

SZAKDOLGOZAT

Bibercz Ildikó

2023

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Vidékfejlesztés és Fenntartható Gazdaság Intézet

BUDAPEST

**A CSAPADÉKVÍZMEGTARTÁS ÉS A FELSZÍNI VIZEK HELYES
KEZELÉSÉNEK TECHNOLÓGIAI LEHETŐSÉGEI****Zöld megoldások a XXI. században**

Bibercz Ildikó

Kertészmérnök (BSc) szak, levelező tagozat

Ökológiai gazdálkodás és természetvédelem specializáció

Készült az **Agroökológiai és Ökológiai Gazdálkodási Tanszéken**

Közreműködő tanszék(ek): _____

Tanszéki konzulens: **Dr. Gál Izóra**

Konzulens(ek): _____

Bírálok: _____

Budapest, 20_____

tanszékvezető/szakirányfelelős_____
konzulens

Tartalom

1.	Felhasznált rövidítések	6
3.	Bevezetés	7
4.	Célkitűzés	8
5.	Irodalmi áttekintés	9
6.	Eredmények	9
6.1	A klímaváltozás és hatásainak áttekintése	9
6.2	Hatósági, kormányzati intézkedések	13
6.3	A csapadékvíz útja	15
6.4	Technológiai szemle	18
6.4.1	Innovatív megoldások a vízmegtartásra	18
6.4.2	Ökológiai módszerek gyűjtőfogalmai	22
6.4.3	Esőkertek	23
6.4.4	Zöldtetők	27
6.4.5	Szivacsváros-elv	28
6.5	Hazai jó gyakorlatok a vízgazdálkodásban, vízmegtartásban	28
6.5.1	Természetes vízmegtartó megoldások 5 pilot projekten keresztül bemutatva	28
6.5.2	Esőkert létesítése Kecskeméten	30
6.5.3	Lakossági esővízgyűjtők kihelyezése	31
6.5.4	Online „Okoseszközök” a helyes vízgazdálkodáshoz	31
6.5.5	Konferencia-beszámolók	32
6.6	Külföldi jó gyakorlatok a vízmegtartás és csapadékvízkezelés terén	33
6.6.1	Vízmegtartás, vízkezelés, talajburkolás kérdései Németországban	33
6.6.2	Elvezetés helyett felhasználják az esővizet Bécsben	34
6.6.3	Esőkertek Gdansk-ban	35
6.6.4	Szivacsvárosok Kínában	38
6.6.5	Csapadékvíz kezelés Michigan-ben	42
7.	Következtetések	43

8. Összefoglalás	46
10. Irodalomjegyzék.....	47

Ábrajegyzék

1. ábra: Havi csapadékösszegek 2022-ben és az 1991-2020-as átlagértékek (mm) (homogenizált, interpolált adatok alapján) (Forrás: OMSZ honlapja)	10
2. ábra: Országos középhőmérsékletek tízéves mozgóátlagai (az adott évhez tartozó érték az adott évvel záródó 10 év átlagát jelöli) (Forrás: OMSZ honlapja).....	11
3. ábra: A kukorica termése Magyarországon 2000-2022 között (összes betakarított mennyiség)* (Forrás: saját diagram KSH adatsor alapján)	11
4. ábra: Magyarország éves csapadékeloszlása (Forrás: Földtani alapismeretek III.)	12
5. ábra: Vápanyító gép (Forrás: NAK)	13
6. ábra: A vízzáró burkolat arányának hatása a befogadó kisvízfolyás vízminőségére (Forrás: Buzás Kálmán, 2015)	15
7. ábra: Csapadékvízlefolyás különböző talajburkoltság esetén, (Forrás: saját diagram Buzás K. 2015. nyomán)	16
8. ábra: Elvi ábra a szürke és zöld műszaki megoldások jellemzőiről (Forrás: Buzás Kálmán, 2015.)	17
9. ábra: A zöld infrastruktúra előnyei a hagyományos mérnöki (szürke) megoldásokkal szemben (Forrás: Buzás Kálmán, 2015.)	17
10. ábra: Az esőkert sémája (Forrás: Szpakowski et al. (2018) nyomán)	24
11. ábra: Példa esőkert kialakítására (Forrás: https://www.megyeriszabolcskertesze.hu/esokertek)	26
12. ábra: Az 5 pilot projekt helyszíne (Forrás: Vízmegtartó megoldások, BM honlapja).....	28
13. ábra: Az esőkert létrehozásának lépései (Forrás: Zöld küldetés honlap 2021.)	31
14. ábra: Ems folyó meder-rekonstrukciója (Forrás: https://www.presse-service.de/data.aspx/medien/249318P.pdf)	34
15. ábra: A gdański esőkertekből származó példák beömlőkre (fotó: M. Kasprzyk) (Forrás: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722025839).....	36
16. ábra:Példák ülepítő berendezésekre Gdansk-ban (M. Kasprzyk fotó) (Forrás: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722025839).....	36

17. ábra: Beszivárgási görbe a Kaczeńce-i esőkertre vonatkozóan (Forrás: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722025839).....	37
18. ábra: Hőkamerás felvételek esőkertekről (Fotó: K. Bobkowska).	38
19. ábra: A Sanghaji Csillagászati Múzeum szomszédságában lévő szivacsparkot úgy tervezték, hogy az ösvényekkel körülvett bolygókra hasonlítson. (Forrás: https://global.chinadaily.com.cn/a/202110/29/WS617b41bca310cdd39bc71fea_1.html).....	39
20. ábra: Egy szivacsváros építési terve (Forrás: https://chikansplanet.blog.hu/2020/01/17/szivacs_varosokban_elunk_majd_a_jovoben).....	40

1. Felhasznált rövidítések

Best Available Techniques (BAT)

Az elérhető legjobb technika alkalmazása.¹

Best Management Practices (BMPs)

A legjobb gazdálkodási vagy kezelési gyakorlat.²

Green Infrastructure (GI)

A zöld infrastruktúra rendszere.³

Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC)

Integrált szennyezés megelőzési és csökkentési irányelv (96/61/EK; 2010/75/EU).¹

Low Impact Development (LID)

A csekély beavatkozással járó fejlesztés.³

Sustainable Drainage Systems (SUDS)

Fenntartható városi vízelvezető rendszerek.⁴

Water Sensitive Urban Design (WSUD)

Vízérzékeny várostervezés.⁴

¹ BUZÁS Kálmán 2015.

² NATIONAL RESEARCH COUNCIL 2009.

³ AGRICULTURAL AND METEOROLOGICAL SOFTWARE 2023.

⁴ FLETCHER, Tim D. 2014.

3. Bevezetés

A legtávolabbi perspektívából indulva a **víz a földi élet nélkülözhetetlen eleme**, alapvető szüksége minden élő szervezetnek. Lényeges az is, hogy megfelelő mennyiségű édesvíz álljon rendelkezésünkre. A biológiai szükségletünkön túl – a fejlett világban - vizet használunk mindennapi, komfortos életünk során végzett tevékenységeinkhez, továbbá az ipar és a mezőgazdaság fenntartásához, vagy akár a közlekedéshez is. Várjuk, hogy természetes módon, csapadék útján és a felszíni vizeinkből hozzájuthassunk a szükséges mennyiséghez, de megtörténik az is, hogy a vártnál hirtelen nagyobb víztömeg áll rendelkezésre, mint amit kezelni tudunk, és a víz ekkor akár „ellen-séggé” is válhat áradások képében. Ezek az áradások fakadhatnak az elmúlt évszázadok alatt végbement emberi tevékenység elhibázott lépéseiből is, mint az árterek beépítése, vagy a folyó(túl)szabályozások. Most eljutottunk oda, hogy csökken a rendelkezésre álló édesvíz mennyisége, **vízválságot jeleznek előre** tudományos körök, ezért különféle stratégiákat kell kidolgoznunk a tendencia megállítására, vagy akár visszafordítására.

A csapadékvíz helyben tartásával kapcsolatos problémafelvetést az elmúlt évtizedek klímaváltozása, a szélsőséges időjárási jelenségek és a jelentős aszályosodás tette egyre sürgetőbbé hazánkban is. A korábbi felfogás a csapadékvízzel kapcsolatban az volt, hogy azt minél kevesebb gondot okozva elvezessük a területről, ne gyűljön fel sehol - esetleges további problémákat okozva - mint hirtelen lezúduló ár, lemosódó termőréteg, vizesedő szántóföldek és épületek, átjárhatatlan útszakaszok, megtelt árkok. A mezőgazdaságban a földeken megálló és nagy, egybefüggő vízfelületet alkotó belvíz, illetve az aszály⁵ okozza a legnagyobb gondot.

A természetben az ember hatására bekövetkezett, sajnos inkább negatív változások okozták például az Alföld kiszáradását, elsivatagosodási folyamatát. Az Alföld századokkal korábbi erdős, ligetes, vízjárta képe teljesen átalakult. Erdei nagyrészt elpusztultak, kivágásra kerültek, végül a XIX. századi folyószabályozás az országon átzúduló víztömeggé tették a Tiszát, eltűnt az erezett oldalág-hálózat, s eltűnt a fokgazdálkodás is. Az ártereket belakta az ember, s a folyót beszorítottuk egy szabályozott mederbe. A folyószabályozások korára azonban az is igaz, hogy a folyamatos tájtalakító emberi munka hatására akkoriban az Tisza miatt az Alföld kb. 40%-át pusztította az árvíz⁶, ezért joggal merült fel a védekezésnek ez a lehetősége. Napjainkban a kacsaringós utat járó folyóhoz, és oldaleres vízhálózatához képest így sokkal kevesebb víz marad a tájban, nincs elég lehetősége beszivárogni, szikkadni, párologni, s így a talajvíz szintje és a légkör nedvességtartalma is fokozatosan csökken.

Városi környezetben pedig azt szerettük látni, hogy a jól működő csapadékelvezető rendszerben az eső nyom nélkül eltűnik, s a ház körüli felületek kialakításánál is ezt az igényt vették figyelembe a tervezők a lekövezett autóbeképezés épített víznyelő ráccsal, csatornába bekötött ereszekkel, amelyek a szennyvízhálózatba vezetik az

⁵ „Aszályról beszélünk, ha 30 egymást követő napon keresztül nem hullik csapadék, vagy az nem lépi túl a 10 mm-t, vagy 30 napon belül úgy hullik le akár 25 mm csapadék, hogy eközben az átlaghőmérséklet legalább 15 napon túllépi a 31 Celsius-fokot.” (forrás: <https://www.biztositaszakerto.com/kar-mezogazdasag-klimavaltozas/>) (2023.03.27.);

⁶ ALFÖLDI László 2000.

esővizet is, így felesleges terhelésnek kitéve a szennyvíztisztító telepet és magát a csatornarendszert is. Ha túlterheljük a csatornahálózatot a lezúduló esővízzel, előfordulhat, hogy a szennyvíztisztító nem bírja befogadni, és a víztömeg tisztítatlanul jut be az élővízbe.

A fenti problémák megoldására kell a helyi szinten legjobban adaptálható, természetközeli módszereket megtalálni, amelyek a költséghatékonyság mellett képesek érzékelhető eredményeket hozni.

4. Célkitűzés

Vízkörforgás, vízmegtartás

Dolgozatomban szeretném a vízmegtartás és a felszíni vizek helyes kezelésének módjait áttekinteni, magát a vízbiztonság kérdését, ami különösen fontos a mezőgazdaságnak; a vízkörforgás természetes mechanizmusát, és azt, hogy ezt hogyan tudjuk fenntartani, vagy szükség esetén a legnagyobb hűséggel lemásolni és alkalmazni. Nem az ivóvíz kérdéssel foglalkozom, inkább a tájban, a környezetünkben, az időjárás körforgásában, folyókban és tavakban jelen lévő vízzel, csapadékkal. Külön kitérek a városok speciális helyzetére, ahol a nagymértékű beépítettség és talajburkoltság, illetve a kevés zöldfelület miatt a víznek szinte egyetlen útja volt, a szennyvízcsatorna. Ez a víz utána természetesen hiányzott a tájból, a légkörből.

Szeretném felvonultatni mindazon technológiákat, amelyek jelenleg rendelkezésre állnak, talán már bizonyítottak is a vízmegtartásért folytatott küzdelemben. Megpróbálok az összegyűlt tapasztalatoknak is utánajárni, az egyes technológiák értékelésének, mivel vannak országok, ahol már évtizedek óta alkalmaznak természetközeli, az ökológiai szempontokat is szem előtt tartó módszereket. Áttekintem a hazai helyzetet, a kormányzati és vízügyi hatóságok által hozott intézkedéseket, pályázati projekteket, és a kiskertekben is alkalmas megoldásokat.

Vissza a természethez

Rousseau után kicsit szabadon értelmezve, itt nem társadalompolitikáról lesz szó, hanem a leginkább természetközeli állapotok visszaállításáról, vagy azokat imitáló mechanizmusok alkalmazásáról, ezzel megcélozva a természetes egyensúlyt és önszabályozást, mint például a csapadék beszívargásának és a párolgásnak a viszonyszáma, pusztító áradás helyett ártéri kiöntés, nyargaló folyók helyett kanyargó, vízeres hálózatok létrehozása.

Érezhetően elindult az együtt gondolkodás és a cselekvés időszaka. Már nem csak tudományos konferenciákon hangzanak el a természetes vízmegtartási, vízkezelési ötletek, és nem csak a civil szféra próbál tenni apró lépéseket, hanem megjelentek a nagyobb projektek, pályázatok, mögöttük a városok, települések vezetőivel, önkormányzatokkal, különféle hatóságokkal és minisztériumokkal. Talán el lehet kezdeni nagyobb lépésekkel haladni, ha már a politika is látja, hogy fenntarthatatlan a korábbi évtizedek vízgazdálkodása. Erre gyűjtöttem össze az alább olvasható példákat, jó gyakorlatokat és kezdeményezéseket, pályázati megvalósításokat, mind Magyarországról, mind külföldről szemezgetve.

5. Irodalmi áttekintés

Bőséges irodalmat, cikkeket találtam a vízzel kapcsolatos témákról, és előrehaladottabb fázisban találtam a vízgazdálkodási innovációkat, mint azt előzetesen gondoltam volna. Ezt látni igazán nagyon pozitív volt. Magyarországon is megvalósultak már olyan pilot projektek, amelyek mintaként szolgálhatnak hasonló geomorfológiai jellemzőkkel rendelkező települések számára. Kínában már „szivacs város” projekteket hoznak létre, óriási összegeket investálva a fenntartható vízgazdálkodásba. Németországban sikeres folyómeder-rekonstrukciót hajtottak végre, igen kedvező eredménnyel.⁷ Nagy-Britanniában, Ausztráliában, Az Egyesült Államokban már évtizedek óta léteznek a saját viszonyaikhoz idomított, úgynevezett jó vízkezelési gyakorlatok.

A feldolgozott szakmai anyagok között szerepelnek tudományos cikkek, újságcikkek, pályázati tájékoztatók és brossurák, települések honlapjain található írásos beszámolók, megvalósított projektekről szóló videó-beszámolók, konferencia-videók. A tudományos cikkek nagyrésze angol nyelven érhető el, a pályázati beszámolók vegyesen angolul és magyarul, a konferencia beszámolók magyar nyelvűek voltak.

A dolgozat témája maga a jó vízgazdálkodás, s hogy a jelenkor ezzel kapcsolatos problémáira milyen megoldásokat alkalmaznak Magyarországon, vagy akár a Föld túloldalán. Nálunk még a kezdetén vagyunk a vízgazdálkodási innovációk bevezetésének, így érdemes áttekintenünk a külföldön felgyülemlett tapasztalatokat, és a számunkra kedvező technológiákat alkalmazni. Első lépésként néhány adat hazánk időjárásának, csapadékmennyiségének és átlaghőmérsékletének változásairól.

6. Eredmények

6.1 A klímaváltozás és hatásainak áttekintése

Itthon szélsőségesen aszályos éven vagyunk túl, 2022-ben⁸ kilenc hónap csapadékmennyisége jócskán elmaradt az átlagtól, áprilisban érkezett nagyobb mennyiség, majd ismét rendkívül visszaesett a mértéke, a szeptemberi kiugró mennyiség pedig már későn jött a legtöbb növény számára (1. ábra), az aszálykár több tízszeresére ugrott az átlagos évi 40 milliárd forintnak. Az országos évi csapadékösszeg 497 mm volt, mely az 1991-2020-ig terjedő időszak átlagának 81%-a. Így ez a 17. legszárazabb év volt 1901 óta.⁸

Mindeközben az évi középhőmérsékletek értéke az 1990-es évektől szinte töretlenül növekszik (2. ábra).⁹ Így jelentősebb a párolgás a különben is kevés víztartalomból, az eredmény felmelegedő, sivatagosodó talaj, pusztuló honos növények, illetve a változó klímához jobban alkalmazkodó, nem honos (akár invazívan terjedő) növények, például kaktuszok térfoglalása.¹⁰

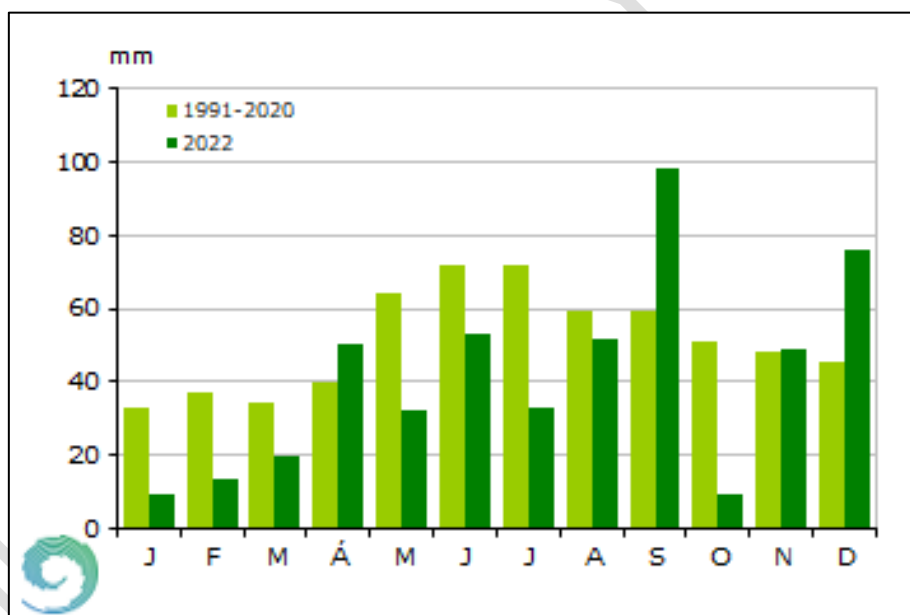
⁷ MEHRWERTE DES EMSCHER UMBBAUS Emschergenossenschaft 2023.

⁸ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT honlapja (forrás: https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_evek_idojarasa/) (2023.03.16.)

⁹ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT honlapja (forrás: https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_evtized_idojarasa/) (2023.03.29.)

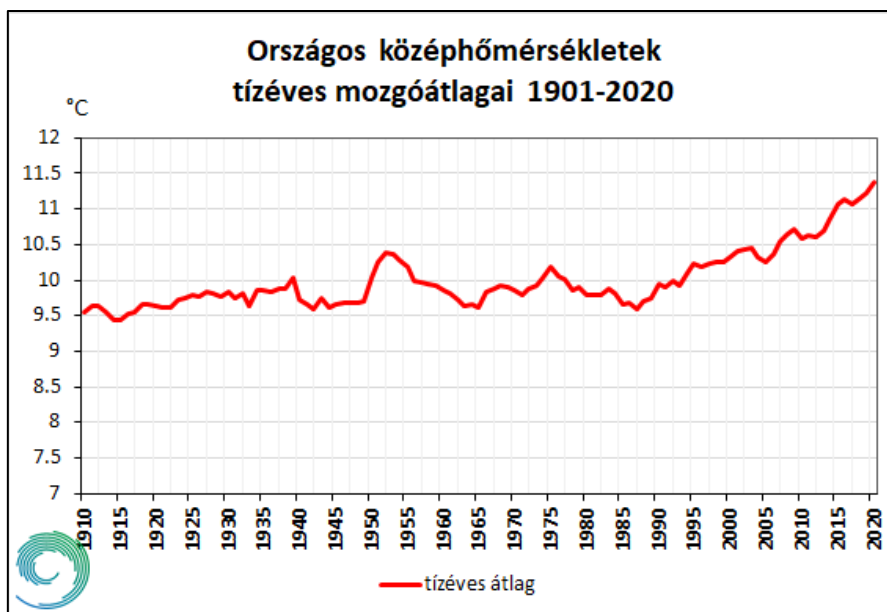
¹⁰ DÉLMAGYAR, 2022.

