

**A kék-zöld infrastruktúra elemek
tervezési irányelvei**



**Magyar Mérnöki Kamara
Kiadványsorozata 127.**

**A kék-zöld infrastruktúra
elemek tervezési irányelvei**

**MMK FAP azonosító:
2024/126-VVT-KVT**

Budapest, 2024. október

A sorozat szerkesztője:
WAGNER ERNŐ
a Magyar Mérnöki Kamara elnöke

Készült a Magyar Mérnöki Kamara Vízgazdálkodási- és Vízépítési Tagozatának valamint a Környezetvédelmi Tagozatának gondozásában, a 2024. évi Feladat Alapú Pályázatok pénzügyi keretéből.

A kiadvány a Magyar Mérnöki Kamara tulajdona. Másolása, teljes terjedelmében való közzététele csak a Kamara engedélyével lehetséges. Minden jog fenntartva.

Szerzők:

Dr. Hancz Gabriella

Dr. Engi Zsuzsanna

Jancsó Béla

Lektorálta:

Hegy Zoltán

Kiadó:

Magyar Mérnöki Kamara
1118 Budapest, Budaörsi út 125/A.
info@mmk.hu, www.mmk.hu

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezető	7
2. A kék-zöld infrastruktúra EU irányelvi, stratégiai háttere	9
2.1. Az európai zöld megállapodás.....	9
2.2. Kék-zöld infrastruktúra alapjai.....	10
3. Kék-zöld infrastruktúra meghatározások és rendszere	11
3.1. A csapadékvíz gazdálkodással kapcsolatban alkalmazott módszertanok	11
3.2. A kék-zöld infrastruktúra, mint rendszer és mint elem	13
4. A kék-zöld infrastruktúra tervezés szakirodalmi háttere	15
4.1. Szakirodalmi útmutató.....	15
4.2. Jogi szempontok – stratégiákhoz való kapcsolódás.....	16
4.3. Megfogalmazások: kék vagy zöld, avagy kék-zöld?.....	17
4.4. Háttér anyagok kék-zöld infrastruktúra tervezéshez	18
4.4.1. Útmutatók.....	18
4.4.2. Esettanulmányok.....	18
4.4.3. Technológiák	23
4.5. A tervezéshez kapcsolódó tanulmányok, szakirodalmi háttér	24
5. KZI elemek tervezési folyamata, a tervezés, kiválasztás egymásra épülése.....	32
5.1. KZI tervezés és alkalmazás egymásra épülése.....	32
5.1.1. Megelőzés tervezéssel	33
5.1.2. Lefolyásszabályozás a keletkezés helyén	33
5.1.3. Lefolyásszabályozás a keletkezés helyéhez legközelebb	34
5.1.4. Lefolyásszabályozás kis részvízgyűjtő szintjén	34
5.1.5. Települési és vízgyűjtő szintű lefolyásszabályozás	34
5.2. Alkalmazandó KZI elem kiválasztása	35
5.2.1. KZI eleme kiválasztása és elvárt eredmények.....	35
5.2.2. Kizáró okok	42
6. KÉK-ZÖLD INFRASTRUKTÚRA ELEMOK TERVEZÉSI SZEMPONTJAI, MÉRETEZÉSÜK, ANYAGHASZNÁLAT	43
6.1. Esőkertek.....	43
6.1.1. Alap változat, kialakítás	43

6.1.2.	A továbbfejlesztett változatok: bio vízvisszatartó kialakítással	44
6.1.3.	Esőkertek fenntartási igénye	53
6.2.	Biovápák.....	54
6.2.1.	Általános leírás.....	54
6.2.2.	Tervezési szempontok, helyszín megválasztása	58
6.2.3.	Előtisztítás, bevezetés	66
6.2.4.	Biovápák fenntartási igénye	75
6.3.	Zöldtetők	76
6.3.1.	Általános leírás.....	76
6.3.2.	Zöldtetők típusai.....	77
6.3.3.	Tervezési szempontok	78
6.3.4.	Zöldtetők fenntartási igénye	83
6.4.	Esővízgyűjtés	87
6.4.1.	Általános leírás.....	87
6.4.2.	A kertben/udvarban történő hasznosítás	87
6.4.3.	Az épületben történő hasznosítás.....	88
6.4.4.	Esővízgyűjtéshez kapcsolódó fenntartási igények.....	98
6.5.	Vízáteresztő szilárd burkolatok	99
6.5.1.	Általános leírás.....	99
6.5.2.	Tervezési szempontok	99
6.5.3.	Vízáteresztő burkolatokra vonatkozó fenntartási igények.....	108
7.	Irodalomjegyzék.....	109

1. Bevezető

A vízgazdálkodás a természet vízháztartásának a társadalom szükségleteivel való optimális összehangolására irányuló műszaki, gazdasági és igazgatási tevékenység. A fenti tevékenységek során a természet és a környezet megóvását állandóan szem előtt kell tartani, figyelemmel az ide vonatkozó hazai és nemzetközi előírásokra.

(Online Vízügyi Szótár szerinti definíció)

*„Az **integrált vízgazdálkodás** lényegét tekintve koordináció, Arra irányul, hogy minden olyan tervet, tevékenységet térben és időben összehangoljanak, amelyek kapcsolatba kerülnek a természet vízháztartásával”*

(Orlóczy 2007)

A hazai vízgazdálkodás egyik legkomolyabb feladata és egyben kihívása a települési vízgazdálkodás hatékonyságának fejlesztése annak érdekében, hogy a települések felkészülhessenek a környezeti és társadalmi változásokra. A települési vízgazdálkodás egy olyan komplex több tényezős rendszer (a környezetvédelem, az ipar és mezőgazdaság, a lakhatás, valamint a meglévő és új infrastruktúra fejlesztés összehangolása), melynek sikeressége a településen, társadalmi konszenzuson alapul és közösségileg kialakított megoldásokon múlik. Fontos továbbá, hogy település vízgazdálkodása egyben megfeleljen azon új kihívásoknak, elvárásoknak, amelyek napjaink innovatív, vízmeztartó és természetes megoldásokat foglalja magába. Ide tartoznak a **kék-zöld infrastruktúra szemlélettel** megvalósítandó fejlesztések.

