. Beszivárogtató árkok**

A burkolt utak mentén Nagykovácsiban is jellemzően csapadékvíz elvezető árkokat alakítottak ki. Ezek hagyományos mérnöki szemlélettel szürke infrastrukturális megoldással mederlap vagy előregyártott mederelemekből épültek. A domborzati viszonyok és nagy lejtésszögek miatt ezekben az árkokban rendkívül csapadékos időben olyan nagy vízsebességek alakulnak ki, melyek a méretezési határon túlmutatnak. Az árokburkolat helyreállítása talán a legnagyobb gyakorisággal tárgya a vis maior pályázatoknak. Mindez jelentős részben mérsékelhető volna, ha a meglévő betonburkolatokat a 3.3.2. pontban ismertetett beszivárogtató árkokkal váltanánk fel. Ez a megoldás részben csökkenti a lefolyási hányadot, hiszen a víz az árkokban való tartózkodás során beszivároghat a talajba, részben a nagyobb meder érdesség miatt a kialakuló vízsebességek is csillapíthatók. A beszivárogtató árkok a tervezési területen ott tölthetnek be hatékony szerepet, ahol az árok nyomvonala a szintvonalakkal közel párhuzamosan fut, mert a legnagyobb tartózkodási idővel, a beszivárgás esélyével itt találkozhatunk. E feltételnek megfeleltethető út menti árkok esetén a hagyományos betonburkolat felváltható lenne korszerűbb megoldással.

### **5.2.2.4. Kisvízfolyás rehabilitációja belterületen**

A települést átszelő Ördög-árok állapota különösen a belterületi szakaszon már messze nem tekinthető természetközelinek. A medret beszűkítették és természetes árterét beépítették. Gyakoriak a szűk keresztmetszetű, magas küszöb szintű hidak és átereszek. Az Ördög-árok medre igényelné, hogy a lehető legnagyobb mértékben visszaállítsák a természetes állapotába, hogy mint zöldfolyosó szolgálja az ökológiai igényeket. E szakdolgozat e vízfolyás rehabilitáció kérdéskörét ennél mélyebben nem kívántam elemezni, hiszen az akár önálló feladatként is számításba vehető lenne.

### **5.2.2.5. Házi csapadékvíz tározás**

A helyszíni bejárás során az egyik szembeötlő probléma a tetőkön összegyűlt, esőcsatornával, eresszel közvetlenül az árkokba vezetett csapadékvíz volt. A 3.3.2. pontban ismertetett házi csapadékvíz tározásban már Csapák Alex (2009) szerint is volt fejlődési potenciál. A legnagyobb kihívást most az jelenti, hogy felismerjék az ingatlantulajdonosok, hogy a csapadékvíz tározással nem az önkormányzat elvárásait kell teljesíteniük, hanem saját jól felfogott érdekük is legalább olyan súllyal esik a latba. A vezetékes ivóvíz jelenlegi ára azonban nem motiválja még megfelelően az ingatlantulajdonost, hogy tároló rendszerbe investáljon. Fontos felismerés volna az önkormányzat részéről, ha a házi csapadékvíz tározás megvalósításához támogatást biztosítana. Olyan támogatás szükséges, ami a vezetékes ivóvízhasználattal szemben versenyképpé teszi a házi tározást és a vele járó feladatokat. Az önkormányzatnak tehát vagy anyagilag volna érdekében hozzájárulni a házi víztározók beruházásaihoz vagy egyszerűbb, támogatott hozzáférést biztosítani az ilyen célt szolgáló berendezésekhez.



### **5.2.2.6. Egyéb vízmegtartó megoldások lehetőségeiről**

Az előző pontokban ismertetett zöld infrastrukturális beavatkozások mellett egyedi mérlegelés alapján van létjogosultsága más vízmegtartó megoldások bevezetésének, mint például a zöldtető, zöldhomlokzat. Ezek megvalósítását viszont ingatlanfejlesztési projektekhez célszerű kapcsolni, de Nagykovácsi esetében ilyen önkormányzati tervekről nincs információ. Ilyen környezettudatos építészeti megoldások ugyan a családi házak esetében is számításba jöhetnek, mégis ezek iránti elköteleződés egyéni döntés kérdése lesz, melyek vizsgálata e szakdolgozat keretén túlmutat.