Klímánk az éves szinten egyre több meleg, forró, száraz nap felé tolódik, a csapadék eloszlása sem lesz egyenletes(ebb), a kevesebb kisintenzitású, és több nagyintenzitású esemény felé tendál, amit így nehezebb lesz kezelni. Cél, hogy a hirtelen lehulló, nagymennyiségű csapadék ne terhelje feleslegesen a sokszor amúgy sem jó állapotú szennyvízcsatorna-rendszereket, és ezáltal a víztisztító telepeket, illetve a szürke víz ne is menjen kárba, hiszen szennyezettség tekintetében nem egy szinten van a szennyvizekkel. A csatornahálózat tervezésének most már egyenértékűnek kell lennie a települési vízgyűjtő hálózat tervezésével, mint párhuzamos rendszerrel. Az ipari üzemek által kibocsátott szennyezésre már létezik egy integrált szennyezés-megelőzési és csökkentési irányelv (IPPC). Ehhez csatlakozik az elérhető legjobb technika alkalmazása is (BAT), amely szerint törekedni kell a szennyezésnek a kibocsátás helyén való csökkentésére, és természeti erőforrásaink hatékony felhasználására.¹¹ Ennek analógiájára lehet a szennyezést kibocsátó a város egy vízgyűjtő területe, a lefolyásban található szennyezőanyagok pedig a terület káros emissziója. A lefolyás csökkentése decentralizált rendszereken keresztül valósítható meg legjobban, hiszen így nem fog összegyűlni egyszerre kezelhetetlen mennyiségű szennyezett csapadék. A tervezett csapadékkezelő rendszereknek szabályozhatónak kell lenniük, hogy alkalmazkodni tudjanak a változó körülményekhez.



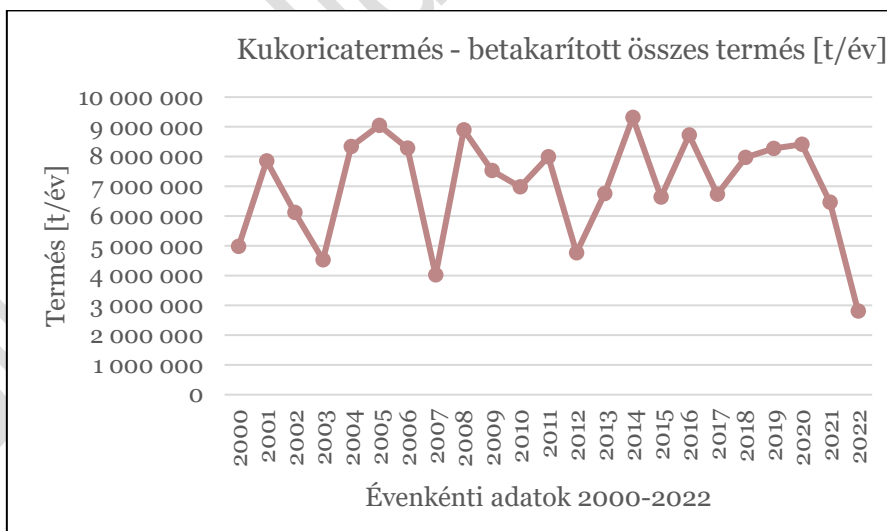
1. ábra: Havi csapadékösszegek 2022-ben és az 1991-2020-as átlagértékek (mm) (homogenizált, interpolált adatok alapján) (Forrás: OMSZ honlapja)

¹¹ 96/61/EK, 2010/75/EU Irányelv



2. ábra: Országos középhőmérsékletek tízéves mozgóátlagai (az adott évhez tartozó érték az adott évvel záródó 10 év átlagát jelöli)
(Forrás: OMSZ honlapja)

A csapadékhiány hatása meglátszott a mezőgazdasági termésátlagokon és a házak konyha- és díszkertjein is. A fenyők sorra pusztultak ki, hasonlóan a tujafélékhez, és a lombos erdők látképe is barnább volt a szokásosnál. A kukoricatermés mennyisége sokéves mélypontra jutott az aszály miatt 2022-ben (3. ábra). Valószínűleg importra szorul az ország, nem lesz elég a belső szükségletekre sem ez a mennyiség.¹²

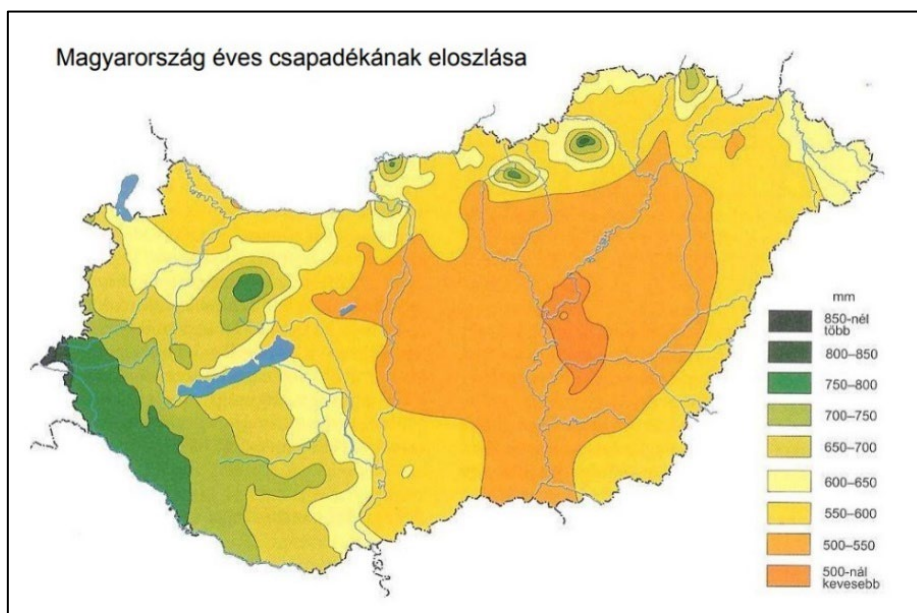


3. ábra: A kukorica termése Magyarországon 2000-2022 között (összes betakarított mennyiség)*¹³ (Forrás: saját diagram KSH adatsor alapján)

¹² KELEMEN Zoltán 2022.

¹³ KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL 2023.

A csapadék területi és időbeli eloszlásában az országon belül is igen nagyok a különbségek (4. ábra).¹⁴ Az Alföld közepén (Szolnok) az átlagos évi csapadékösszeg 524 mm, a párologtatás pedig meghaladhatja a 900 mm-t, tehát negatív a táj vízmérlege. Az éves csapadék 90 %-a 65-70 nap alatt hullik le, így majdnem 300 olyan nap van, amikor szinte egyáltalán nem esik sem eső, sem egyéb csapadék. A talaj egy vízbank, 1 m³ talaj akár 500 liter vizet is képes megtartani, ha van miből.¹⁵



4. ábra: Magyarország éves csapadékeloszlása¹⁵ (Forrás: Földtani alapismeretek III.)

1. táblázat: Magyarország éves átlagos vízmérlege (Forrás: Saját táblázat a Mezőhír honlap alapján; <https://mezohir.hu/2022/09/24/agrar-ontozes-csapadek-tarozas-talaj-szantofold-mezogazdasag/>)

Magyarország éves vízmérlege ¹⁶		
+	112 km ³	határon túlról érkező vízmennyiség
+	56 km ³	csapadék
-	5 km ³	elfolyás
-	117 km ³	határon túlra távozó vízmennyiség
-	0,3 km ³	felhasznált öntözővíz
-	1,7 km ³	tervezett 400 ezer ha szántó öntözése
	44 km³	megmaradó mennyiség

Mint az 1. táblázatban látható, **a megfelelő vízmennyiség mérleg szerint rendelkezésre áll**, a probléma, hogy a víz nem az adott időben és a megfelelő szántóföldi táblán van jelen. A megfelelő időpont a víztározókkal, míg a megfelelő hely az elosztó infrastruktúra kiépítésével biztosítható. Az előrelátó vízgazdálkodás mellett kiemelten

¹⁴ DR. TÓTH Árpád 2022.

¹⁵ FÖLDTANI ALAPISMERETEK III. 2023.

¹⁶ MEZŐHÍR 2022.

fontos még a megfelelő tápanyag-gazdálkodás, a tömörödés és az erózió elleni védekezés, a megfelelő terület- és tájhasználat.¹⁷

Külön nehézséget jelent, hogy **a hazai termőterületek egyharmada a szárazság mellett ár- és belvíznek is kitett.** A talajvíz a talajszemcsék hézagjait kitöltő, a gravitációs erő hatása alatt álló, összefüggő víztömeg.¹⁸ A belvíz pedig akkor alakul ki, ha a lehulló csapadék nem tud a talajba beszivárogni annak vízzel való telítettsége miatt, s ekkor a felszínen egybefüggő vízfelületet alkot, amely időszakosan van jelen.¹⁹ Az év végi esőzések miatt közel 6 méter szintemelkedés jellemezte a Tiszát, és csak centik választottak el az I. fokú árvíz-készültségtől.¹⁷ Előfordul, hogy a belvizet szivattyúzással eltávolítják, hogy a vetés ne fulladjon meg alatta, vagy jó esetben, idővel magától beszivárog, illetve elpárolog. A belvíz kezelésére még lehetséges a termőterületen úgynevezett átjárható, művelésbe vonható, füvesített vápák kialakítása (5. ábra), amelyek a többletvizeket összegyűjtik, helyben tartják, és idővel visszaszolgáltatják a termőföldnek.²⁰



5. ábra: Vápanyító gép (Forrás: NAK²¹)

6.2 Hatósági, kormányzati intézkedések

A magyar vízügyi hatóságok és mezőgazdasági szervezetek is elkezdtek dolgozni azon, hogy a lehulló csapadék-vizet helyben tartsák, illetve a beérkező folyóvizekből minél többet tudjanak betárolni. Feltöltik a rendelkezésre álló

¹⁷ AGRÁRSZEKTOR 2023.

¹⁸ VÁGÁS István 2000.

¹⁹ ORSZÁGOS VÍZÜGYI FŐIGAZGATÓSÁG honlapja (forrás: http://vpf.vizugy.hu/reg/ovf/doc/14.%20Belvizmentesites,%20belvizvedelem_A1.pdf) (2023.04.12.)

²⁰ NEMZETI AGRÁRGAZDASÁGI KAMARA honlapja (forrás: <https://www.nak.hu/sajto/sajtokozlemenyek/105339-a-klimavaltozas-hatekony-vizgazdalkodasi-megoldasokat-kivan-szuksege-van-a-vizpufferek-mihamarabbi-kialakitasara>) (2023.01.23.)

²¹ NEMZETI AGRÁRGAZDASÁGI KAMARA honlapja (<https://www.nak.hu/en/tajekoztatasi-szolgaltatas/mezogazdasagi-termeles/101150-vapanyitas-a-termoteruleten-a-vizhaztartas-optimalizalasa-erdekeben>) (2023.04.13.)

víztározókat, egyes kistelepülések pályázati úton saját vízmegtartó rendszereket építenek ki.²² 2023. márciusáig már mintegy 50 millió köbméter többletvizet tartott vissza a vízügyi ágazat. A vízbiztonsághoz úgynevezett puffervízterekre van szükség, jelenleg a medertározás és a csatornák feltöltése a leghatékonyabb módja a mezőgazdasági vízgyűjtésnek. Szoros együttműködés szükséges a hatóságok, önkormányzatok és a gazdák között a földek tulajdonviszonyai miatt az infrastruktúra karbantartására, illetve megépítésére is tekintettel.²³ A gazdák feladata a hatékony öntözőrendszer kialakítása földjeiken, ennek elmaradásában benne van a mindenkor kormányzat felelőssége is, így jelenleg szintén pályázatokkal próbálják ezek kialakítására rábírní a gazdálkodókat, amelyek keretében támogatják a víztározók létesítését, természetes szűrőmezők kialakítását, létező öntözési infrastruktúra fejlesztését és rekonstrukcióját, új infrastruktúra kiépítését, valamint az energia-hatékonyság javítását.²⁴ A hazai szántóföldek 98 %-a nem öntözött, így nagyon kitett a kiszámíthatatlan időjárásnak, és túl nagy a termésingadozás. Öntözési közösségek létrehozása szükséges²⁵, hogy minél jobban eloszoljanak a költségek, és ki tudják használni az öntözési lehetőséget, továbbá az elavult öntözési technika lecserélése is kívánatos, mivel a nagy szórófejes, ágyúszerűen öntöző rendszerek túl pazarlóan működtethetők az új, precíziós, mikroöntözést és tápoldatozást is lehetővé tévő új technológiákkal szemben.²⁶ Tehát a víz takarékos, minél hatékonyabb felhasználása minden eddiginél fontosabbá vált.

Vízgyűjtő-gazdálkodási tervet fogadott el a Magyar Kormány 2016. március 9-én.²⁷ A program elemei olvashatók az Országos Vízügyi Főigazgatóság honlapján is.²⁸ A terv egyik fejezete a Települési csapadékvíz-gazdálkodási útmutató²⁹, melyben a szerző ír a sok évtizedes elmaradásról a csapadékvíz-kezelés terén, az infrastrukturális hiányokról, illetve a korábbi, nem megfelelő szabályozásról, amelyet ezzel az átfogó tervvel kívántak kompenzálni.

Az óriási különbség a hagyományos csapadékvíz-elvezetés és a csapadékvízkezelés zöld és szürke módszereinek kombinálása között az, hogy az új szemlélet **a csapadékot megújuló természeti erőforrásnak tekinti**, ahol kívánatos a lehulló csapadékot visszatartani, és a helyben történő beszivárgását elősegíteni, hogy ezzel egyensúlyba kerüljön az adott terület, település vízháztartása. Az 6. ábra a burkolt felszín arányában mutatja a lefolyó víz szennyvezetésének mértékét. Minél magasabb a vízgyűjtő terület burkolt felszínének aránya, annál szennyezettebb az arról lefolyó csapadékvíz, így nemkívánatos anyagok, vegyületek, elemek kerülhetnek közvetlenül a talajba és a talajvízbe.

²² VÍZMEGTARTÓ MEGOLDÁSOK – BM honlapja (forrás: https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/hu/nwrm/5_pilotrol_reszletesen) (2023.03.30.)

²³ AGRÁRSZEKTOR 2023.

²⁴ GÖNCZI Krisztina 2022.

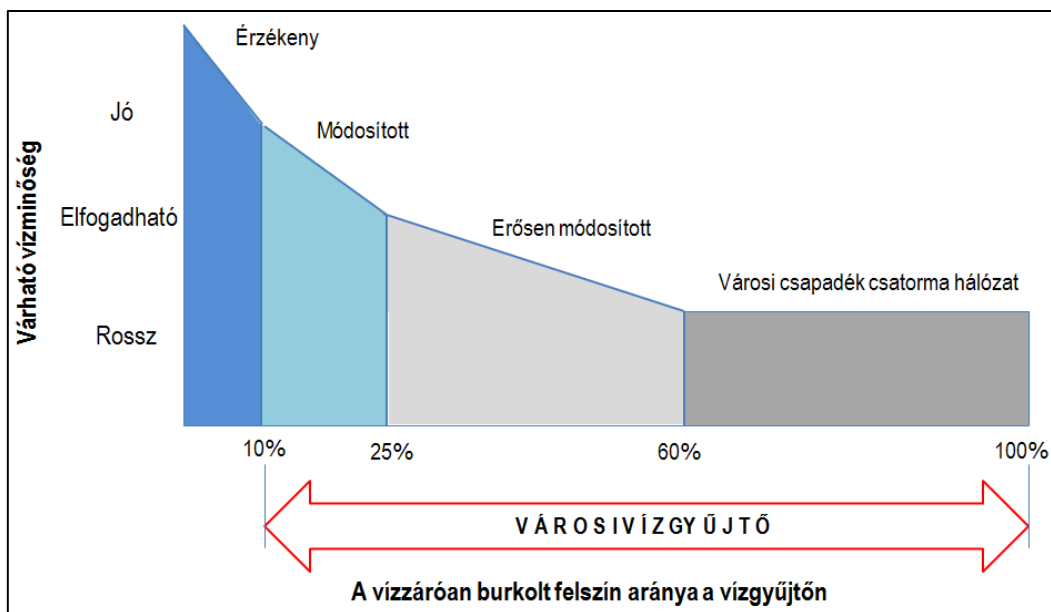
²⁵ NEMZETI FÖLDÜGYI KÖZPONT 2023.

²⁶ FUTÓ Zoltán 2021.

²⁷ MAGYAR KÖZLÖNY 2016.

²⁸ ORSZÁGOS VÍZÜGYI FŐIGAZGATÓSÁG honlapja (forrás: <https://www.vizugy.hu/index.php?module=vizstrat&program=elemid=149>) (2023.04.10.)

²⁹ BUZÁS Kálmán 2015.



6. ábra: A vízzáró burkolat arányának hatása a befogadó kisvízfolyás vízminőségére (Forrás: Buzás Kálmán, 2015)

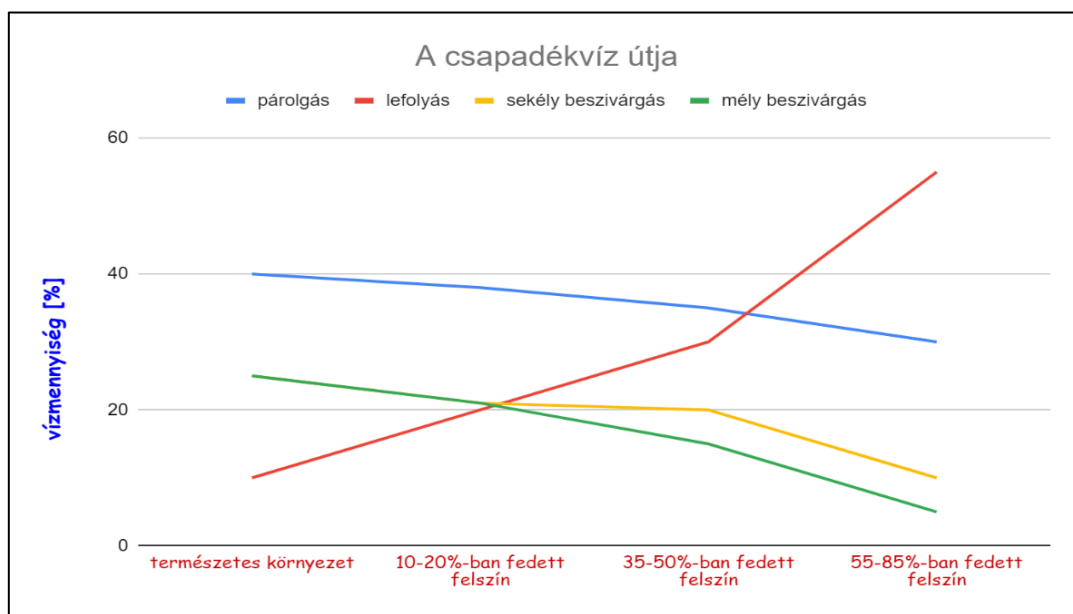
6.3 A csapadékvíz útja

A lehulló csapadék – a felszín beépítettségétől, burkoltságától függően – különböző mértékben jut be a talajba, folyik át a felületen, illetve párolog el a felszínről.