KEVÉS VÍZ



TÚL SOK VÍZ



SZENNYEZETT VÍZ



A városi vízgazdálkodás általános kihívásai

Környezetünk változik, városaink fejlődnek a városi élet minőségének megtartása folyamatos kihívást jelent napjainkban. A városi élet minőségének egyik meghatározó tényezője a városban jelenlévő víz, azaz, hogy hogyan gazdálkodunk vízzel, a csapadékvízzel a városi környezetben. Mert a csapadékvízzel gazdálkodni kell a városban. Szakmai közhely a hagyományos hidrológiai értelmezésben, hogy a vízzel

két alapvető probléma lehet. Vagy túl kevés van belőle, vagy túl sok. Ezek a szélsőséges helyzetek mind térben, mind pedig időben jelentkeznek. Ezen túl a városainkban harmadik tényezőként jelenik meg a lefolyó, beszivárgó víz minőségének a problémája, ami önmagában is befolyásolja a csapadékvízzel való gazdálkodást.

Az elmúlt évek során a települések által bejelentett vis major károk szignifikánsan megnövekedtek. Nem lehet kérdés, hogy mára a villámárvizek akut problémát jelentenek. Az éghajlatváltozás hatása sem lehet vitás, ugyanakkor súlyos következményei vannak a belterületi „burkolási kedv” megnövekedésének. Mindez az összegyülekezési idő lerövidülését eredményezi, amely következtében a vízhozamok átmenetileg rövid időszakra megnövekednek, továbbá egyúttal a mikroklima megváltozása is bekövetkezik. Az így kialakult helyzet megoldásra vár. A helyi jelleg kezelhetősége közvetlenül a családi házaknál kezdődik telken belül, hiszen azok tetején évente akár mintegy száz köbméter víz gyűlhet össze, amelynek hasznosítása a kertekben egyrészt célszerű, másrészt ezzel a közüzemi rendszer terhelését lehet csökkenteni. Amennyiben csak a növények öntözésére gondolunk, akkor is könnyen belátható a csapadékvíz hasznosításának az igénye, de a visszatartott esővíz hasznosítható egyéb területeken is, WC öblítésre és kezelést követően akár mosásra is.

A kék-zöld infrastruktúra mára olyan hívószóvá vált, amit sokan használunk, amire sokszor hivatkozunk. Támogatási rendszerek épülnek rá, annak érdekében, hogy támogatva legyenek azon fejlesztések, amelyek ezen szemlélettel, eszközrendszerrel valósulnak meg. Széles irodalommal rendelkezik a nemzetközi és ma már a hazai gyakorlatban is.

Jelen szakmai segédlet az egyes KZI elemek tervezéséhez kíván támogatást adni. A segédlet röviden bemutatja a KZI stratégiai szükségességét, megadva ezzel az alkalmazásának a háttérét, indokoltságát. A segédlet továbbá támogatást ad a nemzetközi szakirodalom bemutatásával azon kollégáknak, akik részletesebben kívánnak elmélyedni a témában és végezetül a KZI elemekre vonatkozó konkrét tervezési ajánlásokat, alkalmazási javaslatot ad meg azok számára, aki ezen a területen kívánnak tervezni.

2. A kék-zöld infrastruktúra EU irányelvi, stratégiai háttere

2.1. Az európai zöld megállapodás

Az európai zöld megállapodás a 2050-re kitűzött cél (klímasemlegesség) elérését biztosító stratégia elnevezése. Az európai zöld megállapodás egy szakpolitikai intézkedéscsomag, amely a zöld átállás folyamatának az Unióban való beindítását és végső soron a 2050-re kitűzött klímasemlegességi cél megvalósítását hivatott biztosítani.

Az európai zöldmegállapodás az alábbi kezdeményezéseket tartalmazza:

- Irány az 55%! *Az intézkedéscsomag jogi formába önti a zöld megállapodásban megfogalmazott éghajlatvédelmi törekvéseket.*
- Európai klímarendelet: *E rendelet elfogadásával az EU és tagállamai kötelezettséget vállaltak arra, hogy az 1990-es szinthez képest 2030-ig legalább 55%-kal csökkentik az EU nettó üvegházhatásúgáz-kibocsátását. Ez a célkitűzés kötelező jogi erővel bír, és a Bizottság által végzett hatásvizsgálaton alapul.*
- Az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodásra vonatkozó uniós stratégia: *A stratégia hosszú távú jövőképet vázol fel arra vonatkozóan, hogy az EU 2050-re az éghajlatváltozás elkerülhetetlen hatásaihoz teljes mértékben alkalmazkodó, az éghajlatváltozás hatásaival szemben reziliens társadalommá váljon.*

A stratégia a következő intézkedéseket irányozza elő:

- jobb információgyűjtés és -megosztás
- **természetalapú megoldások**
- az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás integrálása a makroköltségvetési politikákba

A biológiai sokféleség visszaszorulása riasztó mértéket ölt. Az uniós országok ezért elkötelezték magukat a természet helyreállítása és a biológiai sokféleség védelme mellett.

Az EU 2030-ig tartó időszakra szóló biodiverzitási stratégiája:

Az EU és tagállamai elkötelezték a biológiai sokféleség helyreállítása iránt, és céljuk, hogy 2030-ra el is induljon a helyreállítás folyamata. A 2030-ig tartó időszakra szóló uniós biodiverzitási stratégia az EU természetvédelmi intézkedéseinek sarokköve, és egyúttal az **európai zöld megállapodás** egyik legfontosabb eleme is.