Nagykovácsi esetében a mezőgazdasági területek művelési ágának változtatási lehetősége is erősen korlátozott, hiszen a települést jellemzően természetvédelmi oltalom alatt álló erdő- és gyepterületek határolják, ami a lehető legkívánatosabb vízgazdálkodási állapot. Annak a kevés szántóterületnek a megőrzése, ami Nagykovácsi határában művelés alatt áll az egyik záloga annak, hogy a település a vidékies jellegét megőrizhesse, ezért feladásuk, erdősítésük nem lehet reális cél. Ezen körülményekre tekintettel az itt ismertetett megoldási lehetőségeket Nagykovácsi esetében elvettem azzal, hogy bármikor érkezhetsz olyan információ, ami e döntés megváltoztatását teszi indokolttá.

### **5.2.3. További teendők**

#### **1. Sérülékenységi vizsgálat**

Fontos lehet megismerni, milyen társadalmi struktúra jellemzi Nagykovácsit, mivel demográfiai helyzete alapvetően meghatározza az alkalmazkodási lehetőségeket. Ide tartoznak például a sérülékeny, klímaváltozás szempontjából veszélyeztetett csoportok jellemzői, tehát az idősek és gyermekkorúak száma és aránya, a munkanélküliség helyzete és megoszlása vagy az alacsony jövedelmi helyzetűeké.

#### **2. Interjú**

Egyrészt a sérülékenységi vizsgálatához is szükséges, illetve a megvalósítás előtt is célszerű lehet az érintettek bevonása személyes interjúkkal vagy kérdőíves felmérésekkel. Az alábbi fő csoportok lehetnek jellemzően érintettek:

- Gazdálkodók,
- Egészségügy,
- Erdészet,
- Vízügy,
- Lakosság.

### **3. Integrált települési vízgazdálkodási terv készítése**

A település számára szükséges lehet egy olyan dokumentum, ami egységesen tárgyalja és értékeli a helyi vízgazdálkodási elemeket. Fontos, hogy az Integrált települési vízgazdálkodási terv rámutasson a települést érintő vízgazdálkodási kérdésekre és településfejlesztési elképzelésekkel való kapcsolódási pontokra.

### **4. Jelentősebb civil szervezetek bevonása**

Helyi közösségi aktivitás érdekében a környezettudatosságban aktív helyi természetvédelmi szervezetek, intézmények, iskolák, óvodák bevonása.

### **5. SWOT-analízis**

A SWOT-analízis (Strengths - erősségek, Weaknesses - gyengeségek, Opportunities - lehetőségek, Threats - veszélyek) a stratégia alkotás egy eleme, olyan elemzési technika, amivel egy ötlet vagy projekt életképességét vizsgálhatjuk. Feltérképezi az elemzés tárgyának az erősségeit, gyengeségeit, lehetőségeit és veszélyeit (Kenton, 2023). Jelen esetben célja lehetne felmérni a település erősségeit, gyengeségeit, a lehetőségeket és környezeti veszélyeket mind társadalmi mind gazdasági szempontból, a klímaadaptáció tekintetében.

### **6. Megvalósítás utáni monitoring**

A társadalmi, valamint gazdasági hatások vizsgálata és a környezeti monitoring elengedhetetlen eleme egy esetleges megvalósítás esetén az utógondozásnak. Ide tartoznak az ökológiai- és hidrológiai monitoringok, vízminőség vizsgálatok is. A monitoring lehet folyamatos, rendszeres vagy eseti.