- **Az érintetlen természeti környezetben** a csapadékvíz 40 %-a párolog el a felszínről és a növényzet segítségével, 10 % a talajszinten a lefolyás mértéke, 25 % a sekély beszivárgás, és 25 % a mély rétegekbe történő beszivárgás.
- **10-20 %-os, a víz számára nem átjárható talajfedettség** esetében 38 % párologtatás, 20 % felszíni lefolyás, 21-21 % pedig a beszivárgás.
- **35-50 %-os, a víz számára nem átjárható fedettség**nél 35 % a párologtatás, 30 % a lefolyás mértéke, 20 % a sekély és 15 % a mélyebb beszivárgás.
- **55-85 %-os, a víz számára nem átjárható fedettség** esetében már csak 30 % a párologtatás, 55 % a lefolyás mértéke, 10 % a sekély és 5 % a mélyebb beszivárgás.³⁰

A városokban a talajburkoltság szintje a legmagasabb a kövezett terekkel, aszfaltozott utcákkal és a sűrűn álló, nagyméretű épületekkel, a növényzet pedig igen kevés. Tehát itt a csapadék egészen másképp viselkedik, mint a természetes környezetben, tulajdonképpen nincs helye a víznek. Ez nem csupán a talajvíz szintjének csökkenését okozza, de hatással van a levegő hőmérsékletére és páratartalmára is, továbbá az összegyűlt víz kiugró mértékű terhelést jelent a városi szennyvízhálózatnak, mivel a legtöbb városnak még nincs párhuzamos csőrendszere külön a szennyvíznek, és külön a szürkevíznek.

³⁰ BUZÁS Kálmán 2015.



7. ábra: Csapadékvízlefolyás különböző talajburkoltság esetén, (Forrás: saját diagram Buzás K. 2015. nyomán)

A 7. ábra diagramján látható, hogy a talajfedettség mértékének növekedésével a lefolyás mértéke drámaian megnő, ez az a vízvesztés, ami az adott helyen nem tud beszivárogni, majd nagy valószínűséggel a csatornában végzi. Az elpárolgó és beszivárgó vizek mennyisége pedig a talajfedettséggel fordított arányban van. A párolgó vizet nem tekintjük veszteségnek, mert a folyamatnak klimatikus szabályozó szerepe van.

2. táblázat: A felszíni lefolyás és a beszivárgás arányát befolyásoló tényezők (Forrás: Saját táblázat Buzás Kálmán, 2015. alapján)

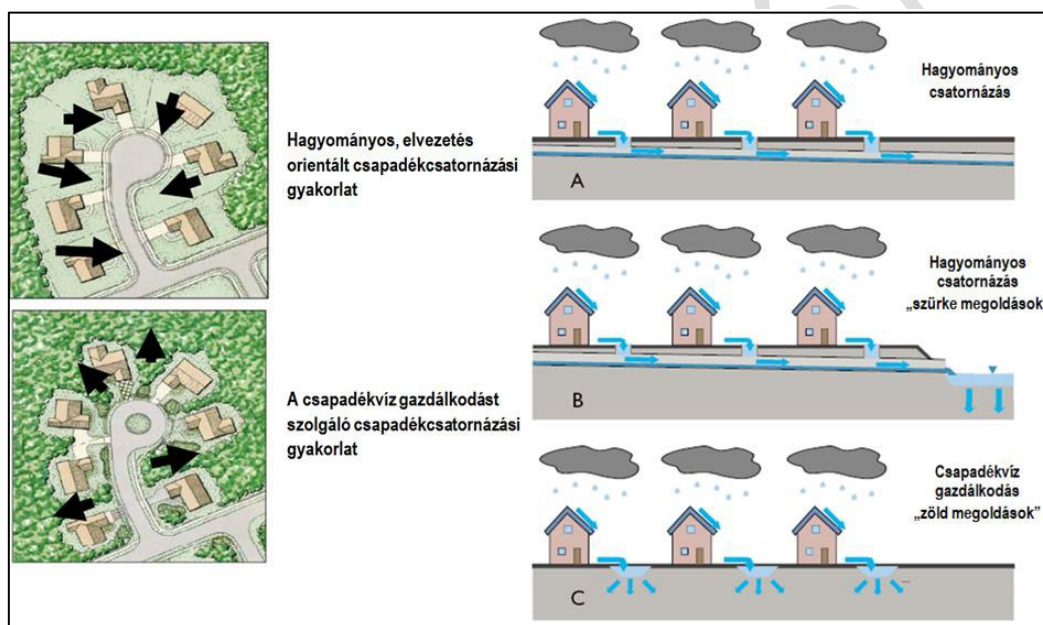
Csapadék intenzitása	Felszín lejtése	A növényzet sűrűsége	Lefolyási úthossz	Talaj áteresztő képessége	Lefolyás mértéke
nagy	egyforma	egyforma	egyforma	egyforma	→
kicsi	egyforma	egyforma	egyforma	egyforma	→
egyforma	nagyobb	egyforma	egyforma	egyforma	→
egyforma	kisebb	egyforma	egyforma	egyforma	→
egyforma	egyforma	nagyobb	egyforma	egyforma	→
egyforma	egyforma	kisebb	egyforma	egyforma	→
egyforma	egyforma	egyforma	nagyobb	egyforma	→
egyforma	egyforma	egyforma	kisebb	egyforma	→
egyforma	egyforma	egyforma	egyforma	nagyobb	→
egyforma	egyforma	egyforma	egyforma	kisebb	→

A beszivárgás mértéke függ a csapadék intenzitásától is, ha ez közel azonos a talajba történő beszivárgás sebességével [mm/óra], akkor érhető módon a lehulló mennyiség szinte teljes egészében a talajba juthat, persze csak áteresztő burkolat, vagy természetes felület esetén. Ha azonban a beszivárgás nem tud lépést tartani a lehulló mennyiséggel, az összegyűlik, és felszíni lefolyás formájában kénytelen távozni valamerre, vagy akár helyben is maradhat a felszínen (szántóföldi belvíz, vagy városi elöntések). A 2. táblázat megmutatja, hogy milyen hatással van a lefolyás sebességére a csapadék intenzitása, a lejtés, a növényzet sűrűsége, a lefolyási út hossza és a talaj

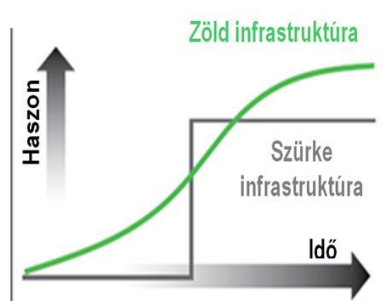
áteresztő képessége. Minél nagyobb a csapadékontenzitás, minél lejtősebb a felszín, annál erősebb a lefolyás mértéke. Minél dúsabb a növényzet, minél hosszabb a lefolyási útvonal, minél nagyobb a talaj áteresztő képessége, annál kisebb a lefolyás mértéke.

Érdemes a vízvezető rendszerek tervezése előtt modellezni, szimulációkat végezni a települési sajátosságok figyelembevételével. Az alábbi, 8. ábra a szürke és zöld technológiák kombinációit mutatja be.³¹

- i) Az első a **hagyományos** csatornarendszer, amelynél az egyes ingatlanoktól egy közös csőhálózat vezet el a csapadékvizet, tehát a területről az teljes egészében eltűnik.
- ii) A második, **hibrid** rendszernél a közös csatornába vezetett víz már egy közeli ülepítőbe kerül, ahonnan – valamilyen féle tisztítás, átszűretés után – a gyűjtés helyszínéhez közel be is tud szivárogni a talajba.
- iii) Harmadik megoldásként már egy teljesen **decentralizált**, az egyes ingatlanokról egyénileg kiépített szűrőrendszereken keresztül helyben a talajba jut a csapadékvíz. Ez a legzöldebb technológia.



8. ábra: Elvi ábra a szürke és zöld műszaki megoldások jellemzőiről (Forrás: Buzás Kálmán, 2015.)



9. ábra: A zöld infrastruktúra előnyei a hagyományos mérnöki (szürke) megoldásokkal szemben (Forrás: Buzás Kálmán, 2015.)

A 9. ábra azt szemlélteti, hogy a fokozatosan, kisebb ráfordításokkal létrehozott **zöld technológiák egy idő után meghaladják a szürke megoldások hasznait**, amely az elkészülte után nem tud tovább fejlődni, ellentétben a zöld infrastruktúrával, amely egy élő rendszer.

³¹ BUZÁS Kálmán 2015.

6.4 Technológiai szemle

A következő fejezetekben áttekintem, hogy milyen technológiák ismertek a természetes vízmegtartásra, a csapadékvíz tisztítására, s melyiknek mi a mechanizmusa, az előnyei és hátrányai.

6.4.1 Innovatív megoldások a vízmegtartásra³²

Alább a Belügyminisztérium vízmegtartással foglalkozó honlapján található innovációkat, javaslatokat tekintem át, több helyen példákat hozva a feldolgozott irodalomból.

Drénárok

Kavicsrétegen keresztül jut a csapadékvíz az elvezető csőbe vagy a talajba, a kavicsréteget ezért időnként tisztítani vagy cserélni kell.

Esőkertek

Városi csapadékvíz-kezelési technológia. Elnyelik a háztetőkről, autóbejárókról, kertekből lefolyó, és elszivárogni nem tudó vízmennyiséget, majd lassan elszikkasztják. (bővebben: 6.4.3)

Esővízgyűjtő tartályok

Háztartások számára is lehetővé teszi a csapadékvíz-gyűjtést, és nem jár magas költségekkel. Rendszer kiépítése is lehetséges, de ehhez már sokféle elem és szakértelem szükséges.

Fatörmelék-gátak a folyókban, patakokban

Valójában a természetesen vízbe hulló fákból, ágakból alakul ki, de mesterségesen is létrehozható gát, amely lassítja az erős áramlást, megfogja a nagyobb szennyeződések. Nincs ellentmondásban a mesterséges gátak eltávolításának igényével (lásd alább: Gátak és egyéb mesterséges akadályok eltávolítása).

Felszíni szikkasztás

Nagyobb, növény borította felületek, melyek kombinálhatók földalatti szikkasztóval a nagyobb hatásfok kedvéért.

Gátak és egyéb mesterséges akadályok eltávolítása

Kárt okozhatnak az élővilágnak, akadályozzák az áramlást, megszüntetésük visszaállíthatja a természetes dinamikát.

Gyökérszénázás víztisztítás

A tisztító mechanizmus a természetes mocsarakra vezethető vissza, a csapadékvizet náddal borított területre vezetik, ott átszivárog a gyökérszénán, és az alatta elhelyezett dréncsövekbe folyik. Erre egy jó példa a Milánóban kialakított park, ahol ezt a nádason keresztül vezetett szűrési technológiát alkalmazzák, s így évente 11,7 t oldott

³² VÍZMEGTARTÓ MEGOLDÁSOK – BM honlapja (forrás: https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/hu/tudastranszfer/innovativ_megoldasok) (2023.03.31.)

szerves szenet és 0,4 t nitrogént távolítanak el a vízből, s ezt a tisztított vizet egy vizes élőhelyre vezetik át, ahonnan lassan jut el egy folyóba. A park többi része szabadidős tevékenységekre alkalmas.³³

Hagyományos teraszos gazdálkodás

A domboldalakon kialakított teraszokat általában kőfallal stabilizálják, így lassítják a lefolyást, az eróziót, a vízszintes felületeken javul a beszivárgás. A befektetés költsége az elején nagy, utána lassanként megtérül a rengeteg előny révén.

Kéktető

Leginkább 2 %-nál kisebb lejtésű tetőkön alakítható ki a maximum 12 cm vastagságú vízréteget megőrző kis, sekély medencék, kazetták rendszere, amelyek megfogják, majd elpárologtatják a csapadékot, megelőzve a lefolyási csúcsokat. A tetőnek rendkívül jól szigeteltnek kell lennie, és szükséges túlfolyó és lefolyó kiépítése is.

Korai vetés

A szokásos vetési időszak előrehozása legfeljebb 6 héttel, amelynek funkciója a talajtakarás, az erózió és a lefolyás lassítása, csapadékbeszivárgás elősegítése. Gondot okozhat az elfagyás, amely ellen a gazdának védekezni kell, kisebb felületen például fátyolfóliás talajtakarással.

Medrek nyomvonalának kanyargóssá tétele

A visszakanyargósítás az eredeti állapotot célozza, lehetővé teszi a hordaléklerakást, az árterek rehabilitációját, az élővilág újjáéledését. Ide illő példa a németországi Ems folyó egy részének „visszavadítása”, újbóli kanyargóssá tétele, a régi természetes meder rekonstrukciója a kibetonozott, szabályozott, és szennyvízülepítőnek használt meder mellett.³⁴

Mesterségesen kiépített partok eltávolítása

Nehéz és költséges vállalkozás, mert ezek általában hajózási, ipari vagy árvízvédelmi építmények.

Mikroöntözés

Nem öntözzük a teljes talajfelszínt, precíziós, csepegtető öntözést alkalmazunk, közvetlenül a növény tövéhez vezetve az öntözőcsöveket, amelyek kis átmérőjűek. Így rendkívül pontosan, nagyon kevés veszteséggel adagolható a nedvesség és a tápoldatok. A csőrendszer időnként tisztításra szorul az öntözővízből lerakódó anyagok miatt.

³³ KLÍMABARÁT TELEPÜLÉSEK SZÖVETSÉGE (forrás: <http://klimabaratsreter.eu/jogyakorlatkereso>) (2023.04.14.)

³⁴ REES, Matt 2018.

Mulcsozás

A talaj felületére felvitt, természetes anyagokból, hulladékból álló réteg (kéreg, faforgács, komposzt, zöldhulladék), amely visszafogja a párolgást, javítja a talaj vízháztartását, így termékenyebbé teszi a talajt, megelőzi a gyomosodást.

Patak- és folyómedrek rehabilitációja

A kibetonozott medrek helyett természetes anyagokat (farönkök, kókuszrost, venyige) használnak a part stabilizálására, a korábbi műtárgyak kiváltására (farönkök, kókuszrost, venyige). Erre példa a csehországi Hostivice város patakjának mederrekonstrukciója, a korábbi szabályozás káros hatásainak csökkentése, megszüntetése, a partok visszaadása az embereknek.³⁵

Puffersávok a szántóföldeken

Tulajdonképpen védőzónák, a füves sávoktól a cserjésekig, fasorokig, amelyek megtörik a szántóföldek egyhangúságát, felfogják a szennyezések, lebegő szilárd anyagok egy részét, visszafogják az eróziót, élőhelyet biztosítanak a monokultúra mellett az állatoknak.

Rőzse- és rönkgátak

Ezek a fából készült gátak alul nyitottak, tehát az alacsony vízállású patak gond nélkül áthalad, áradás esetén viszont lassítja a lezúduló víztömeget. Erre példa a „lefolyáslassítás Pickering”-ben projekt, ahol vízáteresztő rönkgátakkal és fásítással léptek fel az áradások ellen a két helyi folyó területén, így az árvízveszély 25 %-ról 4 %-ra csökkent.³⁵

Útsorfák

Felveszik a vizet a talajból, és elpárologtatják, ezzel hűtik a környezetüket. Tágtűrűsű, gyorsan növvő fajokat/fajtákat kell ültetni.

Szűrőárok

Hasonlít az esőkerthez, de itt a fő funkció a vízszűrés, tisztítás. Ehhez speciális rétegrend szükséges, 20-30 cm termőréteg, 10 cm kavicsréteg vagy geotextília, alatta drénréteg (vízelvezető, szűrő réteg). Stabil rézsút kell kialakítani, illetve burkolt beömlőket, hogy kevés legyen az eróziós szennyezés.

TerraWay® burkolat

Műgyanta és kavics vagy kőzúzalék keveréke, teljesen vízáteresztő, a lehulló csapadékot az alépitménybe vezeti, ahonnan az a talajba szivárog, a párát pedig visszaengedi.

³⁵ KLÍMABARÁT TELEPÜLÉSEK SZÖVETSÉGE (forrás: <http://klimabaratsreter.eu/jogyakorlatkereso>) (2023.04.14.)

Üledékgyűjtő tavak

Általában erdőknél, dombos területen használják, lelassítja a lefolyó víz sebességét, felfogja a víz által szállított üledéket.

Városi csapadékvíz elvezető rendszerek

Tehermentesítik a csatornarendszert, lehetőleg föld feletti árkok, vápák³⁶ kialakításával. Jó példa erre Alsómocsoládban a Szent András-árok rendezésével a területről összegyűjtött csapadékvizek kártétel nélküli elvezetése. Az útváraknál iszapfogó aknákat építettek be, hogy a végső befogadó halastavak szennyezése csökkenjen. A Szent András-árokban úgynevezett tiltó műtárgyat is elhelyeztek, amely visszafogja a felgyülemlett csapadékot, vagy lehetővé teszi a továbbberesztését. Egy másik utcában vápás vízelvezetőt képeztek, az ott lakók házainak védelme céljából.³⁷

Vízáteresztő burkolatok

Teljesen áteresztő: az összes csapadékvizet átengedi magán, amely így a talajba vagy egy alépítménybe jut;

Részen áteresztő: perforált csövek segítenek a beszivárgó és a talaj befogadóképességét meghaladó mennyiségű víz elvezetésében egy ideiglenes tározóba;

Nem áteresztő: a perforált csövek alatt nem áteresztő réteg fekszik, így az összes csapadék a tározóba kerül.

Az áteresztő burkolat funkciói közé tartozik a városi felszín víz által átjárható felületeinek növelése, a vízelvezetés, a zajscsökkentés, a csúszásgátlás, a hűtés, a városi hőszigetelés enyhítése és a vizesedés megelőzése. A hagyományos burkolathoz képest javíthatja az út felületi tulajdonságait, például ellenáll a repedezésnek. Mindeközben csökkentheti a felszíni lefolyást, közben eltávolíthatja a lefolyásban lévő szennyező anyagokat, csökkentheti a vízelvezető csőhálózat terhelését és javíthatja a környezeti komfortot.³⁸

Vizes élőhelyek visszaállítása

Mocsaras, lápos területek visszaadása a természetnek, az élővilágnak, magában foglalhat nagyobb szabású terprendezést is (pl. a tiszatarjáni ártér helyreállítása), gátak feloldását, mederkotrást, az ártér, vagy folyómeder rehabilitációját. Erre példa még a Barcsi-Ó-Dráva holtág revitalizációja. A vízszint megemelését vízvisszatartó művek beépítésével, és a Dráva felőli vízpótlás lehetőségével próbálják megoldani, ezzel megteremtve a kapcsolatot a holtág és a Dráva között. A magasabb vízszint jobb feltételeket fog biztosítani a vízparti erdő számára, és az ártér számára, javítani fogja a holtágban élő növény- és állatfajok élőhelyeinek állapotát. Őshonos fa- és cserjefajok betelepítésével tovább gazdagítják az élővilágot.³⁷ Ide illő példa még a Nagyszéksósi bivalyrezervátum sikeres létrehozása 2008-ban, Mórahalom határában. 15 anyaállat és 30 növendék került telepítésre, hogy megtisztítsák

³⁶ Vápa: mesterségesen kialakított, vízvezetési célú, vonalas jellegű terepmélyedés (forrás: <https://www.agrarszektor.hu/fold/20201018/gazdak-figyelem-sokat-bukhat-aki-nem-tesz-ovintezkedeseket-a-vizkarok-ellen-25438>)

³⁷ KLÍMABARÁT TELEPÜLÉSEK SZÖVETSÉGE (forrás: <http://klimabaratsreter.eu/jogyakorlatkereso>) (2023.04.14.)