További uniós szakpolitikák a biológiai sokféleség védelmére

- a madárvédelmi és az élőhelyvédelmi irányelv
- **a víz-keretirányelv**
- a tengervédelmi stratégiáról szóló keretirányelv

Városi területek

A városi ökoszisztémák az EU szárazföldi területének 22%-át teszik ki. A városi környezetben a parkok, a kertek, a fák és a rétek fontos élőhelyei a növényeknek, a madaraknak és a rovaroknak.

Az új szabályokkal az EU arra törekszik, hogy növelje a **zöldterületeket a nagyvárosokban**, a városokban és az elővárosokban. A célok biztosítani fogják a következőket:

- 2030-ig nem csökken nettó mértékben a zöldterület a természet-helyreállítási szabályok hatálybalépésének évéhez képest (kivéve, ha a városi környezetben már 45% a zöldterületek aránya),
- a fával borított területek száma nő a nagyvárosokban.

2.2. Kék-zöld infrastruktúra alapjai

A zöld infrastruktúra használatának előmozdítása minden uniós szakpolitikában a természet helyreállításának és a biológiai sokféleség fellendítésének elősegítését kell, hogy jelentse.

Az EU a zöld infrastruktúrát a következőképpen határozták meg: „**Természetes és féltermészetes területek stratégiaiilag megtervezett hálózata más környezeti jellemzőkkel, amelyet úgy terveztek és kezelnek, hogy az ökoszisztéma-szolgáltatások széles skáláját nyújtsa, ugyanakkor növelje a biológiai sokféleséget.**” Ilyen szolgáltatások például a víztisztítás, a levegőminőség javítása, a rekreációs tér biztosítása, valamint a klímamérséklés és az alkalmazkodás segítése. A **zöld** (földi) és **kék** (vízi) **terek hálózata** javítja a környezet minőségét, a természeti területek állapotát és összekapcsolhatóságát, valamint javítja az állampolgárok egészségét és életminőségét. A zöld infrastruktúra fejlesztése támogathatja a zöld gazdaságot és munkalehetőségeket is teremthet.

Politika: Az EU támogatja a zöld és kék infrastruktúra és a természet alapú megoldások használatát az uniós polgárok és a biológiai sokféleség érdekében!

3. Kék-zöld infrastruktúra meghatározások és rendszere

3.1. A csapadékvíz gazdálkodással kapcsolatban alkalmazott módszertanok

A világ különböző térségeiben, országaiban más- és más elnevezéseket használnak a csapadékvíz gazdálkodás újszerű módszertanának beazonosítására. Az elnevezések különbözőek, de összességében mind ugyanazt a megközelítést takarja, miszerint változtatni kell a korábbi csapadékvíz gazdálkodási célokkal, elvárásokkal, ezzel megváltoztatva a korábbi tervezési elveket, módszertanokat.

Az alábbi rövid bekezdések bemutatják a különböző régiókban, országokban a modern csapadékvíz gazdálkodásra használt kifejezéseket ezek jelentését és láthatjuk, hogy a célok megegyeznek. Általánosságban az elnevezést angol kifejezések adják, amelyeknek használatosak a betűszavas rövidítései. Ezek mára vegyesen terjedtek el a hazai szakmai használatban, általában helyesen, de időnként pontatlanul hivatkozva, vagy keverve az egyes meghatározásokat és hozzájuk kapcsolódó elvárásokat, célkitűzéseket.

- Az Észak-Amerikában és Új-Zélandon az 1970-es évek óta használt **Low Impact Development - LID** – magyarul: „kis hatású fejlesztés” elnevezés, ami arra utal, hogy a fejlesztésekhez kapcsolódó csapadékvíz gazdálkodás választott megoldásai a természetre a lehető legkisebb negatív hatással legyenek. Ez egyaránt kiterjed az új fejlesztésű területekre és a már beépített területek csapadékvíz rendszerének fejlesztésére. Az eredeti cél a fejlesztésre szánt területeken a fejlesztés előtti természetes vízgazdálkodási viszonyok helyreállítása volt.
- Az Ausztráliában az 1970-es évek óta használt **Water Sensitive Urban Design – WSUD** – magyarul: „vízérzékeny várostervezés” célja a vízkörforgás egyensúlyának-, a vízminőségnek-, valamint a vízzel összefüggő környezeti- és rekreációs lehetőségeknek a helyreállítása és fenntartása. A vízérzékeny várostervezésen belül a csapadékvíz gazdálkodást csak egy részterületként kezeli. Olyan várostervezési stratégiát fogalmaz meg, ami a vízi infrastruktúra megválasztása révén maximálisan korlátozza a fejlesztések kedvezőtlen hidrológiai hatását.