## 6. Összefoglalás

Az éghajlatváltozás mára vitathatatlan, hatásai hazánkban is megfigyelhetők. Nálunk elsősorban a szélsőséges időjárási viszonyok gyakoriságában jelentkeznek. Gyakoribbak tehát a hirtelen lezúduló, nagy mennyiségű esőzések és hosszabbak az aszályos időszakok. Ezekhez egyrészt alkalmazkodnunk szükséges, másrészt negatív hatásait kell mérsékelnünk. A változásoknak egyik leginkább kitett szféra a víz. A globális középhőmérséklet emelkedése minél nagyobb mértékű, annál súlyosabb következménnyel kell számolni minden érintett területen. A nyári hőhullámok egészségügyi kockázatuk mellett a megmaradt zöldfelületeket is veszélyeztetik, pedig ezeknek nagy szerepe lenne a települési klíma javításában.

A települések számára komoly kihívást jelenthetnek a megváltozott intenzitású és eloszlású esőzések hatásainak kezelése. A burkolt felületek aránya magas, ami még jobban gyorsítja a víz lefolyását. A csapadékvíz elvezető hálózatot túlterheli a hirtelen érkező nagy mennyiségű csapadék, ami hasznosítatlanul távozik a területről, bizonyos esetekben súlyos anyagi kárral járó elöntéseket okozva. Az ENSZ Vízügyi Elnöki Testületének megállapításai szerint a települések a vízkárok csökkentésére szánt pénzügyi források 90%-át a katasztrófák következtében kárelhárításra, valamint újjáépítésre és helyreállításra költik el, míg a megelőző intézkedésekre és az alkalmazkodóképesség javítására csupán 10% jut (Vízügyi Elnöki Testület, 2018). Olyan megoldásokra kellene törekedni, amik a megelőzést helyezik középpontba. Költséghatékonyság szempontjából is kedvezőbb a kármegelőzés, mivel általa kevesebb az elfolyó vízmennyiség, az árhullámok ellaposodnak, mérséklődnek vagy akár elmaradnak, s ezzel csökkennek vagy megszűnnek a károk. Erre remek lehetőséget adnak a természetes vízmegtartó megoldások.

Nagykovácsi vízkároknak való kitettsége többrétű. Egyrészt a domborzati viszonyokból (meredek domboldalak, szűk völgy), másrészt a belterületi rész egyre fokozódó beépítettségéből (burkolt felületek) adódik. A csapadék összegyülekezési ideje rendkívül gyors, a nagy intenzitású csapadékok percek alatt a völgyfenéken elhelyezkedő Ófalu településrészre jutnak, elöntéseket okozva, miközben a völgyoldali területeken a csapadékvíz elvezető létesítményekben kialakuló nagy vízsebességek elsodró ereje burkolat- és műtárgyrongálódásokat, illetve a terepen eróziós károkat okoz.

A természetes vízmegtartó megoldások a várostervezés számára többek között a vízgazdálkodási és árvízvédelemi feladatokra, valamint az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásra kínálnak lehetőséget. Nagykovácsi területén leginkább alkalmazható természetes vízmegtartó megoldásokat és azok alapjellemzését, valamint további intézkedési lehetőségeket sikerült ismertetnem, mely során a legfőbb célom a csapadékvíz helyben tartása és hasznosítási lehetőségének vizsgálata volt. A következtetések hasonló tájtypusú települések számára is jó kiindulási alapot jelenthetnek.

## Köszönetnyilvánítás

A kutatás a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal „A körforgásos gazdaság megvalósíthatósága a honvédelmi tevékenységek során” című, TKP2021-NVA-22 azonosítószámú Tématerületi Kiválósági Program támogatásával valósult meg, a Körforgásos Gazdaság Elemző Központ (KGEK) vezetésével.

## Acknowledgement

The research was supported by the project ‘The feasibility of the circular economy during national defense activities’ of 2021 Thematic Excellence Programme of the National Research, Development and Innovation Office under grant no.: TKP2021-NVA-22, led by the Centre for Circular Economy Analysis

## 7. Irodalomjegyzék

Bartholy J., Bozó L. and Haszpra L. (2011) Klímaváltozás - 2011: Klímaszcenáriók a Kárpát-medence térségére, Budapest, MTA, 281 p.