³⁸ LI, Hui 2017.

a túlzottan elszaporodott nádtól a tavat és környékét. Így szabad vízfelület jött létre, amely segítette a madárvilág visszatérését.³⁹

Vízparti puffersávok

Lassítják a talaj bemosódását a folyókba, patakokba, fokozzák a beszivárgást, lassítják az erős áramlásokat, élőhelyet biztosítanak.

Zöld homlokzatok

Lehet önállóan kapaszkodó növényekkel felfuttatott, vagy támrendszert igénylő növényfalból kialakított típus. Legelterjedtebb Délkelet-Ázsiában, ahol az éghajlat lehetővé teszi a burjánzó növényfal kinevelését, amely cserébe hűti az épületet, javítja a mikroklimát.

Zöldtetők

Épületek tetején létrehozott talaj- és növényborítású terület, funkcióját tekintve több típus létezik, de alapvetően a csapadékvíz-lefolyás csökkentésére alkalmas technológia, bár sok egyéb előnye is van (lásd bővebben a 6.4.4 fejezetben).

6.4.2 Ökológiai módszerek gyűjtőfogalmai

A különböző országokban az elmúlt évtizedek alatt különféle természetes *vízmelegtartási módszereket összefogó rendszerek* alakultak ki. Ezekre a rendszerekre a szakirodalom már bevett kifejezéseket, mozaikszavakat használ, a bővebb definíciókat tekintem át a következőkben.

Best Management Practices (BMPs)

A legjobb gazdálkodási vagy kezelési gyakorlat az Egyesült Államokban és Kanadában használt kifejezés, amely történelmileg az ipari és a települési szennyvízszabályozásra vonatkozott, míg a csapadékvíz-gazdálkodásban a 20. század későbbi szakaszában jelent meg. Egyes szakemberek a BMP kifejezést használják mind a szennyezett csapadékvíz kezelésére szolgáló szerkezeti, vagy mérnöki eszközökre és rendszerekre (pl. víztározó tavak), mind pedig az üzemeltetési, vagy eljárási gyakorlatokra (pl. a műtrágyák és növényvédő szerek használatának minimalizálása).⁴⁰

Low Impact Development (LID)

A csekély beavatkozással járó fejlesztés a hagyományos városi csapadékvíz-kezelési gyakorlatok alternatívája, amelynek célja az urbanizáció vízmennyiségre és -minőségre gyakorolt hatásainak mérséklése. Olyan rendszereket és gyakorlatokat jelent, amelyek a természetes folyamatokat használják vagy utánozzák a vízminőség és a kapcsolódó vízi élőhelyek védelme érdekében.⁴¹ A LID lefolyásszabályozási módszerek alaptípusai a következők:

³⁹ KLÍMABARÁT TELEPÜLÉSEK SZÖVETSÉGE (forrás: <http://klimabaratsreter.eu/joggyakorlatkereso>) (2023.04.14.)

⁴⁰ NATIONAL RESEARCH COUNCIL 2009.

⁴¹ AGRICULTURAL AND METEOROLOGICAL SOFTWARE 2023. (forrás: <https://agrimet-soft.com/faq/What%20are%20the%20difference%20between%20low%20impact%20development%20and%20green%20infrastructure/>) (2023.03.31.)

- ❖ A lefolyási útvonalak megváltoztatása, úgymint a burkolt felületről lefolyó víz rávezetése burkolatlanra, például a vízzáró burkolat cseréje áteresztő fajtára. Ilyen módon akár az éves csapadék 70 %-a is visszatartható;
- ❖ Beszivárgást elősegítő létesítmények kialakítása, amelyek képesek a lefolyási csúcsok csökkentésére;
- ❖ Tározó létesítmények építése, amelyek lehetnek tartályok, ideiglenes elöntési területek, vagy állandó vízborítású vizes élőhelyek;
- ❖ Szivárogtató létesítmények, melyeknél a csapadékvizet szűrőrétegen vezetik át, így a tisztítás mellett ezek a rendszerek lassítják a lefolyás sebességét, csökkentik a vízmennyiséget és a lefolyási csúcsokat is;
- ❖ Kismértékű beavatkozással járó tájépítészeti megoldások, ahol általában honos növények telepítésével hoznak létre természetes vízelvezető felületeket. Ezek növényzettel borított területek csökkentik a lefolyás mértékét, sebességét, növelik a városi környezet esztétikai megjelenését, és csekély fenntartási költséggel járnak.

Sustainable Drainage Systems (SUDS)

Nagy-Britannia az 1960-as években kezdett olyan fenntartható városi vízelvezető rendszereket kifejleszteni, amelyek a természetes vízi környezet védelmére összpontosítottak az ökológiai rendszer helyreállításával a vízkörforgás megőrzése érdekében. Európa, köztük Skandinávia rendkívül lelkesen alkalmazta a SUDS-t. A rendszer fő koncepciója, hogy módszerei a lehető legjobban utánozzák a természetet, környezetvédelmi szempontból előnyösnek tekinthetők, és minimális, vagy semmilyen hosszú távú károsodást nem okoznak.⁴²

Water Sensitive Urban Design (WSUD)

Ausztráliában a vízérzékeny várostervezést az 1990-es évek óta alkalmazzák. A WSUD célja a városfejlesztés környezetre gyakorolt hidrológiai hatásának minimalizálása. A csapadékvíz-gazdálkodás a WSUD egy részhalma, amelynek célja az árvízvédelem, az áramlásszabályozás, a vízminőség javítása és az esővíz gyűjtése. A WSUD középpontjában a víz körforgása áll. Az esővíz az elsődleges vízforrás az egész körforgásban, és az esővízgazdálkodás a legkritikusabb összetevő.⁴²

6.4.3 Esőkertek

Az esőkert egy süllyesztett kerti ágyás, amely összegyűjti az esőt, és kezeli a tetőkről, felhajtókról, járdákról, parkolókról, utcákról és pázsitokról lefolyó csapadékvizet. A csapadékot csővezetéken, vagy csatornán keresztül ebbe a medencébe irányítják, ahol a víz átmenetileg megáll, felgyűlik, majd a növényzeten és a különféle vízáteresztő rétegeken keresztül bejut a talajba.⁴³ Fontos funkciója az esőkertnek, hogy a szennyezőanyagokat visszatartja, majd a beszivárgás, az adszorpció, a kicsapódás és a biológiai átalakulás/lebomlás révén⁴⁴ az összes lebegő,

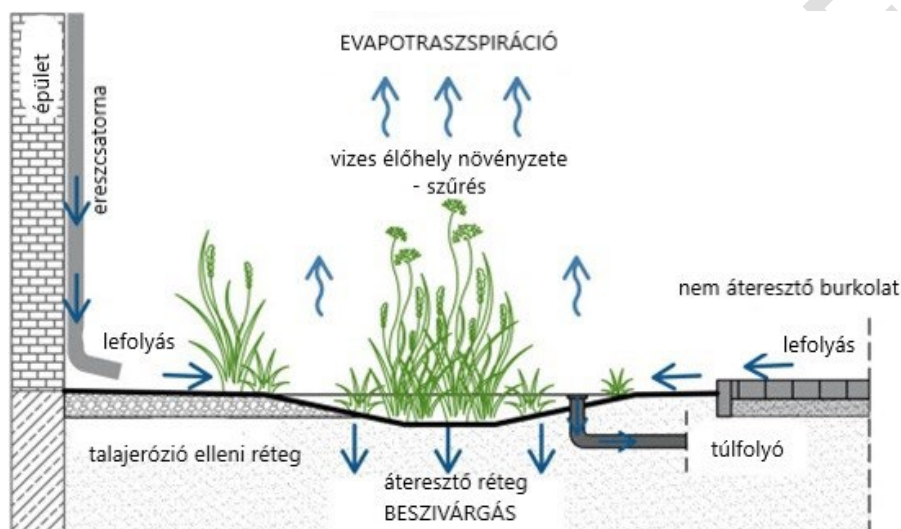
⁴² FLETCHER, Tim D. 2014.

⁴³ CAHILL, Maria 2018.

⁴⁴ YANG, Hanbae 2013.

szilárd anyagnak kb. a 70 %-át távolítja el.⁴⁵ Az esőkertek 25-69 %-kal csökkentik a felszíni lefolyást és 12-71 %-kal a lefolyási csúcspontokat.⁴⁶ Az esőkertek további előnye, hogy növényeivel vonzza a madarakat, beporzó rovarokat, és egyéb kisebb állatokat is.

Egy kerti tóval szemben a jól megépített esőkertek csak 12-48 órán át tartják meg a vizet, így nem válnak szűnyogkeltetővé. Az ideális hely az esőkertnek az, ahol nagyobb esőzés után magától össze szokott gyűlni a csapadékvíz (10. ábra), de tereprendezéssel kialakítható egyéb helyen is, mindenestre az épületektől legalább 3 m távolságra legyen, hogy a beszivárgó víz ne tegyen kárt az alapban, vagy a falakban. Elhelyezését úgy érdemes tervezni, hogy egy ovális forma esetén a hosszabb átló a lefolyás irányára merőleges legyen, így több vizet tud begyűjteni a kertből, de a csapadékvizet messzebből is odavezethetjük csatornacsővel vagy kibélelt árokkal.⁴⁷



10. ábra: Az esőkert sémája (Forrás: Szpakowski et al. (2018) nyomán)

Érdemes elsőként megállapítani a kert lejtését, hogy tisztában legyünk a lefolyási viszonyokkal, és hogy tudjuk, mennyire mélyítsük ki a területet, amelyet a lejtés százalékos értéke alapján számítunk ki. Így például 12 %-os lejtésnél 12 colos, vagyis $12 \times 2,5 = 30$ cm mély esőkertet kell kialakítani. Ha adott helyen a talaj nem vezeti el jól a vizet, akkor a fenténél mélyebb kialakítású esőkertet kell készíteni.

Az ideális talajkeverék az esőkertbe 60% homok, 20% komposzt és 20% felső talaj.⁴⁸ A nem áteresztő réteget el kell távolítani, és áteresztő talajra kell cserélni. Az esőkert talaja alá tett kavicsréteg tovább szűri a talajba beszivárgó vizet. A legfelső réteg is lehet kavics (11. ábra), amely segít helyben tartani a talajt, nem engedi lemosódni. A famulcs nem megfelelő, mert könnyen elviszi a víz.

⁴⁵ CAHILL, Maria 2018.

⁴⁶ SONG, Chen 2022.

⁴⁷ SZÉLESI Ferenc 2022.

⁴⁸ ÉNEKES Kriszti 2021.

A leginkább ajánlott őshonos virágokat, fűféléket és kisebb cserjeféléket ültetni az esőkertbe, amelyek jól tűrik az időnkénti elárasztást is, de akár a szárazabb időszakokat is, és nem kimondottan vízinövények, hiszen csak ritkán, részben és rövid időre lesznek víz alatt. A honos növényfajok alkalmazkodnak legjobban a helyi klímához, így kevesebb munkával jár a fenntartásuk. A tervezésnél a vízborítást jól tűrő növényt az esőkert mélyebb részeibe helyezzük, a széleihez közeledve pedig már ültethetünk szárazabb klímát kedvelő fajokat (11. ábra).

Példák nedvességtűrő cserjékre:⁴⁹

Árnyliliom félek (*Hosta*)
Fehér hóbogyó (*Symphoricarpos albus*)
Fekete berkenye (*Aronia melanocarpa*)
Fekete bodza (*Sambucus nigra*)
Fürtös bodza (*Sambucus racemosa*)
Hólyagvessző (*Physocarpus opulifolius*)
Homoktövis (*Hippophae rhamnoides*)
Hortenzia (*Hydrangea macrophylla*, *H. paniculata*)
Kardinálisvirág (*Lobelia cardinalis*)
Kosárkötő fűz (*Salix viminalis*)
Közönséges magyal (*Ilex aquifolium*)
Lonc (*Lonicera fragrantissima* – lombhullató) (*Lonicera nitida* – örökzöld)
Mandulalevelű fűz (*Salix triandra*)
Nyugati gombcserje (*Cephalanthus occidentalis*)
Pénzlevelű lizinka (*Lysimachia nummularia*)
Réti rezgőfű (*Filipendula ulmaria*)
Sásfélék (*Carex*)
Szibériai nőszirm (*Iris sibirica*)
Tatársom (*Cornus alba*) és selymes som (*Cornus sericea*)
Tenyeres tópartifű (*Rodgersia pinnata*)

A hidrofita növények ki tudnak szűrni az esővízből biogén anyagokat (nitrogén- és foszforvegyületeket), nehézfémeket, olajszármazékokat. A növények gyökereikkel és rizómáikkal fellazítják a talajt, biogén vegyületeket (nitrogén és foszfor) és nehézfémeket vesznek fel, és biztosítják a szükséges tápanyagokat és oxigént a gyökérrendszerben jelen lévő baktériumok és gombák számára, amik segítik a káros anyagok lebontását. A vizes élőhelyeken élő növényeknek jellegzetes morfológiai tulajdonságaik vannak, mint az aerenchyma (légüreges szövet) jelenléte. Ez a szövet összekapcsolt gázvezető intercelluláris terek hálózatából áll, amelyek oxigénnel látják el a növények gyökereit hipoxiás körülmények között, és lehetővé teszik a növény vízben való lebegését is. A gyökérrendszerben nitrifikáció (oxidáció) történik, az ammóniumionok nitrátokká oxidálódnak, amelyeket a növények alapvető építőelemként hasznosítanak. A víztisztító képességgel rendelkező növényfajok közé tartozik például az esőkertekben

⁴⁹ ÉDENKERT 2017.

használt *Alnus glutinosa*, *Salix cinerea*, *Phalaris arundinaceae*, *Deschampsia caespitosa* vagy *Phragmites australis*.⁵⁰

Az Egyesült Államokban a szakirodalom kétféle esőkertet ír le. Azokat, amelyek tisztítják, visszatartják és csökkentik a lefolyó víz mennyiségét azáltal, hogy lehetővé teszik a víz beszivárgását a környező talajba, **beszivárgó esőkerteknek** (*infiltration rain gardens*) nevezik. Azok az esőkertek, amelyek tisztítják és visszatartják a csapadékvíz lefolyását, majd a vizet máshová továbbítják, **szűrő esőkerteknek** (*filtration rain gardens*) nevezik. A szűrő esőkertek így nem csökkentik jelentősen a csapadékvíz mennyiségét, hanem lehetővé teszik, hogy a lefolyó víz áthaladjon a mulcson és a különféle, módosított talajrétegeken keresztül, mielőtt egy csőben összegyűjtenék, és egy ártalmatlanítási pontra vezetnék. Ezeket olyan helyzetekben használják, amikor az alsóbb talajrétegekbe való beszivárgás valamiért nem kívánatos.⁵¹

Különböző típusú esőkertek hozhatók létre a helyszín jellemzőitől, például a geohidrológiától, valamint a helyi körülményektől és igényektől függően, illetve mindegyikhez speciális műszaki megoldásokat lehet rendelni az esőkert funkciójának javítása érdekében. Városi környezetben gondoskodni kell a lefolyó csapadékvíz irányításáról a különböző beömlőkkel, árkokkal, a megfelelő tisztításáról a víznyelőkbe épített ülepítőkkal, szűrőkkel, illetve vészhelyzeti túlfolyók elhelyezéséről is. Erre példák láthatók a 6.6.3 fejezetben.



11. ábra: Példa esőkert kialakítására (Forrás: <https://www.megyeriszabolcskertesze.hu/esokertek>)

⁵⁰ KASPRZYK, Magda 2022.

⁵¹ CAHILL, Maria 2018.

6.4.4 Zöldtetők

A zöldtetők épületek vízszintes, vagy kislejtésű tetején, valódi talajba, vagy egy talajhoz hasonló természetű szubszt-rátrétegbe ültetett növénytakarók, 40-55 éves élettartammal. A növényzetet a helyszín, a csapadék intenzitása, a páratartalom, a szél és a napsütés alapján kell meghatározni.⁵² Jellemzően több rétegből állnak, beleértve a vízálló membránt, a szigetelést, a vízelvezető anyagot, a szűrőréteget, az aljzatot, majd a növényzetet. A zöldtető legfel-jebb 20 perces késleltetési idővel tudja csökkenteni a csapadék okozta felszíni lefolyás mértékét,⁵³ visszatartja a vizet, egy részét engedi lefolyni, más részét átszivárogtatja a rétegein, illetve a növényzete felhasználja és elpáro-logtatja.

A magas telepítési, karbantartási és öntözési költségek állnak szemben a csapadékvíz-kezelő műtárgyak kiváltása okán keletkező költségmegtakarítással, a lakosok jólétével, az ingatlanok értéknövekedésével, a létrehozott mun-kahelyekkel, az energiahatékonysági és környezetvédelmi előnyökkel. A fő probléma, hogy a költségek általában előbb merülnek fel, mint az előnyök, és az előnyöket nehéz számszerűsíteni.⁵⁴

Az Egyesült Államokbeli Portland-ben már előírják, hogy az összes új épület 70 %-át zöldtetővel kell fedni.⁵² A kínai Lanzhou-ban a már növényekkel benőtt zöldtetők teljes lefolyásszabályozási hatékonysága 64,4 % volt, az Egye-sült Királyságban, Manchesterben ugyanez a hatékonyság 65,7 %, tehát nagyon hasonló mértékű, ami jó mérési módszert, eredményeket feltételez.

1. Extenzív zöldtető

Vékony földréteg jellemzi, amelybe szárazságtűrő pozsgások, fűfélék kerülnek, amelyek nem nőnek 40 cm-nél magasabbra, funkciója vízvisszatartás, hőszigetelés. Karbantartási igénye minimális, költséghatékony megoldás.

Használat:	nem járható ökológia védőréteg
Fenntartás:	alacsony fenntartási költség
Öntözés:	általában nem alkalmazott
Szerkezeti vastagság:	10-15cm
Alkalmazott növények:	varjúháj és vadvirágok, fűfélék, lágyszárúak ⁵⁵

2. Intenzív zöldtető

Az intenzív fajtánál a kertet a használati igényeknek megfelelően készítik el, formájában már inkább hasonlít egy valódi kertre, a vastagabb talajréteg miatt ültethető a füvektől kisebb fákig minden.

Használat:	emberi tartózkodásra alkalmas
Fenntartás:	gondozást és ápolást igényel

⁵² SHAFIQUE, M. 2018.

⁵³ SONG, Chen 2022.

⁵⁴ LI, Hui 2017.

⁵⁵ ÉPÍTÉSZMÉRNÖK-TERVEZŐ honlap (forrás: <http://www.epiteszmernok-tervezo.hu/epiteszeti-infok-gyik/zoldteto-zoldhom-lokzat-tetokert-kert-tervezes/101-zoldteto-tipusok-extenziv-es-intenziv-zoldteto>) (2023.04.19.)

Öntözés:	öntözés nélkül nem telepíthető
Szerkezeti vastagság:	25-100cm
Alkalmazott növények:	évelő dísnövények, fás szárúak ⁵⁶

6.4.5 Szivacsváros-elv

A szivacsváros fenntartható városfejlesztési terv, amely magában foglalja az árvízvédelmet, a vízkészletek és a természetes ökoszisztéma védelmét és a vízminőség javítását. Olyan várost képzelnek el, amelynek vízrendszere úgy működik, mint egy szivacs, amely elnyeli, tárolja, beszívárogtatja és megtisztítja az esővizet, és szükség esetén újrafelhasználásra bocsátja azt. A szivacsváros program az Egyesült Államokban és Kanadában az úgynevezett csekély beavatkozással járó fejlesztés (LID) és a zöld infrastruktúra (GI), az Egyesült Királyságban és más európai országokban a fenntartható vízelvezető rendszerek (SusDrain), valamint Ausztráliában és Új-Zélandon a vízerzékeny városi tervezés (WSUD) ötleteiből merít. 2018-ban Kínában is megkezdődött ezeknek a természetközeli rendszereknek a nagyvárosi kiépítése, ezzel bővebben a 6.6.4 fejezetben foglalkozom.