- A **Sustainable drainage systems - SuDS** – magyarul: „**fenntartható csatornázás**” a természetes vízkörforgás folyamatainak az alkalmazását, visszaállítását célozzák meg, ezzel minimálisra csökkentve a burkolt felületekről lefolyó víz vízminőségre és vízmennyiségre gyakorolt negatív hatását.
- A **Nature based solutions - NBS** – magyarul: **természetközeli / természetalapú megoldások** a természet által inspirált vagy a természetről másolt intézkedések. Az NBS segítségével építhető ki, vagy javítható a kék és a zöld infrastruktúra, amely az éghajlatváltozás mérséklését az ökoszisztémák segítségével valósítja meg, továbbá bizonyos mértékig védőrendszerként szolgál a természeti katasztrófákkal szemben is.
- A megoldások eszköztárát a **best management practices - BMPs** – magyarul: „**a csapadékvíz gazdálkodás legjobb gyakorlata**” is színesíti, a jó gyakorlatokon és tapasztalatokon keresztül a lefolyó záporvíz minőségét javító megoldásokat helyezi előtérbe.
- A fenti módszertanok és elnevezések egyik gyűjtő meghatározásaként használatos a városi szintű **kék-zöld infrastruktúra - KZI** fogalma, ami a városi csatornarendszert tehermentesítő, a város vízháztartását javító, a csapadék helyben tartását, lassú beszivárogtatását, vagy lassított és késleltetett lefolyását elősegítő decentralizált megoldások rendszere. Ezeket a megoldásokat, eszközöket a lehullott csapadék helyéhez (a keletkezési helyhez) minél közelebb célszerű elhelyezni, ezért ezek az ingatlanokon belül és a közterületeken egyaránt helyet kaphatnak, hogy a tetőről és a burkolt útfelületekről fogadhassanak és kezeljenek csapadékvizet. A hagyományos csapadékvíz elvezető infrastruktúrával összehasonlítva minden biológiailag aktív zöld felület, vagy vízfelület is KZI- elemnek tekinthető. A ZI-vel (zöld infrastruktúra) összehasonlítva nincs különbség. A ZI szakmai anyagai sok esetben a zöldfelületek arányait, abszolút méretét, egy főre jutó területét olyan mértékben hangsúlyozzák, hogy a vízgazdálkodás szempontjából fontos egyéb paraméterek jelentősége elvész. A KZI fogalmának bevezetése a vízfelületek jelentőségére hívja fel a figyelmet, amik lehetnek meglévő természetes-, vagy mesterséges víztestek -pl. belvízcsatorna, öntöző csatorna, záportározó, vízfolyás - és lehetnek újonnan létesített KZI elemek, amelyben víz visszatartása és/vagy lassított elvezetés történik – pl. biovápa, esőkert, növényes vályú, burkolat alatti vízmegtartó testek. Ezek a megoldások az egyszerű zöld felületekhez képest több előnyt, nagyobb számszerűsíthető hasznot jelentenek. **A kék-zöld infrastruktúra inkább egy olyan új elnevezés, ami a zöld**

infrastruktúrára épül azzal a céllal, hogy hangsúlyozza a vízgazdálkodásban nagyobb szerepét betöltő elemek fontosságát.

3.2. A kék-zöld infrastruktúra, mint rendszer és mint elem

A kék-zöld infrastruktúra nevében hordozza, hogy egy stratégiaileg megtervezett rendszer, aminek az optimális működését a stabilitása az egyes elemek megvalósítása biztosítja. Sok éves tudományos kutatás igazolja, hogy milyen mértékű ökoszisztéma szolgáltatások – környezetjavító hatások - várhatók egy optimálisan működő KZI rendszertől. A stratégiaileg megtervezett rendszer sajátossága, hogy lehetőség van a fokozatos létrehozására, nem szükséges egyszerre megvalósítani, így rugalmasan, jól alkalmazkodik az adottságokhoz térben és időben. Az is bebizonyosodott, hogy a vízminőségjavítás és lefolyásszabályozás terén sokkal költséghatékonyabb beavatkozást jelent, mint a hagyományos, elvezetést támogató infrastruktúra, ráadásul esztétikai- és egyéb értéknövelő hatásai is vannak.

Ahogy az egyes KZI elemeknek, úgy a rendszernek is vannak paraméterei, tulajdonságai, amiket meghatározva leírhatjuk és értékelhetjük a rendszerünk aktuális állapotát és ez alapján a helyzetértékelés alapján megtervezhetjük, hogy milyen irányban kell továbbfejlesztanünk a hálózatot. A rendszerszintű tervezést a MÓDSZERTANI ÚTMUTATÓ A ZÖLD INFRASTRUKTÚRA FEJLESZTÉSI ÉS FENNTARTÁSI AKCIÓTERV KÉSZÍTÉSÉHEZ c. kiadványban leírtak szerint végezhetjük, melyhez célszerű térinformatikai rendszert létrehozni. A hivatkozott útmutató az egyes KZI elemek tervezésére nem tér ki.

Egy példán keresztül lehet rámutatni, mi a különbség egy egyszerű zöld felület és egy tervezett KZI elem között. Bármely zöld felület a rendszer részét képezi, mert biológiailag aktív felület, de nem tölti be a következő fejezetekben ismertetett KZI elemek szerepét, pl. az esőkert szerepét.

Az alábbi két képen egy utcafronti-, zárt sorú beépítésű városi utcaképet látunk, ahol a járda felé lejtő tetőfelületekről a járdára vezetik a lefolyó esővizet. A járda a mellette lévő széles – legalább ötszörös szélességű – füvesített terület felé lejt, a lefolyó csapadékvíz mégsem tud a füves területre folyni, hanem pocsolyákat képez a járdán. Ahol a zöld felületen gépkocsik parkolnak, ott helyi mélyedések keletkeznek, melyekben a növényzet kipusztult és amelyek alatt tömörödött-, ettől csökkent vízáteresztő képességű talaj található. Ez a felület tehát a KZI része, de nem egy hatékony KZI elem. Ezen a területen esőkerteket és a parkolásra szánt részterületeken vízáteresztő burkolatokat lehet létrehozni, így ugyanazon a területen sokkal nagyobb

eredményt lehet elérni a víz körforgás javítása terén, miközben nem igényel többlet területet, sem csatornaépítést. További érdekessége a bemutatott példának a csapadékvízgazdálkodás szempontjából, hogy a füvesített területen csapadékvíznyelő aknákat helyeztek el, vélhetően annak érdekében, hogy a járdán összegyűlő víz elvezetésre kerüljön.



A képen szereplő füves terület a KZI része, de nem KZI elem

4. A kék-zöld infrastruktúra tervezés szakirodalmi háttere

4.1. Szakirodalmi útmutató

A kék-zöld infrastruktúra tervezés mára széleskörű szakirodalommal rendelkezik, számos formában és tartalommal került feldolgozásra. E mellett megállapítható az is, hogy ezek a szakirodalmi feldolgozások nagy része angol nyelvű. Ettől függetlenül elmondható, hogy az alkalmazások, módszertanok az elkészült beavatkozások, létesítmények tapasztalatai alapján a témakör folyamatosan fejlődik. A szakirodalom bemutatásával a teljesség igénye nélkül kívánunk egy segédletet adni a témában elmélyedni kívánók számára

Az szakirodalmi háttér bemutatását téma szerint öt fő csoportba soroltuk.