Belügyminisztérium (2017) Az önkormányzatok integráló és koordináló szerepének megerősítése az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás érdekében

Belügyminisztérium (2017) Nemzeti Vízstratégia (Kvassay Jenő Terv), Budapest

Bihari Z., Brezsnaynszky K., Csorba P., Fekete G., Gábris Gy., Haas J., Horváth G., Kerényi A., Király G., Kocsis K., Molnár Zs., Pásztor L., Schweitzer F., Szabó J., Szabó M., Tardy J., Timár G., Varga Gy., Varga Z. (2018), Magyarország Nemzeti Atlasza, Természeti környezet kötet, Éghajlat fejezet, MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, Budapest (58.o.-69.o)

Bíróné Dr. Kircsi A. (2019) Megfigyelt éghajlati tendenciák - Éghajlati információk a települési sérülékenységi vizsgálatokhoz

Bodáné Dr. Kendrovics R. (2017) Szennyvíz öntözéses hasznosítása különös tekintettel a klímaváltozásra, Szakmérnöki szakdolgozat, Óbudai Egyetem RKK

Bodáné Dr. Kendrovics R. (2022) – Nemzetközi és hazai példák a körforgásos vízgazdálkodásra, Magyar Víz-és Szennyvíztechnikai Szövetség, 4. lapszám, Budapest

Búzás K., (2019) „Csapadékvíz Gazdálkodás a Településeken” előadás, Lajosmizse

Búzás K., (2019) „Települési Csapadékvízgazdálkodás: Tervezési szempontok módszerek a jövőben” előadás Tatabánya

Csapák A. (2009) Települési vízgazdálkodás, lakossági csapadékvíz-gyűjtés és – felhasználás, ELTE Természettudományi Kar, Budapest

Csibi K., Dezsényi P., Fári M. G., Koroknai J., Pataky R., Szentkirályi-Tóth F., (2016) Zöldinfrastruktúra Füzetek 2., Zöldhomlokzatok, Budapest Főváros Városépítési Tervező Kft., Budapest

Csizmadia D. (2018), Zöldinfrastruktúra Füzetek 3., Vízérzékeny Tervezés a Városi Szabadtereken, Budapesti Fővárosi Főpolgármesteri Hivatal, Budapest

Dr. Almási B., Csizmadia D., (2016) Zöldinfrastruktúra Füzetek 1., Vízáteresztő Burkolatok, Budapest Főváros Városépítési Tervező Kft., Budapest

Dr. Csorba P. (2021) Magyarország kistájai, Meridián Táj- és Környezetföldrajzi Alapítvány, Debrecen

Európai Bizottság (2012) Az európai vízkészletek megőrzésére irányuló terv COM 673 final, Brüsszel

Európai Bizottság (2013) Környezetbarát Infrastruktúráról szóló közlemény COM/2013/0249

Európai Számvevőszék (2014), Különjelentés: Az uniós vízpolitika célkitűzéseinek integrálása a KAP-ba: részleges siker, Az Európai Unió Kiadóhivatala, Luxembourg

Gayer J. és Ligetvári F. (2006) Települési Vízgazdálkodás Csapadékvíz-elhelyezés, Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutató Intézet Kht.

Kenton W. (2023) SWOT Analysis: How To With Table and Example

Kirchner N. (2021) Warming stripes — visualisations of annual temperature series from the Nordic countries, Stockholm University

Kőrösi Cs. (2018), „Sorsfordító a fejlődésben – 1. rész,” Hidrológiai Közlöny, 1. kötet

Láng I., Csete L. és Jolánkai M. (2008), Felkészülés a Globális Klímaváltozás Várható Hatásaira, KVVM, MTA

Major A., (2021) „Ijesztően gyors lehet Magyarországon a klímaváltozás: 20-30 év múlva kritikus szintre emelkedhet a hőmérséklet,” Portfolio.hu, 13 augusztus 2021.