6.5 Hazai jó gyakorlatok a vízgazdálkodásban, vízmegtartásban

6.5.1 Természetes vízmegtartó megoldások 5 pilot projekten keresztül bemutatva

LIFE-MICACC projekt (LIFE16 CCA/HU/000115): „Az önkormányzatok integráló és koordináló szerepének megerősítése az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás érdekében”⁵⁷



12. ábra: Az 5 pilot projekt helyszíne⁵⁷ (Forrás: Vízmegtartó megoldások, BM honlapja)

⁵⁶ ÉPÍTÉSZMÉRNÖK-TERVEZŐ honlap (forrás: <http://www.epiteszmernok-tervezo.hu/epitesi-infok-gyik/zoldteto-zoldhomlokzat-tetokert-kert-tervezes/101-zoldteto-tipusok-extenziv-es-intenziv-zoldteto>) (2023.04.19.)

⁵⁷ VÍZMEGTARTÓ MEGOLDÁSOK – BM honlapja (forrás: https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/hu/nwrm/5_pilotrol_reszlete-sen) (2023.03.30.)

BÁTYA - hordalékkúpon elhelyezkedő, változatos felszínű település

Bátya Bács-Kiskun vármegyében, a kalocsai járásban található, 2140 fős község. A település a Duna mentén fekszik, a folyó hordalékkúpján. Területén mocsarak, lápok, tavak, vízzel borított területek, holtágak találhatók, illetve olyan mélyedések, amelyek valószínűleg korábban kubikgödrök lehettek. Problémájuk az volt, hogy a hirtelen lezúduló esővíz gyakran öntött el utcákat, pincéket, de az elmúlt években egyre inkább szenvedtek az aszálytól, a lehulló csapadék éves átlaga 550 mm volt, míg az elpárolgó nedvesség becsült mértéke 850 mm.

Egy úgynevezett kubikgödör helyén hoztak létre egy 1 ha nagyságú tavat, ahonnan korábban agyagot termelt ki a lakosság. Itt kotrással többmedencés medret alakítottak ki, a partján lankás és lépcsőzetes rézsúvel. Az egyik part jól megközelíthető, a másik oldal pedig menedéket biztosít védett hullőknek és fészkelő madaraknak. A partra őshonos fákat ültettek: fekete nyarat, fehér fűzet, magyar kőris, enyves éger. A vízpótlást az ide vezetett, lehulló esővíz biztosítja a meglévő csatornahálózaton keresztül. A medencék között kialakításra került egy vízpótlást biztosító és egy vízelosztó műtárgy is. Egy többmedencés, nyílt vízfelületű tavat hoztak létre, mellette játszótér, és parkosított közösségi teret.

PÜSPÖKSZILÁGY - dombvidéki település

A Duna és a Tisza vízválasztóján, Pest vármegyében, a váci járásban található, 730 fős zsákfalú Püspökszilágy. Dombvidék, jelentős területen zajlik intenzív gazdálkodás. A település felszíni vize a Szilágyi-patak, az évi átlagos csapadékmennyiség 600 mm, a problémát a 2-3 évenként jelentkező villámárvizek jelentik, nyáron viszont jellemző a nagymértékű szárazság.

Fából építettek szivárgó rönkgátakat, és felújítottak néhány terméskő hordalékfogót a patakmederben, hogy lassítsák a talaj lemosódását és a lezúduló víz sebességét. Az itt gyűjtött vízmennyiség a magasabban fekvő erdők és termőföldek vízellátását segíti. A völgyben egy víztározó tőrendszert építettek ki a lenti szántókhoz, illetve a lakókörnyezet megóvására, melyhez zsilipes levezető árok csatlakozik. Villámárvíz általi károkozás a rendszer kiépülése óta nem alakult ki, a víztározó tónak köszönhetően az aszályt is sikerült mérsékelni. A tó környékének parkosítása miatt a fajok száma kissé csökkent, de a kialakuló nádas várhatóan visszacsalogatja a mocsári teknőst, a kiskócsagot és a szürke gémét.

RUZSA - kimondottan száraz alföldi település

A Duna-Tisza közti Homokhátságon található 288 fős falu Ruzsa. Problémája a folyamatosan csökkenő csapadékmennyiség, szárazság volt. Céljuk a csapadékgyűjtés, a talajvíz szintjének visszatöltése volt.

A csatornaszakasz egy részét olyan földeken építették ki, ami korábban vizes élőhely volt, és a leginkább érintett volt a belvizesedésben, egy része pedig felújításra került, ahol zsilipekkel tartóztatják fel a vizet, hogy az a szomszédos legelőkön kerülhessen felhasználásra. A település szürke vizét egy újonnan kialakított, nagyjából 700 m²-es tóban gyűjtik, és a környezet zöldítésére kívánják majd használni. A szennyvíztelep tisztított vizét pedig - ami napi 200 m³ - a közelbe vezetik ki egy 1 hektáros tározóba, amely vizes élőhelyként is funkcionál. A környezet kizöldült, a mikroklíma kedvezőbbé vált, a tómederből kikotort földből egy BMX pálya is kialakításra került a fiatalok

szórakoztatására, közösségi tér alakult ki. A szennyvíztisztító telep mögött egy kb. 1 hektáros tavat hoztak létre a tisztított szennyvíz tározására. A szomszédos Domaszék is érdeklődik a projekt iránt.⁵⁸

RÁKÓCZIÚJFALU - mélyfekvésű terület, intenzív gazdálkodással

Jász-Nagykun-Szolnok vármegyében található, 2000 fős falu Rákócziújfalú. A Tisza vízgyűjtő-területének középső szakaszán található, mélyfekvésű település, az árvíz, a belvíz, az aszály, a hőség és a heves esőzések kockázatának nagymértékben kitett. Árpát, napraforgót és repcét termelnek a környéki földeken, amelyekben a belvíz és az aszály egyaránt nagy kárt tehet.

Céljuk a heves esőzések lehulló vízmennyiségének megtartása és az aszályos időszakokban való felhasználása volt. A külterületi csatornahálózat került átalakításra gátaikkal és megfelelő műtárgyakkal a belvíz és esővíz összegyűjtésére, a víz megtartására. A csatorna mellett egy alacsony fekvésű földrészleten létrehoztak egy tározót, amelybe átirányítható a csatornából a felgyülemlett vízmennyiség. Rákócziújfalú „zöld szíve” lett a kialakított tó, vizes élőhely. Egy természetes vízfolyás melletti, mélyebben fekvő, korábban vízjárta területet választottak a tó felduzzasztására, amely jó a vadállománynak és a szomszédos gazdáknak is. A duzzasztócsatorna melletti földön egy gazda - elmondása szerint - 20 %-kal több termést tudott betakarítani.⁵⁹

TISZATARJÁN – ártéri település

Tiszatarján Borsod-Abaúj-Zemplén vármegyében található, 1400 lakosú, Tisza-parti falú, amely részben a folyó árterén épült, így árvíznek, belvíznek egyaránt kitett. Problémáik az áradások, aszály, belvíz, és özönnövények okozta károk voltak, illetve a településnek fenntartható gazdasági modellre is szüksége volt.

A kubikgödrök helyén kis tórendszert alakítottak ki, és bővítették egy újabb medencével. A tórendszer környékén látogató ösvényt hoztak létre az ökoturizmus fellendítése céljából. Energiafűzeteket ültettek, vízbívalyokat és szűr-kemarákat telepítettek az ártérre, legeltetésük segített visszaszorítani az elszabadult gyalogakácot, az önkormányzatnak már csak ott kell rendszeresen irtani, ahová nem érnek el az állatok. A helyreállított ártéri erdő egyedülálló erdőgazdálkodást tett lehetővé, a fűzek fájából nyerik az aprítékot, s ezzel fűtik a helyi intézményeket.^{60, 61}

6.5.2 Esőkert létesítése Kecskeméten⁶²

Egy Kecskeméti lakótelep problémája az volt, hogy a lezúduló csapadékvíz az épületek lábazatához folyt, illetve kevés volt a zöldfelület. Céljuk az intenzív esőzések után a csapadékvíz elvezetése volt a társasházak alapjától, illetve a víz megtartása növényzettel, továbbá aszfalt helyett zöldfolt kialakítása.

⁵⁸ WWF Magyarország riportsorozat (forrás: https://www.youtube.com/watch?v=6Ko_oduuGI4&list=PLnrtT4Xwu-YaLR3Eitp4QfzOzlmGL8yv6s&index=3) (2023.03.20.)

⁵⁹ WWF Magyarország riportsorozat (forrás: <https://www.youtube.com/watch?v=LBIEOhVcyCc>) (2023.03.20.)

⁶⁰ WWF Magyarország riportsorozat (forrás: <https://www.youtube.com/watch?v=EBrgZYSIz3U&list=PLnrtT4Xwu-YaLR3Eitp4QfzOzlmGL8yv6s&index=1>) (2023.03.20.)

⁶¹ LIFE MICACC online roadshow (forrás: <https://www.youtube.com/watch?v=ckSk01n2BDU>) (2023.04.13.)

⁶² ZÖLD KÜLDETÉS (forrás: https://www.zoldkuldetes.hu/esokerttel-tartanak-meg-a-lehullo-csapadekot/?fbclid=IwAR0ki-ZWW_bc4FrTKX4vHxzi6vfvsplbw3B3f_7arKZ6qsYXfytgajb-aaPkU) (2023. január 24.)

Tavasszal a tér közepén 90 cm mélységben szedték ki a földet, összekeverték komposzttal, és ezt a keveréket terítették le 40-45 cm vastagságban. Ebbe ültették a vízkedvelő növényzetet, majd mulccsal borították be a felszín. A befolyókat fóliával és kavicsokkal bélelték ki, hogy a csapadékvíz ne szivárogon el, mielőtt az esőkertbe érne. A kertbe kislevelű hársat, éger, vadkörte, nyírt, tiszafákat, somot, borbolyát, kányabangitát, gyöngyvesszőt, őszirózsát, zsályát, bíbor kasvirágot és sásliliomot ültettek. Az alapot sikerült mentesíteni a beázástól, az esőkert pedig üde színfoltja lett a lakótelepnek.



13. ábra: Az esőkert létrehozásának lépései (Forrás: Zöld küldetés honlap 2021.)

6.5.3 Lakossági esővízgyűjtők kihelyezése⁶³

Budapest IV. kerületében, Újpesten a lakosságot szerették volna ösztönözni a csapadékvíz megtartására. Ehhez esővízgyűjtő edényeket juttattak ingyenesen az igénylőknek. 614 újpesti lakos jelentkezett előzetes képzésre, mivel a szakmai előadásokon való részvétel feltétele volt a 300 literes esővízgyűjtők átvételének. A jelentkezőknek emellett vállalniuk kellett az eszközök hároméves fenntartását is.

6.5.4 Online „Okos eszközök” a helyes vízgazdálkodáshoz

A Klímabarát Települések Szövetsége üzemeltet egy **jógyakorlat-kereső honlapot**⁶⁴. Itt technológiára (biomassza, nap, víz), vagy településnévre keresve lehet megtekinteni, hogy az egyes városokban milyen fenntartható módszereket alkalmaznak, milyen projekteket valósítottak meg.

⁶³ SOKSZÍNŰ VIDÉK 2022.

⁶⁴ Klímabarát Települések Szövetsége (forrás: <http://klimabaratsreter.eu/jogyakorlatkereso>) (2023.04.17.)

A Belügyminisztérium által egy **vízcockázat-kalkulátor**⁶⁵ került bevezetésre (a WWF hasonló kalkulátora alapján), amely segíti az önkormányzatok tájékozódását a vízgyűjtő területekkel kapcsolatban, illetve **e-learning tananyagot**⁶⁶ is készítettek kimondottan az önkormányzatok részére.

6.5.5 Konferencia-beszámoló

TeaM HUB konferencia

2022. október 18-án került megrendezésre a Természet-Alapú Megoldások Magyarországi Hálózatának (TeAM HUB) nyitórendezvénye.⁶⁷ A konferencián az egyes önkormányzatok „jó gyakorlatának” részletes bemutatása történt, amelyek alapvetően a helyes vízgazdálkodási gyakorlatra épültek:

1. Épületek reziliencia-képességének növelése **zöldtetőkkel és zöld homlokzatokkal**;
2. Városok és helyi vállalatok **együtműködése a klímaadaptációért** LIFE-CLIMCOOP projekten keresztül;
3. Környezetbe illő, természetközeli **vízkárelhárító, vízmegtartó és kisléptékű megoldások** a vízgyűjtőn élők összefogásával a LIFE-MICACC projekttel;
4. **Kisléptékű vízviasszatartás** a LIFE LOGOS 4 WATERS projekttel;
5. **Városi esővízkezelés** a LIFE in Runoff - Városi Eső projekttel;
6. **Eső- és szürkevíz-hasznosítás** egy zuglói óvodában;
7. **Esőterek** létesítése lakossági kezdeményezéssel;
8. **Közparkfejlesztés SUDS rendszerű csapadékvízkezeléssel**;
9. A székesfehérvári **Sóstó Természetvédelmi Terület** rehabilitációja.

A víz érték, tartsuk meg! – Klímakonferencia⁶⁸

2022. október 17-én tartották meg Pomázon a fenti konferenciát, amely a vízmegtartás kérdésével foglalkozott. Ennek keretein belül hallhattuk Balogh Péter – Mire való a Természet? - víz és táj kétféle értelmezése című előadását. A víz kérdését rendszerként kell kezelni, nem külön árvíz okozta, illetve aszály okozta károk szintjén. A vizet akkor kell megtartani, amikor rendelkezésre áll, és felhasználni, mikor híján vagyunk. A víz a klímaszabályozás eszköze is. Az erdő víz nélkül szárít, vizet párologtatva pedig klimatizál. A környezet olyan fajta átalakítása, ahol nem vesszük figyelembe a táj évmilliók alatt kialakult sajátosságait, kudarcra van ítélve. Például egy állandóan belvizes szántó esetében fel kell tennünk a kérdést, hogy mi van jó helyen? A víz, vagy a szántóföld? Lehetséges,

⁶⁵ „A LIFE-MICACC projektben a Vízkockázat Kalkulátort a világszintű adatbázisok mellett (WWF) magyar adatokkal is feltöltöttük, hogy ezáltal a helyi önkormányzatok a nekik fontos vízgyűjtő-területek vízkockázatait könnyebben megtalálják.” (forrás: https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/hu/aktualitasok/vizkockazat_kalkulator_vallalatoknak_es_oenkormanyzatoknak) (2023.04.14.)

⁶⁶ LIFE-MICACC projekt honlapja (forrás: https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/hu/aktualitasok/life-micacc_e-learning_treninganyag) (2023.04.20.)

⁶⁷ TeaM HUB konferencia 2022.

⁶⁸ BALOGH Péter 2022.

hogy a víz azért jelenik meg mindig ugyanott, mert a szántót egy vízfolyás helyén hozták létre, amelyet érdemes lett volna akadályozás helyett megtartani, és hasznát venni a víznek a tájban.

6.6 Külföldi jó gyakorlatok a vízmegtartás és csapadékvízkezelés terén

6.6.1 Vízmegtartás, vízkezelés, talajburkolás kérdései Németországban⁶⁹

Az 50-es évek óta jellemző - a városiasodással együtt - a talaj nagymértékű lefedése különböző burkolatokkal. Németországban a települések és a különféle utak átlagos növekedése naponta mintegy 93 hektár. Feltételezhető, hogy a jelenlegi 4,6 millió hektár (12,8%) települési és közlekedési területnek mintegy fele, azaz 2,3 millió hektár (6,4%) fedett, burkolt valamilyen módon. A közlekedésre használt területek növekedésének közel fele az új lakóterületekhez vezető bekötőutak építése miatt jön létre. 2020-ra jelentős csökkentést tűztek ki célul a területfelhasználás mértékében, ami a korábbi 93 hektár helyett csak napi 30 hektárt jelentene. Ezekről a - legtöbbször közel áthathatatlan - burkolatokról a csapadékvizet is el kell vezetni, mivel beszivárgásra nincs lehetősége. Még néhány évvel ezelőttig is a messzemenő "vízelvezetési kényelem" biztosítása volt a cél, vagyis az, hogy a lehulló csapadékot eltüntessék a lakóövezetből. Az utóbbi években azonban ennek a szemléletnek a már megismert hátrányai is mind jobban a figyelem középpontjába kerültek, mint a csatornarendszer túlterhelésének problémája, a talajvíz feltöltődésének és a párolgás mértékének csökkenése, és a "városi hősziget-hatás". Belátták, hogy a vízháztartás megváltozása a korábbi hagyományos csapadékvíz-kezelési módszerekkel már nem korrigálható. Ha a csapadékvizet egyszer már elvezették a területről, a talajvíz újratöltődésének és párolgásának utólagos kompenzálása gyakorlatilag lehetetlen. Ezért 1996-ban Észak-Rajna-Vesztfáliában az újonnan leburkolt felületekre vonatkozóan olyan törvényt hoztak, amely szerint új építkezéseknél biztosítani kell a **csapadékvíz átszivárgását**. Később más tartományok, városok (pl. Baden-Württemberg, Bajorország, Berlin) is átvették a szabályozást, így az új tervezéseknél már a természetközeli csapadékvíz-kezelés (a beszivárgás lehetővé tétele) lett a szabványos eljárás.

A decentralizált csapadékvíz-gazdálkodás a hagyományostól egy alapvetően eltérő stratégia. Ennél a módszernél a csapadék lefolyásának legalább egy részét helyben juttatják a vízkörforgásba. Így a természetes vízháztartáshoz közelítő metódus alakítható ki. A decentralizált csapadékvíz-gazdálkodás elemei - úgymint a beszivárgást lehetővé tévő felületek, árokrendszerek, esővízgyűjtők és a zöldtetők - az elmúlt években meghonosodtak a német városi vízgazdálkodásban. A kísérleti projektek révén már rendelkezésre állnak tapasztalatok a kivitelezéssel és üzemeltetéssel, valamint a vízgazdálkodási hatásokkal kapcsolatban, és Németországban számos intézkedés már rendelkezik általánosan elfogadott műszaki szabványokkal.

A felszíni vizek ökológiai szemléletű kezelésének szép példája az Ems folyó vízgyűjtő területén véghez vitt, nagyszabású rehabilitációs program, amelynek keretében az iparvidéken található, jelentősen szennyezett folyó egy hosszú szakasza kelt új életre. A régi, szabályozott meder mellett létrehoztak egy természetes állapotot leginkább közelítő, kanyargós, árterekkel szegélyezett, a partot természetes anyagokkal megtartó medert. Ez Európa egyik

⁶⁹ SIEKER THE STORMWATER EXPERTS 2023.

legnagyobb infrastrukturális projektje volt, új szabadidős és lakóépületek kialakításával a korábbi ipari üzemek helyén, 430 km, új földalatti csatornahálózattal a szennyvíz és a folyóvíz elkülönítésére, több mint 320 km folyópart és a táj természetközeli állapotának helyreállításával.⁷⁰ A leromlott állapotú ipari vidék helyreállítása 30 évbe telt (14. ábra).