A **„Stratégiák”** alatt azt a négy fő irányelv szerepel, amelyekre a természetközeli megoldások alkalmazásakor, a városi kék-zöld infrastruktúra tervezéskor hivatkoznak (1-4):

- Biodiverzitási stratégia 2030-ig;
- Zöld infrastruktúra;
- Víz Keretirányelv;
- Az EU éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás új stratégiája;

A honlapokra mutató linkek az angol nyelvű irányelvek elérhetőségére vonatkoznak. A források letöltése 2024 májusa és októbere között történtek.

A **„Természet-harmonikus vízrendezéshez kapcsolódó útmutatókat, esettanulmányokat”** tartalmazza (5-14). Az irodalomjegyzék időrendi sorrendet próbál követni. Tartalmaz utalást szakkönyvre, egyetemi jegyzetre, pályázati kiíráshoz készített útmutatóra, Mérnök Kamara által készített kiadványra, projekt jelentésre, eredményre. Idegen nyelvű kiadvány esetében zárójelben közöljük a cím magyar fordítását. Az internetes elérésekhez a linkek és a források letöltése 2024 májusa és októbere között történt.

A következő fő csoport a **„Kék-zöld infrastruktúrához kapcsolódó magyar nyelvű szakirodalmat, útmutatókat, cikkeket, esettanulmányok leírását tartalmazza”** (15-25). Az irodalom ebben az esetben is időrendi sorrendet próbál követni. Az internetes elérésekhez a linkek és a források letöltése 2024 májusa és októbere között történt.

A negyedik rész a **„Kék-zöld infrastruktúrához kapcsolódó külföldi, angol nyelvű szakirodalmat, útmutatókat, cikkeket, esettanulmányok”** leírását tartalmazza (26-34). A forrásmunkák idegen nyelvűek, ezért zárójelben közöljük a címek magyar fordítását. Az internetes elérésekhez a linkek és a források letöltése 2024 májusa és októbere között történt. A fejezet tartalmaz két olyan honlap elérhetőséget is (35, 36), amelyek kék-zöld infrastruktúra építési technológiák és megvalósult projektek bemutatásával foglalkoznak az Egyesült Királyság, illetve Amerika területén.

Az végül olyan idegen nyelvű szakirodalom kerül bemutatásra **„Ajánlott honlapok”**, amelyek tágabb kontextusba helyezik a kék-zöld infrastruktúra építésének fogalmát (37-43).

4.2. Jogi szempontok – stratégiákhoz való kapcsolódás

Számos EU-tagállamban a városi zöld infrastruktúra kialakítását és a természetalapú megoldások alkalmazását a nemzeti jogszabályokkal megtámogatták. Az ajánlások, betartandó tervezési elveket például beépülnek a területrendezéssel, a csapadékvíz elvezetéssel, a felszíni vizekkel vagy a biológiai sokféleség védelmével foglalkozó helyi jogszabályokba. Kidolgoztak olyan pénzügyi támogatási rendszert, amely ösztönzi a településeket, lakosokat az újfajta megoldások alkalmazására, segítve a természetközeli megoldások elterjedését a városi zöld (kék-zöld) infrastruktúra bevezetését.

Az Európai Unió támogatja a zöld (kék-zöld) infrastruktúra és a természet alapú, természet-harmonikus megoldások alkalmazását. Mindez megjelenik az irányelvekben is, mert a városi zöld (kék-zöld) infrastruktúrát és a természet alapú megoldásokat kulcsfogalomnak tekintik. Az EU Biodiverzitási Stratégiája 2030-ig (1), az EU zöld infrastruktúrára vonatkozó stratégiája (2) és az EU Víz Keretirányelvében (3), valamint az EU éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásról szóló 2021-es stratégiája (4) kiemeli a természetalapú alkalmazkodási megoldások előmozdításának fontosságát a városok szintjén is.

Az EU 2030-ig szóló biodiverzitási stratégiája konkrét intézkedéseket fogalmaz meg a természetalapú megoldások előmozdítása érdekében, amelyeket szisztematikusan be kell építeni a várostervezésbe. Az Európai Unió definíciója szerint a természet alapú megoldások (angol rövidítése: NbS vagy NBS) „a természet által inspirált és támogatott megoldások, amelyek költséghatékonyak, ugyanakkor környezeti, társadalmi és gazdasági előnyökkel járnak, és segítik az ellenálló képességet”.

4.3. Megfogalmazások: kék vagy zöld, avagy kék-zöld?

Átnézve a szakirodalmat arra a következtetésre lehet jutni, hogy a zöld infrastruktúra kifejezést tágabb értelemben használt nemcsak a köznyelvben, de a jogszabályokban is, továbbá a zöld infrastruktúra fogalmában a kék elemként a víz is beletartozik. A városi zöld infrastruktúra tervezése egy stratégiai megközelítés a kék és zöld területek összekapcsolt és többfunkciós hálózatainak fejlesztésére, a telek szinttől a lakótömbön keresztül az egész város szintjéig. A városi zöld infrastruktúra különböző típusú kék-zöld területeket foglal magában, például erdőket, közparkokat, kerteket, mezőgazdasági területeket, egyedi zöld elemeket (zöldtetők stb.) vagy kék elemként vizes élőhelyeket, tavakat és vízfolyásokat.

A csapadékvíz elvezetés azonban hangsúlyosabban jelenik meg, ha kék-zöld infrastruktúráról beszélünk, ahol előtérbe kerül a csapadékvízzel való gazdálkodás. A kék-zöld infrastruktúra rendszerek tervezése sokkal összetettebb, mint a hagyományos rendszereké. Míg a korábbi elvárások alapján a csapadékvizet el kellett vezetni a településről elkerülve az elöntéseket, az árvízi helyzet kialakulását, a mai elvárások a csapadékvíz helyben tartását helyezik előtérbe. Ezért a kék-zöld infrastruktúra elemek szerepe már nem csak a vízgazdálkodásban jelentkezik, hanem meg kell felelni a társadalmi, környezetvédelmi, gazdasági szempontoknak is.