Matusz-Kalász D. (2019), Családi Ház Esővízgyűjtő Rendszerének Méretezése, Multidiszciplináris tudományok, 9. kötet. (2019) 2 sz. pp.43-49

Mrekva L. (2019) A zöld infrastruktúrák szerepe a csapadékvíz-gazdálkodásban és a városi területek lefolyás-szabályozásában, Bíró Tibor, Országos Települési Csapadékvíz-Gazdálkodási Konferencia Tanulmányok: Dialóg Campus Kiadó, Budapest

Nagykovácsi Nagyközség Helyi Klímastratégiája 2021-2030 - Nagykovácsi Nagyközség Önkormányzatának megbízásából készítette a REevoluto Consulting Bt

Nemzeti Vízstratégia (Kvassay Jenő Terv) (2017), Belügyminisztérium, Budapest

Országos Meteorológiai Szolgálat (2018) Éghajlatváltozás, Hatások, Alkalmazkodás

Országos Vízügyi Főigazgatóság (2019), Települési Vízgazdálkodás

Országos Vízügyi Főigazgatóság (2023) Tervezési segédlet az Integrált Települési Vízgazdálkodási Terv készítéséhez, Magyar Mérnöki Kamara, Vízgazdálkodási és Vízépítési Tagozat

RUIN, I., CREUTIN, J.-D., ANQUETIN, S. & LUTOFF, F. (2008): Human exposure to flash floods – Relation between flood parameters and human vulnerability during a storm of September 2002 in Southern France. *Journal of Hydrology*, 361: 199-213.

Szentes O. (2023) - Szárazság Magyarországon 2022-ben és a múltban, Országos Meteorológiai Szolgálat, Légkör, 68. évfolyam 1. szám

Szöllősi-Nagy A., (2021) Interviewee, Aréna. [Interjú]. 30 július 2021.

Szöllősi-Nagy A. (2020), Klímaváltozás: Fókuszban a Víz, Vízmegtartás Magyarországon

Veres D., Fejes G., Danyi R., Halmai L., Hegyi Z. (2021) Vízmegtartó megoldások a hazai vízgazdálkodásban

Az internetes források (linkek) elérésének utolsó dátuma: 2024.04.18.

Magyarország 2021. Évi Árvízkezelési Terve -

<https://cdn.kormany.hu/uploads/document/f/f4/f4d/f4d7c010cc9b7f2cbba8cf8ad85ed8ccd-aa60519.pdf>

State of the Global Climate - <https://wmo.int/publication-series/state-of-global-climate>

Nagykovácsi története és fekvése - <https://nagykovacsi.hu/nagykovacsi-tortenete-fekvese>

Nagykovácsi eredménytérképe - <https://eredmenyterkep.nagykovacsi.hu/>

Ismét nagy összegű pályázatot nyert el Nagykovácsi - <https://nagykovacsi.hu/hirek/ismet-nagy-osszegu-palyazatot-nyert-el-nagykovacsi>

The Climate Dictionary: An everyday guide to climate change –

<https://climatepromise.undp.org/news-and-stories/climate-dictionary-everyday-guide-climate-change>

Éghajlatot alakító tényezők -

[https://www.met.hu/eghajlat/fold\\_eghajlata/eghajlatot\\_alakito\\_tenyezok/](https://www.met.hu/eghajlat/fold_eghajlata/eghajlatot_alakito_tenyezok/)

Éghajlatváltozás okai -

[https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/eghajlatvaltozas\\_okai/](https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/eghajlatvaltozas_okai/)

Villámárvíz és aszály: a klímaváltozás két pusztító arca - <https://wwf.hu/villamarviz-es-aszaly-a-klimavaltozas-ket-pusztito-arca/>

Monthly Average Mauna Loa CO<sub>2</sub> - <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/mlo.html>

Aszály információk - <https://www.met.hu/idojaras/agrometeorologia/aszalyinfo/>

Esővízhasznosítás - <https://hydroking.hu/esovizhasznositas/>

Why you should invest in a green roof - <https://www.meristemdesign.co.uk/blog/why-you-should-invest-in-a-green-roof>

Dzsungel a chicagói városházán - <https://kert.tv/dzsungel-a-chicagoi-varoshazan1/>

LIFE-MICACC Projekt - <https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/hu>