14. ábra: Ems folyó meder-rekonstrukciója ⁷¹ (Forrás: <https://www.presse-service.de/data.aspx/medien/249318P.pdf>)

Az elmúlt években megjelentek a vízgyensúly megőrzését célzó előírások is, tehát azt már a jogalkotó is kívánatosnak tartotta. A Bajor Vízügyi Hivatal hozott egy intézkedést, mely szerint a vízgyűjtő terület természetes vízháztartásának megváltoztatása addig tolerálható, míg a megváltoztatott lefolyás és beszivárgás mértéke nem tér el 10 %-nál nagyobb mértékben, a párolgás aránya pedig 20 %-nál nagyobb mértékben a természetes állapottól.⁷² A vízmérleg kritériumként való bevezetése jelentős előnyökkel járt, mivel a korábbi rendelkezések bizonyos technikák alkalmazását írták elő (nevezetesen beszivárgási rendszerek használatát), és figyelmen kívül hagyták a helyi viszonyokat, különösen a talajviszonyokat. A **vízmérleg-kritérium** viszont megfelel a német környezetvédelmi törvény általános stratégiájának, amely a technikák helyett célokat határoz meg. Ez rugalmas megoldásokat tesz lehetővé és elősegíti az innovációt.⁷³

6.6.2 Elvezetés helyett felhasználják az esővizet Bécsben⁷⁴

Bécs Aspern negyedében a szivacsváros-elv alapján szeretnék a csapadékvíz-elvezetést megvalósítani. Ehhez zöldtetőket, esővízgyűjtőket, víztározókat, zöldített parkolókat és esőkerteket hoztak létre. Az így megtartott víz a zöldterületeken keresztül fokozatosan elpárolog, beszivárog, így nincs szükség öntözésre, és a környék klímája is kellemesebb, hűvösebb. A nagyon forgalmas területeken vigyáznak, hogy a szennyezett esővíz ne károsítsa a talajt, így télen a sós hólé csak a szennyvízcsatornába kerülhet.

⁷⁰ REES, Matt 2018.

⁷¹ CASTROP RAUXEL 2023.

⁷² A Bajor Vízügyi Hivatal 2000.10.10-i sajtóközleménye

⁷³ SIEKER THE STORMWATER EXPERTS 2023.

⁷⁴ SOKSZÍNŰ VIDÉK 2022.

6.6.3 Esőkertek Gdansk-ban⁷⁵

Gdańsk volt az egyik első lengyel város, amelyben esőkerteket hoztak létre különböző területeken, például parkokban, a városközpontban, a fő útkereszteződésekben és parkolóknál. Ezekben különböző, a helyi építészethez, többek között a történelmi épületekhez és terekhez igazított technikai újításokat alkalmaztak. 2018-ban kezdték meg az első esőkert építését, mintegy válaszképpen a 2016-os árvízre, amely jelentős károkat okozott a városban.

Egyes helyszíneken háromszintű medencerendszert hoztak létre. Ezek a szintek a medencéket elválasztó gáttal vannak összekötve, és vészhelyzeti túlfolyókkal vannak felszerelve.

A legfelső szintre a nedves vagy mérsékelt nedves élőhelyek, rétek és legelők növényei kerülhetnek:

- ❖ láprétek és mocsárrétek növényei (*Molinietalia* rendhez tartozó fajok)
- ❖ folyóparti füzesek (*Salicetea purpureae* növénytársulások)
- ❖ réti legyezőfű (*Filipendula ulmaria*)
- ❖ gyepes sédbúza (*Deschampsia cespitosa*)
- ❖ európai zergeboglár *Trollius europaeus*
- ❖ közönséges lizinka (*Lysimachia vulgaris*)
- ❖ réti füzény (*Lythrum salicaria*)
- ❖ szibériai nőszirm (*Iris sibirica*)

A középső szint nincs tartósan víz alatt, ezért használható rekreációs célokra, az emberek számára hozzáférhető zöldfelület. Erre a szintre a folyóvölgyek növényei kerülhetnek, ahol időszakos áradások vannak:

- ❖ folyóparti füzesek (*Salicetea purpureae* növénytársulások)
- ❖ mézgás éger (*Alnus glutinosa*)
- ❖ fehér fűz (*Salix alba*)
- ❖ füles fűz (*Salix aurita*)
- ❖ hamvas fűz (*Salix cinerea*)
- ❖ fekete nadálytő (*Symphytum officinale*)
- ❖ királyharaszt (*Osmunda regalis*)
- ❖ zöld pántlikafű (*Phalaris arundinacea*)

A legmélyebb területre, amely legtöbbször kerül víz alá, olyan növények kerülhetnek, amelyek ellenállnak az időszakos elárasztásnak, de képesek elviselni a hosszabb csapadékmentes időszakot is.

- ❖ közönséges nád (*Phragmites australis*)
- ❖ vízi harmatkása (*Glyceria maxima*)
- ❖ széleslevelű gyékény (*Typha latifolia*)
- ❖ orvosi kálmos (*Acorus calamus*)

⁷⁵ KASPRZYK, Magda 2022.

❖ virágkák (Butomus umbellatus)

Gdansk-ban az esőkertek működési elve szerint az első adag csapadékot (30 mm-ig) elvileg a városi zöldfelületeknek kell visszatartaniuk. A 30 mm feletti csapadékot az esővízgyűjtő tárolókba irányítják (15. ábra), a további csapadékvizet pedig a városi csapadékvíz-elvezető csatornarendszerbe vezetik.

A jó minőségű, háztetőkről lefolyó víz, a kőolajszármazékot tartalmazó, parkolókból érkező víz és az erősen, akár nehézfémekkel szennyezett, utcákról származó csapadékvíz kezelésére különféle műszaki megoldások kerültek bevezetésre, melyekből néhány az alábbi képeken látható (16. ábra). A víznyelőket kb. 25 cm mély ülepítőmedencékkel látják el, hogy a csapadékvízből elkülönítsék a szilárd anyagokat, melyek a medencék aljának eliszaposodását okozhatják, ezért időnként tisztítani szükséges ezeket. Az ülepítőmedencékben vészhelyzeti túlfolyókat alakítottak ki, amelyeken át az esővíz közvetlenül a csapadékvíz-elvezető rendszerbe folyhat. Ez a megoldás arra szolgál, hogy télen korlátozza a magas kloridkoncentrációjú víz kijutását a zöldfelületre. Nyáron az ülepítőmedencékben a vészhelyzeti túlfolyókat elzárják. Télen az utak szórására használt, nagy mennyiségű nátrium-klorid jelentheti az egyik legnagyobb veszélyt az élővilágra.



15. ábra: A gdański esőkertekből származó példák beömlőkre⁷⁶ (fotó: M. Kasprzyk)
(Forrás: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722025839>)

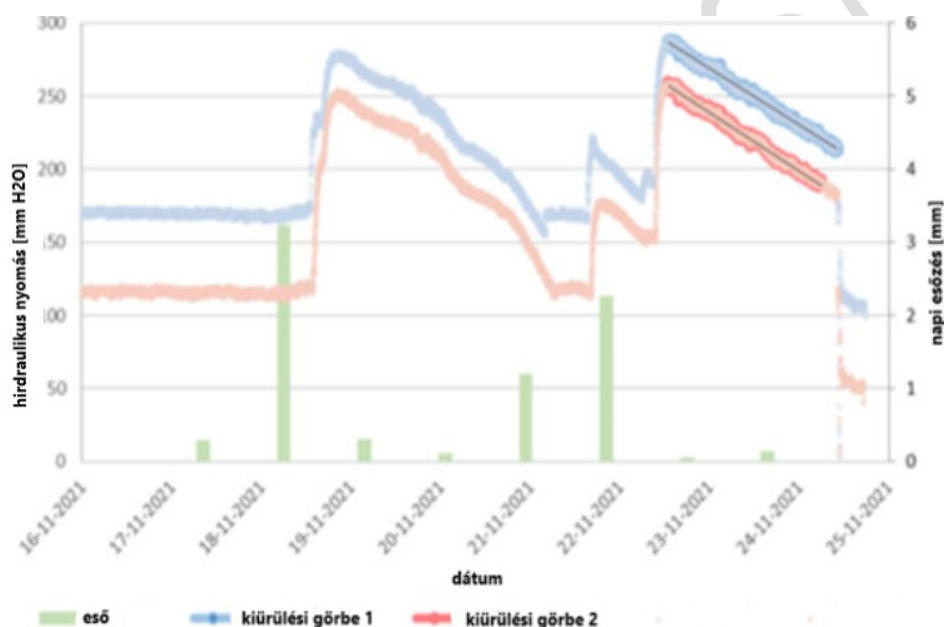


16. ábra: Példák ülepítő berendezésekre Gdansk-ban⁷⁶ (M. Kasprzyk fotó)
(Forrás: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722025839>)

⁷⁶ KASPRZYK, Magda 2022.

Az esőketek létrehozása óta már több mérést is elvégeztek azoknak hatásosságáról. A 17. ábra az esőketek kiürülési görbéit mutatja, amelyekhez az adatokat Gdansk-ban, a medencékbe szerelt nyomásmérők szolgáltatják. A bemutatott grafikon a hidraulikus nyomás változását mutatja a csapadékos időszakok alatt, valamint azt, hogy az összegyűjtött víz milyen hatékonyan szivárog be a talajba. Megfigyelhető, hogy esőzések után a medence töltöttségi szintje jelentősen megnő, hirtelen megugrik, majd az esőket lassan engedi el a vizet.

Az esőketek hűsítő hatása az 18. ábra hőkamerás felvételein látható. A sötétlila szín hűvösebb, a sárga szín melegebb felületet jelöl. A leburkolt parkoló láthatóan forróbb a növényzettel borított környezethez képest, akár egészen nagymértékű különbségek is lehetnek, például a Maja St. feliratú képen 21 °C léghőmérséklet és napos idő mellett az esőket 20,2 °C fokra, az autót 25,9 °C fokra, míg a parkoló egy részén 39 °C fokot is mértek.



17. ábra: Beszivárgási görbe a Kaczeńce-i esőketre vonatkozóan (Forrás: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722025839>)



18. ábra: Hőkamerás felvételek esőkertekről (Fotó: K. Bobkowska).

6.6.4 Szivacsvárosok Kínában⁷⁷

A gyors urbanizáció Kínában, amely 1980-ban még 20% alatti, míg 2015-ben már 55%-ot is elérő mértékű volt, az elmúlt években súlyos vízügyi és környezeti problémákat okozott. Az országban él a világ népességének mintegy 20 %-a, de a világ édesvízkészleteinek csak 5-7 %-át birtokolják.⁷⁸ A problémák megoldására a kínai kormány 2015-ben elindította a 30 városra kiterjedő szivacsváros-építési programot, melynek céljai a következők voltak.⁷⁷

- az átlagos éves csapadékvíz 70-90 %-ának helyben tartása,
- a városi áradások megelőzése,
- a városi vízminőség javítása,
- a természetes ökoszisztémákra gyakorolt hatások enyhítése, és
- a városi hősziget-szindróma csökkentése.

Kína hatalmas ország, éghajlata rendkívül változatos, a déli trópusi éghajlattól a szub-arktikusig, és a délnyugati Tibeti-fennsík alpesi éghajlatáig. A csapadék időben és térben is egyenlőtlenül oszlik el, az éves összegek 20 mm-től 2000 mm-ig terjednek. A legtöbb kísérleti város a középső és dél-keleti régiókban található, de kiválasztottak

⁷⁷ LI, Hui 2017.

⁷⁸ SONG, Chen 2022.

néhányat Kína északkeleti, hideg területén és a középső-északi száraz területeken is. A szivacs város projektek miatt országszerte fellendült az építési tevékenység.



19. ábra: A Sanghai Csillagászati Múzeum szomszédságában lévő szivacs parkot úgy tervezték, hogy az ösvényekkel körülvevett bolygókra hasonlítson.⁷⁹ (Forrás: https://global.chinadaily.com.cn/a/202110/29/WS617b41bca310cdd39bc71fea_1.html)

A szivacs városok létesítésének filozófiája, hogy egy város meg is oldhatja a vízproblémákat ahelyett, hogy létrehozná azokat.

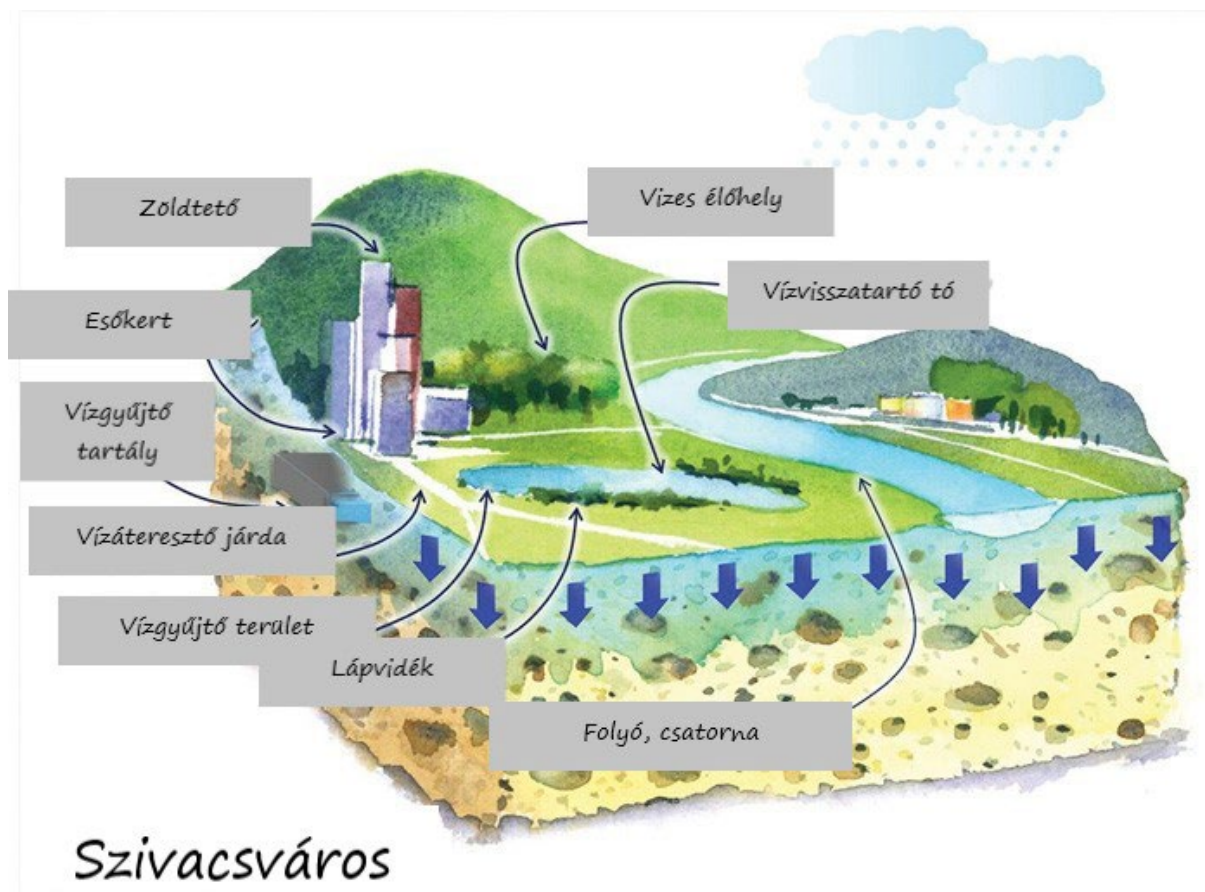
A "szivacs város" fogalmát először 2012-ben mutatták be egy tudományos és technológiai fórumon. Az idők során egymás után vezették be a különböző elméleteket, műszaki irányelveket, kísérleti alkalmazásokat. A hatékony csapadékvíz-gazdálkodás modelljeként Kínában a „Sponge City” (19. ábra) népszerű turisztikai célponttá is vált.⁸⁰ Az észak-kínai Harbin városában található 34 hektáros „Qunli Stormwater Park” a sikeres szivacs város egyik példája.⁸¹ A szivacs városok megvalósítása a kínai városépítési projektekben magában foglalja a LID-technikák minden típusát: az áteresztő burkolatokat, zöldtetőket, süllyesztett zöldfelületeket, beszívargó tavakat, szikkasztó területeket, esőkerteket, esővíztartályokat, szabályozó tavakat, medencét, árkot, áteresztő csövet/csatornát, növényzettel borított pufferzónát és vizes élőhelyeket (20. ábra).

Eső kertek: állami támogatásokkal, a köz- és magánszféra közötti partnerséggel hozzák létre. Kínában az emberek egyre inkább tudatában vannak az eső kertek fontosságának, mint amely a zöld életmód, vagy a természettel való jó együttműködés eszköze. A jelenlegi eső kertek építéséből még hiányzik a hierarchikus struktúra, amivel a jövőbeni építés során foglalkozni kell. A cél, hogy egy összefüggő eső víz-hasznosító rendszer épüljön ki városi szinten.

⁷⁹ YI, Xing 2021.

⁸⁰ SONG, Chen 2022.

⁸¹ CAMPBELL, Maeve 2022.



20. ábra: Egy szivacsváros építési terve⁸² (Forrás: https://chikansplanet.blog.hu/2020/01/17/szivacs_varosokban_elunk_majd_a_jovoben)

A **zöldtetők** bevezetésének két akadálya van. Az első a **jogi helyzet tisztázása**, például több tulajdonosú ingatlanok esetén, a második pedig a **magas létrehozási költségek**. A zöldtetők a tapasztalatok szerint csökkentették a csapadéklefolyás mértékét mintegy 70%-kal, a lefolyási csúcs pedig megközelítőleg 20 percet késleltetve jelentkezett.

Az **áteresztő burkolatokat** három típusba sorolják: áteresztő aszfaltburkolat, áteresztő betonburkolat és áteresztő kerámia burkolat. Ezek a burkolatok minden típusú útra alkalmazhatók, járdákra, az autópályákra, továbbá egyéb helyszínekre, beleértve a parkolókat, parkokat és a közösség által használt egyéb területeket is. A korábbi kínai útburkolati anyagokkal kapcsolatos kutatások most a hulladékanyagok újrafelhasználására összpontosítanak. Az építési hulladékot és az ipari hulladékmaradványokat például burkolóanyagként használják fel, így a hulladékot kincset érő, felhasználható anyaggá alakítják, és környezetbarát szivacsváros-projektek hoznak létre.

Jelenleg a kínai vízáteresztő burkolatokkal kapcsolatos kutatások többsége az anyagtudományra összpontosít, például a különböző beton- és aszfaltanyagok keverési arányára, valamint a kerámiatégla anyagi jellemzőinek és égetési módjának javítására. Kevés kutatás foglalkozott az áteresztő burkolatok csapadékvíz-elvezetésre gyakorolt hatásával, például a lefolyás-csökkenési aránnyal, vagy az árvízcsúcsok időbeli késleltetésével. A legtöbb kutató

⁸² CHIKANSPLANET 2020.

csak röviden említette, hogy az áteresztő burkolat segíthet a zaj, a hőmérséklet és a szennyezés csökkentésében, de a konkrét mennyiséget és teljesítményt nem vizsgálták alaposan, ami a technológia lehetséges jövőbeli kutatási irányait jelentheti.

Az áteresztő burkolattal kapcsolatos kanadai tapasztalatok szerint ez a technológia a talajvízbe kerülő üledékek 90-96 %-át képes eltávolítani. Franciaországban az áteresztő burkolat bevezetésével a lebegő szilárd anyagok koncentrációja 64 %-kal, az ólomszennyezés koncentrációja pedig 97 %-kal csökkent. A kínai Zhenjiang városában a lebegő szilárd anyagok eltávolítása az áteresztő burkolatszerkezetek használatával a jelentések szerint 83 % körül volt. A kínai Sanghajban az áteresztő burkolatok használata 6-8 °C-kal csökkentette a hőmérsékletet a hagyományos burkolatokhoz képest.

A szivacsvárosi technológiák előnyei és korlátjai

Az esőterek hatékonyságának értékelésére az eltávolított szennyezőanyagok mérését használják, Zhoushan város (Kína) végzett ilyen kísérleteket, amelyekben a különböző **szennyezőanyagokat kb. 65%-os hatékonysággal** távolították el. Eközben Dél-Koreában az átlagos szennyezőanyag-eltávolítási hatékonyság 90 % felett volt, míg Japánban ez a hatékonyság csak kb. 17% volt. Miből adódhattak ekkora különbségek? Esetleg a mérési módszerek különbözőségéből, vagy az ültetett növények alkalmasságának vagy a talajtulajdonságoknak az eltéréseiből.