A fentiek alapján mit takarhat a kék-zöld infrastruktúra, milyen elemek alkotják a rendszert, amely megfelel a vízerzékeny várostervezés elvárásainak? Amennyiben a telkeket tekintjük a legkisebb egységnek, telek szintű megoldások lehetnek a kéktetők, zöldtetők, zöldhomlokzatok, szikkasztóárkok, esőkertek, esővíz tárolók vagy tartályok, vízáteresztő burkolat. Lakótömb szinten a megoldás kisebb felületű, ideiglenes vagy állandó vízborítású záportározó. Város szintű megoldások pedig a parkok, tavak, vizes élőhelyek beillesztése a rendszerbe.

Hogyan értelmezhető a városi környezetben a természet alapú megoldásokat? Településeken belül az NbS kifejezetten a kék-zöld infrastruktúra különböző lehetséges megoldásaira utal, amelyek a természet saját helyi erőforrásait – a növényzetet, a vizet és a talajt – intelligens és hatékony módon használják fel a különböző környezeti, társadalmi és éghajlati kihívások kezelésére a „hagyományos” elvek alapján történő tervezés helyett. Az NbS térbeli léptéke a városokban a nagy erdős területektől (parkok) a kisméretű csapadékvíz rendszerekig változhat.

4.4. Háttér anyagok kék-zöld infrastruktúra tervezéshez

4.4.1. Útmutatók

Városi természet atlasz - Urban Nature Atlas (13)

A NATURVATION projekt részeként kifejlesztett Urban Nature Atlas a városok természetalapú megoldásainak eddigi legátfogóbb adatbázisa, több mint 1000 példával. Az Urban Nature Atlas a természetalapú megoldások 100 európai városban történő beavatkozásainak szisztematikus felmérésének eredményeként készült, és alapot nyújt az európai városi természetalapú megoldásokhoz kapcsolódó társadalmi-gazdasági és innovációs minták elemzéséhez.

Zöldinfrastruktúra füzetek (18,19,20,21)

2016-ban hiánypótló kiadványként jelentek meg a Zöldinfrastruktúra füzetek sorozat a Budapest Főváros Városcépzési Tervező Kft. kiadásában. Javaslatokat és példákat tartalmaz a vízáteresztő burkolatok témakörben, foglalkozik a zöldhomlokzatok kialakításával. Útmutató, amely taglalja a függőleges zöldfelületek tervezésének, kivitelezésének műszaki és kertészeti irányelveit. Vízérzékeny tervezés a városi szabadtereken füzetben már megjelenik a kék-zöld infrastruktúra fogalma és a város szintű multifunkcionalitás. A negyedik füzet tervezési útmutató, amely a Városi fák és közművek kapcsolatát taglalja.

Vízérzékeny helyek létrehozása – a vízérzékeny várostervezés lehetőségeinek kiaknázása az Egyesült Királyságban (27)

A WSUD (Water Sensitive Urban Design, magyarul vízérzékeny várostervezés) használatára vonatkozó elképzelés az Egyesült Királyságban jelentős figyelmet fordít az árvízveszélyre, valamint válasz a vízminőség-gazdálkodásra és a vízbiztonságra. A lakosság érzékenyítése, tájékoztatása érdekében számos útmutatót készítettek, amelyek tartalmazzák a lehetséges kék-zöld infrastruktúra elemek kialakítását a helyszínek és a társadalmi elvárások függvényében.

4.4.2. Esettanulmányok

Természetes vízmegtartó megoldások (NWRM): Vízmegtartó megoldások a hazai vízgazdálkodásban_megalapozó tanulmány; Hegy-és dombvidék_Tanulmány I; Síkvidék_Tanulmány II Dokumentumok - LIFE-MICCAC projekt (9)

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

Green City – Zöldebb Városokért Mozgalom: Patrónus Ház kertje - csapadékvíz kezelés Gödöllő (15)

Green City mozgalom mintaprojektként csapadékvíz kezelést valósított meg Gödöllőn, esőkert formában. A projektben az esőkert az épületről érkező csapadékvizek gyűjtőpontja volt, valamint egyben gazdag élő beültetéssel rendelkező sensory garden. Az esőkert aljában föld alatti szikkasztó blokkok fogadják a hirtelen érkező záporokat. Hatalmas esőzések esetén az esőkert alján időszakos vízállás alakulhat ki, mely pár óra (nap) alatt szépen lassan elszikkad. Az esőkert bebarangolható fa palló járdán, mely egy lépcsőfok magasságnyi elemelkedik a kert aljától (így vízállás esetén is használható).

Koppenhága kötelező zöldtető-politikát fogad el (2010) (26)

A 2025-ig szén-dioxid-semleges várossá válás átfogó stratégiájának részeként Koppenhága az első skandináv város lett, amely olyan politikát fogadott el, amely zöldtetőt ír elő minden új épületben, amelynek tetőlejtése 30 foknál kisebb. Koppenhágában 2010-ben 20 000 négyzetméter lapostető volt található. Azt tervezték, hogy évente kb. 5000 négyzetméternyi új fejlesztést valósítanak meg, ekkora felületet borítanak be növényzettel.

Zöldtetők Bázelen, Svájcban - a mérséklő és az alkalmazkodási intézkedések kombinálása (28)

2002-ben elfogadták Bazel város építési és építési törvényének módosítását, amely kimondta, hogy minden új és felújított lapostetőt zöldíteni kell, és előírta a kapcsolódó tervezési irányelveket is. Ezt a követelményt 2010-ben megerősítette az a rendelet, amely előírta a zöldtető fedést minden lapostetőre, ha egy épület utólagos felszerelése, és minden új, lapostetős épületben. 2019-ben 5,71 m²/lakossal a svájci Bazel városában volt található a világon a legnagyobb egy főre jutó zöldtető terület a világon.