Éghajlatváltozás Nagykovácsi - [https://www.meteoblue.com/hu/climate-change/nagykovacsi\\_magyarorszag\\_3047646](https://www.meteoblue.com/hu/climate-change/nagykovacsi_magyarorszag_3047646)

Püspökszilágy község hivatalos honlapja - <https://puspokszilagy.hu>

Natural Water Retention Measures - <http://nwrp.eu/?page=15>

Innovatív megoldások gyűjteménye - [https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/hu/tudastransfer/innovativ\\_megoldasok](https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/hu/tudastransfer/innovativ_megoldasok)

Retention ponds - <http://nwrp.eu/measure/retention-ponds>

Catalogue of NWRM - Access per sector - <http://nwrp.eu/measures-catalogue>

## 8. Ábrajegyzék

1. ábra: A grafikon a hawaii Mauna Loa Obszervatóriumban mért CO <sub>2</sub> koncentráció havi átlagát mutatja. (1960-2024) A vízszintes tengely az éveket jelöli, a függőleges pedig a CO <sub>2</sub> koncentrációt. (Forrás: <a href="https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/mlo.html">https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/mlo.html</a> ) .....	3
2. ábra: Átlagos évi csapadékösszeg Magyarországon (1991-2020) (Forrás: met.hu) .....	4
3. ábra: Aszályhelyzet Magyarországon, 2022. augusztus 17. (Forrás: <a href="https://www.met.hu/idojaras/agrometeorologia/aszalyinfo/">https://www.met.hu/idojaras/agrometeorologia/aszalyinfo/</a> ) .....	6
4. ábra: A 17 fenntartható fejlődési cél (Forrás: ENSZ) .....	11
5. ábra: Burkolatok és zöldfelületek vízmegtartó képessége (Forrás: Zöldinfrastruktúra Füzetek, 2016).....	17
6. ábra: Városi beépítés hatása a vízkörforgásra (Forrás: Zöldinfrastruktúra Füzetek, 2016) 17	
7. ábra: Házi esővízgyűjtő rendszer (Forrás: <a href="https://hydroking.hu/esovizhasznositas/">https://hydroking.hu/esovizhasznositas/</a> ) .....	18
8. ábra: Zöldtető szerkezeti felépítése (saját fordítás) (Forrás: <a href="https://www.meristemdesign.co.uk/blog/why-you-should-invest-in-a-green-roof">https://www.meristemdesign.co.uk/blog/why-you-should-invest-in-a-green-roof</a> ) .....	19
9. ábra: Zöldtető a Chicagói Városházán (forrás: <a href="https://kert.tv/dzungel-a-chicagoi-varoshazan1/">https://kert.tv/dzungel-a-chicagoi-varoshazan1/</a> ) .....	19
10. ábra: Zöldhomlokzat (forrás: Zöldinfrastruktúra Füzetek 2., 2016) .....	20
11. ábra: A kiselemes terméskő burkolat (Lohsepark, Hamburg) (Forrás: Zöldinfrastruktúra Füzetek 3., 2018).....	21
12. ábra: Leggyakoribb szennyeződések a csapadékvízben (Buzás et al., 2012).....	22
13. ábra: Püspökszilágyi rönkgát (saját kép).....	23
14. ábra: Példa szürke infrastrukturális beavatkozásra, Püspökszilágy (saját kép).....	24
15. ábra: A püspökszilágyi oldalváltározó (saját kép) .....	25
16. ábra: A projekt mintaterületei (forrás: LIFE-MICACC projekt, 2018).....	26
17. ábra: Nagykovácsi éves hőmérséklet-változása 1979-től napjainkig, a vízszintes tengely az éveket jelöli, a függőleges tengely az éves középhőmérsékletet ( <a href="https://www.meteoblue.com/hu/climate-change/nagykov%c3%a1csi_magyarorsz%c3%a1g_3047646">https://www.meteoblue.com/hu/climate-change/nagykov%c3%a1csi_magyarorsz%c3%a1g_3047646</a> ) .....	31
18. ábra: Nagykovácsi éves csapadék változása 1979-től napjainkig, a vízszintes tengely az éveket jelöli, a függőleges tengely az éves csapadékmennyiséget (forrás: <a href="https://www.meteoblue.com/hu/climate-change/nagykov%c3%a1csi_magyarorsz%c3%a1g_3047646">https://www.meteoblue.com/hu/climate-change/nagykov%c3%a1csi_magyarorsz%c3%a1g_3047646</a> ) .....	31
19. ábra: Példák az Ördög-árok problémái közül: bal oldalon a kiszáradt felső szakasz a Telki útnál, a jobb oldalon a hordalékkal teli meder figyelhető meg a Kolozsvár utcában (saját képek).....	33
20. ábra: A kiszáradt Békás-tó, 2023 október (saját kép).....	33
21. ábra: Vízkárokból származó Vis Maior pályázatok Nagykovácsiban (saját ábra, felhasznált adatok: Nagykovácsi Nagyközség Önkormányzat, 2023) .....	35