Az áteresztő burkolatok inkább kisebb terhelésű területek fedésére alkalmasak. A talaj fagyás-olvadás jelensége tönkretelheti a burkolatszerkezetet és befolyásolhatja az áteresztő burkolat teljesítményét. Ezért a kutatók elkezdtek vizsgálni a különböző építési módszereket a magasabb fennsíkokon és az alpesi éghajlati övezetekben való alkalmazásra.

A zöldtetők megfelelőek olyan városokban, ahol kevés a zöldterület, és jelentős előnyeik vannak a lemosott szennyezőanyagok és a lefolyási csúcsértékek csökkentése szempontjából. A zöldtetők további előnye, hogy csökkentik a beltéri hőmérsékletet és mérséklék a városi hőszigetelést. Mivel azonban a zöldtetők növényzete, talaja és víztárolása táptalaj a legyek, szúnyogok és rovarok számára, ez a melegebb éghajlaton akár probléma is lehet. A tetőn lévő ültetőföld vastagsága korlátozza a felhasználható növények számát.

Az esőterek számos díszítő és rekreációs funkcióval rendelkeznek, és szintén hozzájárulhatnak a csapadéklefolyás és az árhullám-csúcsok csökkentéséhez. Általában parkokban, zöldterületeken és lakóövezetekben hozzák létre őket. Az esőterek fenntartható használatához azonban megfelelő mennyiségű csapadékra van szükség, így a lehetőségek korlátozottak a kevés csapadékkal rendelkező területeken, például a mérsékelt kontinentális, vagy még szárazabb éghajlaton.

A szivacsvárosok finanszírozása sem elhanyagolható szempont. Az áteresztő burkolatokhoz használt anyagokat részben elő lehet állítani újrahasznosított hulladékból. Az útépitések finanszírozása viszont igen költséges szokott lenni. A zöldtetőket ezzel szemben számos forrásból finanszírozhatják, a kormányzati támogatásoktól kezdve az épületfejlesztőkig. Érdeemes megemlíteni, hogy a zöldtető több környezeti előnyt biztosít a ház számára, és ezért az épület értéke emelkedni fog. A zöldtetők hátránya, hogy sok esetben a lakók beleegyezése szükséges, ami megkülönbözteti őket más szivacsvárosi technológiáktól. Eközben a zöldtetők finanszírozásának másik korlátja a

fenntartási források biztosítása. Az esőkertek beruházási szempontból nagyon kedvező helyen vannak, és akár még jó hatást gyakorolhatnak a turizmusra is.

6.6.5 Csapadékvíz kezelés Michigan-ben⁸³

A michigani *Department of Natural Resources*⁸⁴ szerint a csapadékvíz-lefolyás a vízminőség romlásának egyik fő oka volt a helyi folyókban, komolyabb szennyezés esetén még a halak emberi fogyasztása sem volt javasolt. A Rouge folyó újjáélesztése, medrének és élővilágának helyreállítása egy sikertörténet, amely széles összefogással jött létre. Ma a csapadékvíz-gazdálkodás magában foglalja az árvizek szabályozását, az erózió csökkentését és a vízminőség javítását is.

Itt jöttek a képbe az úgynevezett legjobb kezelési, gazdálkodási gyakorlatok (BMP-k). Ezek olyan módszerek, amelyek a vízszennyezés kezelésére, megelőzésére vagy csökkentésére alkalmaznak.

- ❖ Ilyenek például a vízvizsztatartó, vízgyűjtő tavak. Ahelyett, hogy közvetlenül a folyóba kerülne, a csapadékvíz egy vízgyűjtő tóba vezetik. Ezek a tavak visszatartják a vizet, amíg a szennyező anyagok leülepednek az aljára. A vizet ezután lassan engedik tovább a folyóba, csökkentve ezzel a hirtelen megnövekvő vízszintet, az árvizeket is.
- ❖ A beszivárgó árkok, vagy medencék felfogják a csapadékvizet és tárolják, amíg annak egy részét vagy egészét a vízgyűjtő medencékbe nem vezetik. Ez a rendszer hatékonyan távolítja el a finom szemcsés szennyezőanyagokat, de természetesen a szemcsés szennyezőanyagok telíthetők, eltömíthetők ezeket az árkokat, így időnként ezek tisztítása szükséges.
- ❖ Füvesített árkok vagy árokpartok létrehozhatók lakóövezetekben vagy az autópályák elválasztó, középső sávjában is. Ezek a beszivárgás és a tárolás révén segítenek csökkenteni a lefolyási csúcsértékeket. A szűrőszávokat úgy tervezték, hogy azok a csapadékvizet a vízzáró területekről egy kövezett árokba irányítják, amely aztán egyenletesen eloszlatja a lefolyást egy további, füvesített területen.
- ❖ A porózus burkolatok lehetővé teszik, hogy a lefolyó csapadékvíz beszivárogjon a burkolatba, és onnan a talajba kerüljön. Itt mindenképpen valamilyen előszűrésre van szükség, hogy ne jusson a burkolatról lemosott szenny közvetlenül a talajba. Ezek a rendszerek is eltávolítják a finom szemcsés szennyezőanyagokat, és erózióvédelmet is biztosítanak.
- ❖ A szűrőkkel felszerelt vízbeömlők vagy víznyelők a parkolókból lefolyó esővízből eltávolítják az üledékeket, olajokat és zsírokat, mielőtt az a csapadékvíz-elvezetőbe vagy az árokba kerül.
- ❖ A környezetszennyezés megelőzése is egy lehetőség, ezzel csökkentve a csapadékvíz lefolyásában lévő szennyezőanyagok mennyiségét. A szennyezés megelőzésének általános technikái a különféle hulladék-csökkentési gyakorlatok.

⁸³ DEMOINFO honlap (forrás: <https://www.michigan.gov/-/media/Project/Websites/egle/Documents/Programs/WRD/NPS/Savvy/savvy-bmp.pdf?rev=9c8c17b9b0f54a3a9212b530cc8f60ae>) (2023.04.14.)

⁸⁴ Természeti Erőforrások Minisztériuma

A BMP-k előnyei

- ❖ Árvízvédelem. A BMP-k megvalósítása átmenetileg visszatartja a lefolyó vízmennyiség nagy részét, és azt lassú ütemben bocsátja ki, ami megelőzi az árvizeket.
- ❖ Javított vízminőség. Számos csapadékvízzel kapcsolatos BMP eltávolítja a szennyező anyagokat a vízből. További előny még a talajerózió csökkentése és a tisztább fenéküledék.
- ❖ Bizonyos BMP-k vonzó környezeti elemeket hoznak létre. Például a sekélyebb mocsarak és tavak vizes élőhelyet, vagy nyílt vízi területeket biztosítanak, amelyek ideálisak a vízimadarak és más vadon élő állatok számára. Néhány nagyméretű tó vizes szabadidős tevékenységekre is megfelelő lehet, mint horgászás, fürdés vagy korcsolyázás.

A BMP kiválasztása

Az egyes BMP-k előnyeit és hátrányait is meg kell vizsgálni, figyelembe véve a helyszín fizikai jellemzőit, a célokat (árvízvédelem és/vagy vízminőség javítása) és a költségeket, továbbá a helyi rendeleteket és jogszabályokat. A területek tulajdonosai a helyi önkormányzatok, lakástulajdonosi társulások vagy a magánszektor, akikkel együtt kell működni.

A Rouge projekt holisztikus megközelítést alkalmazott, és figyelembe vette az összes negatív hatást, tényezőt. Vizsgálták a fizikai, kémiai és biológiai szennyezőforrásokat, a vízminőségre gyakorolt káros hatásait alapján rangsorolták őket, és kidolgozták a semlegesítésükre, vagy csökkentésükre legalkalmasabb stratégiát. Ez a megközelítés bevált, amely egy élő rendszerként tekintette a folyót, tározó tavait és vízgyűjtő területét, és nem külön csak a szennyezési forrásokra, vagy csak a vízgyűjtő területekre koncentrált.⁸⁵ A lényeg pedig, hogy civil szervezetek és a Michigan-i egyetem mérései alapján újra halászható lett a folyó és visszatért a korábbi biológiai sokféleség is.⁸⁶

7. Következtetések

Dolgozatomban áttekintettem a hazai és egyes külföldi csapadékvíz-megtartással, és a különféle felszíni folyóvizek, állóvizek kezelésével kapcsolatos szemléletmódokat, kialakult módszertanokat. Tagadhatatlan, hogy Magyarország egyelőre lemaradásban van a természetközeli vízmegtartási, vízkezelési rendszerek alkalmazásában, ellenben geomorfológiánk és éghajlatunk miatt nagyon kitettek vagyunk a klímaváltozás negatív hatásainak, legfőképpen a nagy kiterjedésű Alföldünkön. A szocializmusban, az államosított mezőgazdaság korában létrehozott öntözési infrastruktúra a rendszerváltással járó tulajdonosváltás és a föld szétaprózódása miatt eléggé ellehetetlenült, a karbantartása és fejlesztése elmaradt.⁸⁷ A hasznosítható vízkészletek mezőgazdaság általi kihasználtsága

⁸⁵ RIDGWAY James W. 2023.

⁸⁶ DEMOINFO honlap (forrás: <https://www.michigan.gov/-/media/Project/Websites/egle/Documents/Programs/WRD/NPS/Savvy/savvy-bmp.pdf?rev=9c8c17b9b0f54a3a9212b530cc8f60ae>) (2023.04.14.)

⁸⁷ SOMLYÓDI László 2000.

a '90-es években 10-15 % volt, amely alacsonyabb volt még a '80-as évek átlagánál is, holott az éghajlat felmelegedésével az éves vízmérleg romlott. Az öntözött földek aránya nem növekedett eléggé⁸⁸, nem épültek ki az új infrastruktúrák, ezeknek pótlását gőzerővel kell folytatni állami segítséggel, és a gazdák ösztönzésével. Olyan kultúrák is öntözést igényelhetnek, melyeket hagyományosan nem öntözött formában termesztettünk korábban (kalászosok, repce).⁸⁹ Mindezek a hatások hangosan kopogtattak az ajtón a 2022-es évben, rendkívüli aszályal és visszamaradt termésátlagokkal kellett szembesülni. Az elérhető és elegendő mennyiségű víz kérdése sokak szerint a legsürgetőbb probléma.

Kisléptékű jó gyakorlatok a természetes vízmegtartási módszerek között a házikertekben létrehozott esőkertek, melyek a beszivároztatásban, tisztításban és a párologtatásban is jeleskednek, nem mellesleg szépítik a környezetünket. Az esőkertek egyes városokban már megjelentek a köztéren is, korábban nem hasznosított, mélyebb, vizesedő területek kaptak így új funkciót, melyeknek haszna, hogy összegyűjtik az esővizet, lassítják annak lefolyási sebességét, tisztítják a csapadékot a városi szennyezőanyagoktól, majd lassan elszikkasztják azt, így a csapadék helyben hasznosul, a város talajvízkészletei visszatöltődnek, a csatornahálózat és a szennyvíztisztító telep nem lesz feleslegesen túlterhelve, a növényzet általi párologtatás pedig javítja a klimatikus viszonyokat, és az élővilág kap egy kis vadont az aszfaltrengetegben.

Városokra jellemző zöldmegoldás a zöldtetők alkalmazása, melyek lehetnek extenzív vagy intenzív kivitelűek, mindkét fajta lassítja, késlelteti az esővíz lefolyását, hűt, klimatizál, szűr és zöldíti a környezetet. Hasonló létrehozása „függőlegesen” is lehetséges az úgynevezett zöldfalakkal, ezek fenntartásához viszont megfelelő, nedves klíma szükséges.

A városok egyik alapvető jellemzője a nagyarányú burkolt terület, amelyek teljesen záró típus helyett kiválthatók áteresztő, vagy részben áteresztő típusokkal, természetesen a hely és funkció, és persze pénzügyi források függvényében. Az itt begyűjtött csapadékvíz előzetes tisztítása rendkívül fontos, mivel a burkolatokról lemosott szennyeződések koncentráltan vannak jelen, nagy részük pedig káros, akár toxikus az élővilágra nézve. Az ilyen burkolat alatt még további rendszerek kerülhetnek kiépítésre, víztartályok, szűrőberendezések, a befogadó víztesthez vezető csőhálózatok. Felmerült az igény, hogy a városban alkalmazott, egyedi megoldásokat összehangolják egymással, és egy integrált rendszert alakítsanak ki, amely helyreállítja a vízkörforgást az épített környezetben is. Ezek a gondolatok hívták életre a szivacs városok elképzelését, amelyekből most már léteznek működő prototípusok. Ezeket nagy volumenben Kínában kezdték létrehozni, ahol a hatalmas léptékű ipari fejlődés szintén hatalmas környezeti károkkal járt. A rendkívül népes ország vízkészletei nagyon végesek, mégis sok nagyvárosát sújtották időnként áradások, ezért egy nagyszabású projektet indítottak, és több helyszínen megkezdték a szivacs város infrastruktúrájának felépítését. Egyelőre lenyűgöző képeket lehet találni ezekről a városrészekről, de a tudományos adatok gyűjtése és feldolgozása még folyamatban van, még nem telt el elég idő a kiforrott elemzéshez. Már maga

⁸⁸ 2000-ben kb. 300 ezer hektár (Somlyódi L., 2000.)

⁸⁹ „A klimatikus viszonyok egyre erősödő változása miatt egyre több növény esetében jelentkezik öntözési igény, így nem csak a kertészeti zöldség-gyümölcsstermesztés, hanem minden kertészeti növénykultúra esetében lehetséges lesz az öntözési kö-zösség alapítása.” AGROKÉP 2021.

a helyreállított ökoszisztéma látványa is nagyon pozitív, azonnali jó eredmény még az áradások számának csökkenése és vizes élőhelyek megjelenése.

Nálunk is indultak pilot projektek, például öt, különböző adottságokkal rendelkező település vízzel kapcsolatos problémáira próbáltak természetközeli megoldásokat találni azzal a céllal, hogy ez másolható példa legyen a hasonló települések számára. Az eredménybeszámolók alapján mindegyik településnél sikerült pozitív változásokat elérni, és javítani az ökoszisztéma állapotán. Az, hogy az adott települések fent tudják-e tartani ezeknek a környezeti elemeknek az állapotát, esetleg haladnak-e tovább a zöld technológiák útján, csak az elkövetkező évek alatt fog kiderülni, mert a vízgyűjtő tavak, rönkgátak, árterek is igényelnek valamilyen fajta karbantartást, és ez a helyi önkormányzat és a helyi lakosok feladata lesz.

A hazai mezőgazdaságban a vízkérdés mindkét formája érinti a gazdákat, a túl sok víz, mint a belvizesedés problémája, illetve a túl kevés víz, az aszály. Nem szabad azt a hibát elkövetni, hogy külön-külön harcolnak a két hatással, mivel a vízgyűjtés (víztározók, tavak) és a megfelelő felszíni vízhálózat (csatornák, vágások, illetve a természetes vízfolyásaink) helyes kezelése, helyreállítása, létrehozása mindkét problémára megoldást jelenthet. A holisztikus megközelítés itt is beválik, egységként kell látnunk a vízkörforgást, és elő kell segítenünk, hogy ez minél természetesebben működjön.

Az ENSZ most márciusban megrendezett vízügyi konferenciáján cselekvési tervet fogadott el annak az előrejelzésnek árnyékában, hogy 2040-re a világ népességének 40 %-a fog súlyos vízhiánnyal szembenézni. A víz kérdését rendszerként kell kezelni, nem külön árvíz okozta, illetve aszály okozta problémák szintjén. Meg kell érteni a mezőgazdasági szereplőknek, a települési vezetőknek, a kormányzatoknak és tulajdonképpen mindannyiunknak, hogy a vizet akkor kell gyűjteni, amikor nagy mennyiségben rendelkezésre áll, és akkor kell ezt felhasználnunk, amikor éppen vízhiányos időszakot élünk át. Ez maga a vízgazdálkodás.

A víz a klímaszabályozás eszköze is. Az erdő víz nélkül kiszáritja, vizet párologtatva pedig klimatizálja környezetét.⁹⁰ A galériaerdők tompítják az áradásokat, megfogják a partmenti talajt és élőhelyet biztosítanak az állatoknak. A vízmegtartás kérdését nem lehet elválasztani a honos növényzet és állatvilág, flóra és fauna jó állapotától. Jó példa erre, hogy micsoda minőségi változást hozott Tiszatarján árterének életében a bivalyok és a galériaerdők visszatelepítése. Az ember is belefért ebbe a képbe, ha a természetet nem csak használja, hanem tiszteli és újra részévé válik. Nem kezelhetjük a természetet csupán kizsigerelendő erőforrás-halmazként. A mezőgazdaság és ipar érdekében tett beavatkozásaink alkalmával figyelembe kell vennünk a természetadta viszonyokat, nem szabad túl erőszakosan fellépni ezekkel az adottságokkal szemben. A természetközeli állapot minél jobb közelítése nagyobb haszonnal jár, mint azt az elmúlt évszázadban gondoltuk, mert így hagyjuk működni a természet saját mechanizmusait. A mesterséges állapot fenntartása pedig állandó, folyamatos küzdelmet jelent.

⁹⁰ BALOGH Péter 2022.

A nagyvárosok és egyes iparvidékek klímapolitikájának megváltozása azt mutatja, hogy céljaik között megjelentek a környezetvédelmi szempontok is. A fenntarthatóság a XXI. század egyik kulcsszava, és eljutottunk oda, hogy nagy összegeket áldoznak országok, kormányok, települési önkormányzatok klímapolitikai célokra, nagyszabású ökológiai rehabilitációs programokra. Kiderült, hogy ezeknek a meglépése nélkül nincs fenntarthatóság.

8. Összefoglalás

A vízbiztonság kérdése nagyon aktuális, úgy is mint elegendő és jó minőségű ivóvíz⁹¹, illetve az országba folyó-inkkal bejövő és a csapadékkal lehulló vízmennyiség optimális hasznosítása. Ez adja az alapot a mezőgazdaság fenntartásához, a klimatikus viszonyok javításához, drámai felhang nélkül is magához az élővilág fennmaradásához, az emberi élethez. A népességnövekedés egyre nagyobb vízfelhasználással és növekvő urbanizációval jár. A növekvő urbanizáció a természeti környezet jelentős pusztításával jár. A városok vízháztartása pazarló módon működött, igazából nem is volt megoldott, a víznek nem volt helye a városban. A mezőgazdaság és ipar rendkívül nagymennyiségű, és sokszor jó, akár ivóvíz minőségű vizet használ fel a működéséhez. Ez a víz a legtöbbször nem is kerül vissza a vízkörforgásba, elvész az édesvíz készletből.

A fenti problémákra már számos intézkedés született, és ezekből már sok került megvalósításra, tehát gyűlnek a tapasztalatok a természetes vízmegtartás módszertanát illetően. A megvalósított projektek visszacsatolása nagyrészt pozitív, vannak azonnali eredmények (mint a rekreációs fejlesztések fogadtatása az emberek által, vagy az árvíz elkerülése egy-egy településen), és vannak olyan szegmensek, ahol a beavatkozás hosszabb idő alatt térül meg (mint a víztározó tavakból töltődő talajvíz, a mikroklimatikus viszonyok változása, vagy a sivatagosodás folyamatának lassulása).