A hamburgi zöldtető-stratégia négy pillére - pénzügyi ösztönzés, párbeszéd, szabályozás és tudomány (29)

Hamburg egy folyamatosan növekvő város, amely bizonyította, hogy az új élettér kialakítása és a zöld tudatosság összeegyeztethető. A hamburgi, 2014-ben

meghirdetett Zöldtető-stratégia (Green Roof Strategy) célja az volt, hogy 100 hektár zöldtetőfelületet telepítsen a nagyváros területére. A város az önkéntes zöldítés költségeinek 30-60%-át támogatta, és törvényileg kötelezővé kívánta tenni a zöldtetőt és a zöldhomlokzatot minden alkalmas épületnél.

A város 2016-os Klímatervében megfogalmazott környezetvédelmi stratégia foglalkozott az éghajlatváltozás hatásaival, például a heves esőzések, az áradások és a hőhullámok növekedésével. A zöldtetők ebben az összefüggésben mind a város klímáját, mind a vízgazdálkodást javítják. A zöld tetők visszatartják az éves csapadék 50-90%-át és a heves esőzések során lehulló csapadék 30-40%-át. A Zöldtető-stratégia meghirdetése óta, mintegy 44 ha zöldtetőt valósítottak meg, összesen 168 ha-t elérve (a már meglévőket kiegészítve) a nagyvárosi területen, 40%-át lakásépítés során, 35%-át iparban, 25%-át pedig egyéb felületeken (2020-as becslések szerint). Az új épületekre túlnyomórészt zöldtetők kerültek beépítésre (75%). Az intenzív zöldtetős mélygarázsok nagy területe nem számít bele a 168 ha-ba. Emellett a Hamburgon áthaladó A7-es autópálya fedőjén 20 hektár növényzetet, a Schnelsen autópálya fedőjén további 1,85 ha-t terveznek. Jelenleg évente 10 000 lakásra adnak tervezési és építési engedélyt, és ezek többsége zöldtetős.

A madridi Gomeznarro park felújítása, amely a csapadékvíz visszatartására összpontosított (30)

A kezdeményezés célja a Gomeznarro Park urbanizált területének életkörülményeinek javítása volt, a park természetes vízkörforgásának helyreállítása a szürke és zöld infrastruktúra kombinációjával. A projekt csökkentette az eróziót, az árvízveszélyt és a vízvezető rendszerekre nehezedő nyomást.

A lejtős domborzat és az át nem eresztő talajfelszín következtében a madridi Gomeznarro Parkot erózió, a környező lakóterületeket pedig villámárvíz sújtotta a heves esőzések során. E problémákra válaszul 2003-ban a parkban komplex, a természetes vízvezetés és csapadékvíz-visszatartás javítását célzó munkálatokat végeztek. Ezek között szerepelt az át nem eresztő burkolat cseréje áteresztő felületekre, a tömörödött talaj helyreállítása, az erózióknak kitett területek újra növényesítése, valamint földalatti esővízgyűjtő rendszer és tároló tartályok telepítése. Ezek az intézkedések jelentősen csökkentették az erózió és a hirtelen áradások problémáját a területen, csökkentették a szennyvízkezelő rendszerre nehezedő nyomást, és természetesebb vízkörforgást hoztak létre a területen. További előnyt jelentett a talaj megnövekedett nedvességtartalma, amely szintén segített enyhíteni a városi hősziget-hatást a parkban és környékén.

Környezetbarát városi utcatervezés a decentralizált ökológiai esővízkezeléshez Ober-Grafendorfban, Alsó-Ausztriában (31)

Ober-Grafendorfban egy decentralizált esővíz-gazdálkodási rendszert vezettek be az éghajlatváltozás okozta áradások és aszályos kihívások kezelésére. Ez a rendszer csökkenti az önkormányzat és a háztartások költségeit, és az intelligens utcai infrastruktúra révén többféle környezeti előnyt biztosít.

Ober-Grafendorf település 280 méteres tengerszint feletti magasságban található, egy tipikus elő-alpesi tájon a Mostviertel régióban, az osztrák Alsó-Ausztria tartomány nyugati részén. Az elmúlt években a gyakoribb és intenzívebb heves csapadékos események és az erőteljesebb aszályos időszakok váltakozása egyre nagyobb kihívást jelentett a településfejlesztés számára. A leburkolt felületekről lefolyó felszíni víztöbblet ismételten kisebb mértékű elöntést, a csatorna- és szennyvíztisztító rendszer túlterhelését, karbantartási költségeinek növekedését okozta. Másrészt a meleg és száraz időszakokban a városi növényzet öntözésének és karbantartásának költségei folyamatosan emelkednek. A megfigyelt éghajlati trendek és éghajlati előrejelzések alapján várható, hogy ezeket a problémákat tovább súlyosbítja a jövőbeli éghajlatváltozás. Az önkormányzat egy intelligens, ökoszisztéma-alapú esővíz-gazdálkodási rendszer bevezetésével reagált, amely egy környezetbarát utcatervezésbe épül be.

Zöld és kék terek adaptációja városi területekhez és ökovárosokhoz (GRaBS) Berlin (32)

Berlin belvárosában az új épületek fejlesztésére vonatkozó tervek a Berlini Tájprogram hatálya alá tartoznak, amely előírja, hogy a terület egy részét zöldfelületként kell hagyni: a Biotóp Területi Tényező (BAF) vagy BFF (Biotop Flächenfaktor). A BAF minden lehetséges zöldterületet, például udvarokat, tetőket és falakat tartalmaz. BAF-ban megvalósított konkrét megoldások a következők: funkcionális terek zöldítése (pl. kerékpár- vagy szemetestárolók); fák és cserjék ültetése, vagy kisebb területeken kúszó növények ültetése zöldfalak kialakítása céljából; zöldtetők bevezetése; a főútvonalakra korlátozódó burkolatok és máshol áteresztő, elszivárogtató felületek, burkolatok használata.