22. ábra: Nagykovácsi beépített területének domborzati viszonyai, a karsztos kőzetek felszínközeli kibukkanásai, illetve a talajvízre alapozott kutak elterjedésének határát jelző „kút-vonalak” (forrás: Csapák A. 2009.).....	36
23. ábra: Nagykovácsi érintettségi területei az éghajlatváltozás hatásával összefüggésben (forrás: Nagykovácsi Nagyközség Önkormányzata, 2021).....	39
24. ábra: Nagykovácsi és Püspökszilágy elhelyezkedés Pest vármegye térképén (Forrás: <a href="https://hu.wikipedia.org/wiki/F%C3%A1jl:Map-of-Pest.svg">https://hu.wikipedia.org/wiki/F%C3%A1jl:Map-of-Pest.svg</a> ).....	40
25. ábra: A két település alapadatainak összehasonlítása (Forrás: <a href="https://nagykovacsi.hu/">https://nagykovacsi.hu/</a> , <a href="https://puspokszilagy.hu/">https://puspokszilagy.hu/</a> ).....	41
26. ábra: Rönkgát, Püspökszilágy (saját kép).....	42

## 9. Nyilatkozatok

### 1. melléklet: Hallgatói nyilatkozat

#### NYILATKOZAT

Alulírott *Sebestyén Anna Júlia*, büntetőjogi felelősségem tudatában kijelentem, hogy az általam benyújtott, *Fenntartható, vízvisszatartásra irányuló, települési csapadékvíz gazdálkodás* című szakdolgozat (diplomadolgozat) önálló szellemi termékem. Amennyiben mások munkáját felhasználtam, azokra megfelelően hivatkozom, beleértve a nyomtatott és az internetes forrásokat is.

Tudomásul veszem, hogy a szakdolgozat/diplomadolgozat elektronikus példánya a védés után a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtárába kerül elhelyezésre, ahol a könyvtár olvasói hozzájuthatnak.

Kelt: Budapest, 2024.április 17.

*Sebestyén Anna Júlia*

aláírás

## Konzultációs nyilatkozat

Hallgató neve: Sebestyén Anna Júlia  
Szak, szakirány: Környezetmérnök Msc  
Konzulens tanár neve: Dr. Grósz János, Halupka Gábor Ernő

### Az első személyes konzultáció

Időpont: 2023.06.06.

Téma: Téma egyeztetése, cím választása, időbeosztás megtervezése, követelmények ismertetése.

A konzulens tanár aláírása:



### A második személyes konzultáció

Időpont: 2023.10.14.

Téma: A vizsgált terület közös bejárása. Problémák feltárása. Tartalmi egyeztetés.

A konzulens tanár aláírása:



### A harmadik személyes konzultáció

Időpont: 2024.03.18

Téma: Következtetések, javaslatok megfogalmazása. Beadással kapcsolatos egyeztetés. Formai követelmények ellenőrzése.

A konzulens tanár aláírása:



A nyilatkozatot a szakdolgozathoz/diplomadolgozathoz kötelezően csatolni kell!