Türeelmesnek kell lennünk, és fel kell dolgozni a világ minden tájáról érkező tapasztalatokat, adatokat, keresni kell a hasonló klímában már működő megoldásokat, és átültetni a hazai viszonyokba. Az emberiségnek szemléletmód-beli változáson, a globális mezőgazdaságnak pedig technológiai forradalmon kell átesnie. De mindez kicsiben kezdődik, helyi szinten megvalósított innovációkkal. A természetes vízkörforgást leginkább utánzó megoldásokkal a csapadékvíz végül megtisztított formában bejuthat a talajba, illetve a párolgást segítő elemekkel a légkörbe is. A természetközeli vízmegtartási és vízkezelési módszerek és rendszerek alkalmazásával nemhogy nem lesz útban a víz, de visszakapja megbecsülését, és újra természeti kincsként tekinthetünk rá.

⁹¹ „A hazai ivóvízszabvány szerint a viszonylag jó minőségű felszín alatti vizek részesedése a vízellátásban meghaladja a 90%-ot.”, (Somlyódi L., 2000.)

10. Irodalomjegyzék

- AGRÁRSZEKTOR 2023. Óriási a készütség: több millió köbméter vizet tartottak vissza Magyarországon; <https://www.agrarszektor.hu/noveny/20230302/oriasi-a-keszultseg-tobb-millio-kobmeter-vizet-tartottak-vissza-magyarorszagon-42607> (2023.03.02.)
- AGRICULTURAL AND METEOROLOGICAL SOFTWARE 2023. What are the differences between low impact development and green infrastructure in hydrology terms? <https://agrimet-soft.com/faq/What%20are%20the%20difference%20between%20low%20impact%20development%20and%20green%20infrastructure/> (2023.03.31.)
- AGROKÉP 2021. Újabb löketet kaphat az öntözésfejlesztés (2021.11.18.)
- ALFÖLDI László 2000. Éltető és pusztító vizeink, Árvíz, belvíz, talajvíz, Magyar tudomány, 45. évf. 6. sz. (2000. június)
- BALOGH Péter 2022. Mire való a Természet? – víz és táj kétféle értelmezése; A víz érték, tartsuk meg! Klíma-konferencia, Pomáz (2022.10.22.)
- BIZTOSÍTÁS SZAKÉRTŐ honlap; Soha nem sújtotta ekkora aszálykár a mezőgazdaságot – A klímaváltozás miatt rengeteg a hiánycikk 2022. (<https://www.biztositasszakerto.com/kar-mezogazdasag-klima-valtozas/>) (2022.10.03.)
- BUZÁS Kálmán 2015. Települési csapadékvíz-gazdálkodási útmutató - A jó gyakorlat; „A víz élet, gondozzuk közösen!” VÍZGYŰJTŐ-GAZDÁLKODÁSI TERV – 2015; Magyarország Kormánya
- CAHILL, Maria; GODWIN, Derek C.; TILT, Jenna H. LOW-IMPACT DEVELOPMENT - FACT SHEET RAIN GARDENS; OREGON STATE UNIVERSITY EXTENSION SERVICE (<https://extension.oregonstate.edu/sites/default/files/documents/12281/rain-gardens-fact-sheet.pdf>) (2018. június)
- CAMPBELL, Maeve 2022. What are sponge cities and could they solve China's water crisis? Euronews Green (<https://www.euronews.com/green/2022/10/22/china-s-sponge-cities-are-a-revolutionary-rethink-to-prevent-flooding>) (2022.10.22.)
- CASTROP RAUXEL, Neues „Emscherland“ nimmt Gestalt an (<https://www.castrop-rauxel.de/Inhalte/index.php?form=detail&db=325&id=1338>) (2023.03.30.)
- CHIKANSPLANET 2020. Szivacs városokban élünk majd a jövőben? (2020.01.17.)
- DÉLMAGYAR 2022. (<https://www.delmagyar.hu/helyi-kozelet/2022/09/kaktuszok-jelentek-meg-az-alfoldon>) (2022.09.07.)
- DEMOINFO honlap 2023. Rouge River National Wet Weather Demonstration Project, Stormwater Management: Best Management Practices (BMPs) (<https://www.michigan.gov/-/media/Project/Websites/egle/Documents/Programs/WRD/NPS/Savvy/savvy-bmp.pdf?rev=9c8c17b9b0f54a3a9212b530cc8f60ae>) (2023.04.14.)
- ÉDENKERT 2017. Vízet kedvelő cserjék (<https://www.edenkert.hu/diszkert/diszfak-es-cserjek/vizet-kedvelo-cserjek-fak-lonc-magyar/4366/>) (2017.10.16)
- EK irányelv: A Tanács 96/61/EK irányelve (1996.09.24.) a környezetszennyezés integrált megelőzéséről és csökkentéséről

- ÉNEKES Kriszti 2021. Agroinform, Mi az esőkert, és miért lenne rá szüksége minden kerttulajdonosnak? (<https://www.agroinform.hu/hazikert/mi-az-esokert-es-miert-lenne-ra-szuksege-minden-kerttulajdonosnak-51749-001>) (2021.10.07.)
- ÉPÍTÉSZMÉRNÖK-TERVEZŐ honlap, Zöldtető típusok - extenzív és intenzív zöldtető (<http://www.epiteszmer-nok-tervezo.hu/epiteszeti-infok-gyik/zoldteto-zoldhomlokzat-tetokert-kert-tervezes/101-zoldteto-tipusok-extenziv-es-intenziv-zoldteto>) (2023.04.19.)
- EU irányelv: AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2010/75/EU IRÁNYELVE (2010.11.24.) az ipari kibocsátásokról (a környezetszennyezés integrált megelőzése és csökkentése)
- FLETCHER, Tim D.; SHUSTER, William; HUNT, William F.; ASHLEY, Richard; BUTLER, David; ARTHUR, Scott; TROWSDALE, Sam; BARRAUD, Sylvie; SEMADENI-DAVIES, Annette; Bertrand-Krajewski, Jean-Luc; Mikkelsen, Peter Steen; Rivard, Gilles; UHL, Mathias; Dagenais, Danielle; Viklander, Maria, 2014. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage, Urban Water Journal, Volume 12, 2015 - Issue 7 (<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1573062X.2014.916314/>) (2023.03.31.)
- FÖLDTANI ALAPISMERETEK III., 2023. Széchenyi Egyetem, Győr (http://www.sze.hu/~szepesr/anyagok/oktas/NGB-se005_1/eloadasok/3geo1foldtan3.pdf) (2023.04.14.)
- FUTÓ ZOLTÁN 2021. Öntözés - A jelen és a jövő, kihívások és lehetőségek, Magyar Mezőgazdaság 2021/20. szám (2021.05.27)
- GÖNCZI Krisztina 2022. MEZŐHÍR Öntözési pályázat 2023: tározó, csatorna, szivattyú... (<https://mezohir.hu/2022/10/25/agarar-ontozesfejlesztes-palyazat-mezogazdasag/>) (2022.10.25.)
- KASPRZYK, Magda; Szpakowski, Wojciech; Poznańska, Eliza; Boogaard, Floris C.; Bobkowska, Katarzyna; Gajewska, Magdalena 2022. SCIENCE DIRECT, Technical solutions and benefits of introducing rain gardens – Gdańsk case study (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722025839>) (2022. 08.20.)
- KELEMEN Zoltán, 2022. Nem fogja fedezni a hazai igényt az idei kukoricatermés, Világgazdaság (<https://www.vg.hu/agarar/2022/09/nem-fogja-fedezni-a-hazai-igenyt-az-idei-kukoricatermes>) (2022.09.05.)
- KLÍMABARÁT TELEPÜLÉSEK SZÖVETSÉGE; Jógyakorlat-kereső; Az Ó-Dráva revitalizációja (LIFE OLD-DRAVA), Barcs (<http://klimabaratsreter.eu/jogyakorlatkereso>) (2023.04.14.)
- KLÍMABARÁT TELEPÜLÉSEK SZÖVETSÉGE; Jógyakorlat-kereső; Belterületi vízrendezés Alsómocsolád Községben, Alsómocsolád (<http://klimabaratsreter.eu/jogyakorlatkereso>) (2023.04.14.)
- KLÍMABARÁT TELEPÜLÉSEK SZÖVETSÉGE; Jógyakorlat-kereső; Kisvízfolyás rehabilitációja a Litovice-patak példáján, Hostivice, Cseh Köztársaság (<http://klimabaratsreter.eu/jogyakorlatkereso>) (2023.04.14.)
- KLÍMABARÁT TELEPÜLÉSEK SZÖVETSÉGE; Jógyakorlat-kereső; Lefolyás-lassítás Pickeringben természet-re alapozott árvízkezelési módszerekkel, Pickering, Nagy-Britannia (<http://klimabaratsreter.eu/jogyakorlatkereso>) (2023.04.14.)
- KLÍMABARÁT TELEPÜLÉSEK SZÖVETSÉGE; Jógyakorlat-kereső; Nagyszéksői bivalyrezervátum, Mórahalom (<http://klimabaratsreter.eu/jogyakorlatkereso>) (2023.04.14.)
- KLÍMABARÁT TELEPÜLÉSEK SZÖVETSÉGE; Jógyakorlat-kereső; Park víztisztításhoz, árvízvédelemhez, rekreációhoz, Milánó, Olaszország (<http://klimabaratsreter.eu/jogyakorlatkereso>) (2023.04.14.)

- KSH HONLAPJA; A kukorica termelése vármegye és régió szerint (https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0072.html) (2023.03.30.)
- LANCIA, Michele; ZHENG, Chunmiao 2020. Hydrogeological constraints and opportunities for “Sponge City” development: Shenzhen, southern China (2020. április)
- LI, Hui; DING, Liuqian; REN, Minglei; LI, Changzhi; WANG, Hong 2017. MDPI Open Access Journals, Sponge City Construction in China: A Survey of the Challenges and Opportunities (<https://www.mdpi.com/2073-4441/9/9/594>) (2017.08.28.)
- LIFE MICACC online roadshow (<https://www.youtube.com/watch?v=ckSk01n2BDU>) (2023.04.13.)
- MAGYAR KÖZLÖNY 2016. évi 44. számában megjelent 1155/2016. (III.31.) Korm. határozat
- MEHRWERTE DES EMSCHER UMBBAUS - EMSCHERGENOSSENSCHAFT 2021. Dortmund (<https://www.presse-service.de/data.aspx/medien/249318P.pdf>) (2023.02.16.)
- MEZŐHÍR, 2022. Öntözési pályázat 2023: tározó, csatorna, szivattyú... (<https://mezohir.hu/2022/10/25/agarar-ontozesfejlesztes-palyazat-mezogazdasag/>) (2022.10.25.)
- MEZŐHÍR 2022. MezőHír-2022/09. lapszám cikke (<https://mezohir.hu/2022/09/24/agarar-ontozes-csapadek-tarozas-talaj-szantofold-mezogazdasag/>) (2022.09.24.)
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL 2023. Division on Earth and Life Studies, Water Science and Technology Board, Committee on Reducing Stormwater Discharge Contributions to Water Pollution, 2009. Urban Stormwater Management in the United States, National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2009. Washington, DC, The National Academies Press. (<https://doi.org/10.17226/12465>; <https://nap.nationalacademies.org/read/12465/chapter/7/>) (2023.04.20.)
- NEMZETI AGRÁRGAZDASÁGI KAMARA honlapja; Szükség van a vízpufferek mihamarabbi kialakítására (<https://www.nak.hu/sajto/sajtokozlomenyek/105339-a-klimavaltozas-hatekony-vizgazdalkodasi-megoldasokat-kivan-szukseg-van-a-vizpufferek-mihamarabbi-kialakitasara>) (2023.01.23.)
- NEMZETI FÖLDÜGYI KÖZPONT 2023. Hogyan tudok öntözési közösséget létrehozni és mi a vízjogi engedélyezési eljárás menete? (https://nfk.gov.hu/hogyan_tudok_ontozni) (2023.04.20.)
- ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT honlapja; Éghajlati visszatekintő (https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_evek_idojarasa/) (2023.03.29.)
- ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT honlapja; Havi csapadékösszegek 2022-ben és az 1991-2020-as átlagértékek (mm) (homogenizált, interpolált adatok alapján) (https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_evek_idojarasa/) (2023.03.16.)
- ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT honlapja; Országos középhőmérsékletek tízéves mozgóátlagai (az adott évhez tartozó érték az adott évvel záródó 10 év átlagát jelöli) (https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_evtized_idojarasa/) (2023.03.29.)
- ORSZÁGOS VÍZÜGYI FŐIGAZGATÓSÁG honlapja, Belügyminisztérium, 14. Belvízmentesítés, belvízvédelem, 14.1. A belvíz fogalma, kialakulásának feltételei, jellemzői (http://vpf.vizugy.hu/reg/ovf/doc/14.%20Belvizmentesites,%20belvizvedelem_A1.pdf) (2023.04.10.)
- ORSZÁGOS VÍZÜGYI FŐIGAZGATÓSÁG honlapja, Magyarország felülvizsgált, 2015. évi Vízyűjtő-gazdálkodási Terve (<https://www.vizugy.hu/index.php?module=vizstrat&programelemid=149>) (2023.04.10.)

- REES, Matt 2018. Germans wash their river (<https://www.eib.org/en/podcasts/german-environmental-regeneration>) (2018.11.27.)
- RIDGWAY, James W. 2023. The Rouge River National Wet Weather Demonstration Project – Eighteen Years of Documented Success, Alliance of the Rouge Communities (<https://www.allianceofrougecommunities.com/PDFs/general/RRNWWDP%2018%20years%20success%20WEF%20Paper.pdf>) (2023.04.19.)
- SHAFIQUE, M., Kim, R., & Rafiq, M. 2018. Green roof benefits, opportunities and Challenges – A Review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 90, 757–773. (<https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.006>)
- SIEKER THE STORMWATER EXPERTS, 2023. Water Balance (<https://www.sieker.de/en/fachinformationen/article/wasserhaushalt-65.html>) (2023.04.03.)
- SOKSZÍNŰ VIDÉK 2022. Elvezetés helyett felhasználnák az esővizet Bécsben (<https://sokszinuvidek.24.hu/életmod/2022/09/11/becs-esoviz-felhasznalasa/>) (2022.09.11.)
- SOKSZÍNŰ VIDÉK 2022. Több százan komposztálnak és gyűjtik az esővizet Újpesten (<https://sokszinuvidek.24.hu/életmod/2022/07/29/komposztalas-esoviz-gyujtese-ujpest/>) (2022.07.29.)
- SOMLYÓDI László 2000. A magyar vízgazdálkodás; Magyar Tudomány, 2000/6. szám
- SONG, Chen 2022. SCIENCE DIRECT, Application of nature-based measures in China's sponge city initiative: Current trends and perspectives (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772411522000027>) (2022. december)
- SZÉLESI Ferenc 2022. AGRÁROLDAL, Hasznosítsd a csapadékot – Így alakíts ki praktikus esőkertet! (https://www.agraroldal.hu/esokert_img-2.html) (2022.07.25.)
- TeAM HUB - Természet-Alapú Megoldások Magyarországi Hálózatának nyitórendezvénye, Konferencia beszámoló (https://mcusercontent.com/0052ec64c515cd79c9c9dca86/files/8b78d573-9e9f-a543-5b65-0d180075a87d/TeAM_HUB_Nyitokonferencia_Beszamolo_221031.pdf) (2022.11.03.)
- TÓTH Árpád 2022. MEZŐHÍR 2022/09. lapszám cikke; Az öntözés fejlesztése víztározással a Tisza völgyében (<https://mezohir.hu/2022/09/24/agrar-ontozes-csapadek-tarozas-talaj-szantofold-mezogazdasag/>) (2022.09.24.)
- VÁGÁS István 2000. Éltető és pusztító vizeink, Belvizeinkről ismét - aligha utoljára, Magyar tudomány 45. évf. 6. sz. (2000. június)
- VÍZMEGTARTÓ MEGOLDÁSOK – BM honlapja, Beavatkozási területek, pilot helyszínek a partner önkormányzatoknál (https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/hu/nwrm/5_pilotrol_reszletesen) (2023.03.30.)
- VÍZMEGTARTÓ MEGOLDÁSOK – BM honlapja; Innovatív megoldások gyűjteménye (https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/hu/tudastranzfer/innovativ_megoldasok) (2023.03.31.)
- VÍZMEGTARTÓ MEGOLDÁSOK – BM honlapja, LIFE-MICACC projekt (https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/hu/aktualitasok/life-micacc_e-learning_treninganyag) (2023.04.20.)
- VÍZMEGTARTÓ MEGOLDÁSOK – BM honlapja, Vízkockázat-kalkulátor (https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/hu/aktualitasok/vizkockazat_kalkulator_vallalatoknak_es_onkormanyzatoknak) (2023.04.14.)

WWF Magyarország riportsorozat, Minden csepp számít! - Rákócziújfalú - A környezet zöld szíve
(<https://www.youtube.com/watch?v=LBIEOhVcyCc>) (2023.03.20.)

WWF Magyarország riportsorozat, Minden csepp számít! – Ruzsa – Éltető szürkevíz (https://www.youtube.com/watch?v=6Ko_oduuGI4&list=PLnrtT4XwuYaLR3Eitp4QfzOzlmGL8yv6s&index=3)
(2023.03.20.)

WWF Magyarország riportsorozat, Minden csepp számít! – Tiszatárján – Az ártér ereje (<https://www.youtube.com/watch?v=EBrgZYSIz3U&list=PLnrtT4XwuYaLR3Eitp4QfzOzlmGL8yv6s&index=1>)
(2023.03.20.)

YANG, Hanbae; DICK, Warren 2013. Field evaluation of a new biphasic rain garden for stormwater flow management and pollutant removal; Science Direct, Volume 54, Pages 22-31. (2013. május)

ZÖLDÉPÍTÉS honlap, Mennyire meghatározó a zöldtető rétegrend? (<https://zoldtetoepites.hu/mennyire-meghatarozo-a-zoldteto-retegrend>) (2023.03.30.)

ZÖLD KÜLDETÉS honlap, Esőkerttel tartanak meg a lehulló csapadékot a Sosztakovics utcában is
(https://www.zoldkuldetes.hu/esokerttel-tartanak-meg-a-lehullo-csapadekot/?fbclid=IwAR0kl-ZWW_bc4FrTKX4vHxzi6vfspIbw3B3f_7arKZ6qsYXfytgajb-aaPkU) (2023. január 24.)

NYILATKOZAT

a szakdolgozat, diplomamunka eredetiségéről és nyilvános vagy korlátozott hozzáféréséről

A szerző neve: **Bibercz Ildikó**
A DOLGOZAT CÍME: **A csapadékvíz-megtartás és a felszíni vizek helyes
kezelésének technológiai lehetőségei, Zöld megoldások a XXI. században**
A megjelenés éve: **2023.**
A tanszék neve: **Agroökológiai és Ökológiai Gazdálkodási Tanszék**

Kijelentem, benyújtott szakdolgozatom egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi termékem. Tudomásul veszem, hogy a Budai Campus Tanulmányi Osztályon határidőben történő bemutatás nem jelenti dolgozatom szakmai és tartalmi elfogadását.

Kérem, válasszon az alábbi lehetőségek közül:

- ☒ Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a MATE Entz Ferenc Könyvtár és Levéltár szakdolgozat archívumába. A teljes szöveg kizárólag a Budai Campus számítógépeiről tekinthető meg.
A vízjellel ellátott pdf dokumentum szerkesztését nem, megtekintését engedélyezem. Tudomásul veszem, hogy a vízjel nélkül leadott dokumentum szerzői jogai sérülhetnek.
- ☐ **Dolgozatom titkosított. A titkosítás lejáratának dátuma: év hó nap.**
Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a MATE Entz Ferenc Könyvtár és Levéltár szakdolgozat archívumába. A vízjellel ellátott pdf dokumentum szerkesztését nem, **megtekintését a titkosítás határidejének lejártát követően engedélyezem.** A teljes szöveg kizárólag a Budai Campus számítógépeiről tekinthető meg.

Tudomásul veszem, hogy a vízjel nélkül leadott dokumentum szerzői jogai sérülhetnek

Budapest, 2023. május 2.


.....
szerző aláírása