Amszterdam gyönyörű zöld háztetői tározókat rejtenek az esővíz visszatartására (33)

A szociális lakóépületek tetején Amszterdamban, terebélyes, növényekkel borított kertetek láthatók. A virágok és a fű alatt egy extra réteg van elrejtve: egy vékony tározó, amely vihar esetén képes tárolni az esővizet. A város ma már „kék-zöld” tetők hálózatával rendelkezik, amelyek célja a biológiai sokféleség növelése, az épületek

hűvösebben tartása a hóhullámok alatt, és segít megbirkózni az egyre gyakoribb szélsőséges esőkkel.

A kék-zöld tető működése a következő. Egy tipikus zöldtető, vékony növényzettel, eső esetén is képes némi vizet tárolni. De ha folyamatosan esik, vagy viharban, a víz lefolyik. A kék-zöld tetőrendszer tartalmaz egy visszatartó egységet a növények és a talaj alatt. A rendszer „okosan” csatlakozik az időjárás-előrejelzésekhez. Ha eső várható, és a tartály már megtelt, egy szelep automatikusan kinyílik, hogy előürítse a vizet, így több hely marad tározásra.

A Howard Street esőkertjei, Fitzroy Gardens, Royal Park (34)

A víz elengedhetetlen Melbourne élhetőségéhez, zöldterületeinek megőrzéséhez és a város hűtéséhez. Az integrált vízgazdálkodás, a vízérzékeny várostervezés által Melbourne városa a víz körforgásának minden aspektusát kezeli.

A vízérzékeny várostervezés (angol rövidítése: WSUD) célja olyan városi környezet kialakítása, amely lehetővé teszi a víz körforgásának természetes működését, csökkentve a fejlesztés vízkörforgásra gyakorolt hatását. Számos különböző típusú WSUD elemet használnak a csapadékvíz és szennyezés mennyiségének csökkentésére. A WSUD megvalósításának előnyei a következők:

- Javult a csapadékvíz minősége, ami a folyók és csatornák vízminőségének javulásához vezet.
- Csökkentett ivóvíz-függőség a zöldterületek öntözéséhez.
- Az árvíz mérséklése a csapadékvíz tározásával.
- A biodiverzitás javulása a vizes élőhelyek és esőkertek eredményeként.
- Csökkent városi hősziget-hatás a zöldfelület növekedése következtében.
- Fokozott áteresztőképesség és talajnedvesség.

Melbourne-ben található a Fitzroy Gardens, amely egy 26 ha területű park, éves szinten 117 millió liter locsolási vízigénnyel. Ezt az óriási vízmennyiséget száraz, csapadék nélküli időszakokban, különösen vízkorlátozások idején nehezen tudták biztosítani. A probléma megoldására a közterületekre lehulló csapadékvizeket földalatti tározókba kezdték gyűjteni, melyeket tisztítás után a növények öntözésére lehet felhasználni.

A melbourne-i Royal Parkban felszíni tározó tavakat hoztak létre, melyek többszörös pozitív hatással vannak a környezetükre. A tavakban gyűjtik össze és tárolják a környező területek csapadékvizeit, melyeket gyökérzónás tisztítás után a park

öntözésére használnak fel. A tavak élőhelyül szolgálnak számos növény és állat számára is, ezzel növelve a helyi biodiverzitást.

4.4.3. Technológiák

Livingroofs.org (35)

Az Egyesült Királyság vezető független zöldtetős webhelye: Livingroofs.org. Technológiájuk a kék zöld tető kiépítése. A kék zöld tető segít a városoknak megbirkózni a csapadékvízzel. A kék zöld tető ötvözi a kék és zöld tető technológiákat. A hagyományos zöldtetők hagyományos vízelvezető réteget használnak az oldalirányú vízelvezetés és öntözés biztosítására. A kéktető technológia azonban mind a tárolt víz mennyiségének növelésére, mind a kibocsátott víz mennyiségének szabályozására irányul. A technológiák kombinálása növelheti a tetőkárpit zöldítésének általános előnyeit. Ezért nem zöld vagy kék infrastruktúráról van szó, hanem a kettő keverékéről.

Greenroofs.org (36)

Amerikai zöldtetős webhely: greenroofs.org. A Riverbend Greenroofs a LiveRoof® hibrid moduláris rendszert gyártja Virginia, North Carolina, Washington DC, Maryland, Delaware, valamint Dél-Karolina, Nyugat-Virginia, Pennsylvania és New Jersey egyes részein. A zöldtető rendszerek lehetnek modulárisak, vízelvezető rétegekkel, szűrőréteggel, termesztőközeggel és már mozgatható, gyakran egymásba illeszkedő rácsokban előkészített növényekkel, vagy laza fektetésű/beépíthető, így a rendszer minden eleme külön-külön telepíthető. A zöldtetők úgy definiálhatók, mint egy ember alkotta építmény tetején lévő „zárt” zöldfelület. Ez a zöldfelület lehet szint alatti, szint alatti vagy feletti, de minden esetben a talajtól elkülönítve létezik.

4.5. A tervezéshez kapcsolódó tanulmányok, szakirodalmi háttér

No	Cím	Év
	Stratégiák	
1	Biodiverzitási stratégia 2030-ig https://environment.ec.europa.eu/strategy/biodiversity-strategy-2030_en	
2	Zöld infrastruktúra https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/green-infrastructure_en	
3	Víz Keretirányelv https://environment.ec.europa.eu/topics/water/water-framework-directive_en	
4	Az éghajlatváltozással szemben ellenállóképes Európa kialakítása – az EU éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás új stratégiája https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/eu-adaptation-policy/strategy	
	Természet-harmonikus vízrendezés, útmutatók, esettanulmányok	
5	Bognár Gy. (szerk.) (1989): Vízfolyások környezetbe illeszkedő szabályozása (VITUKI, Budapest, 1989) https://library.hungaricana.hu/hu/view/VizugyiKonyvek_251/?pg=0&layout=s	1989
6	Kaliczka L. (1998): Dombvidéki vízrendezés PHARE – EKF Baja, 1998 HU-94.05 PROJEKT: 0101-L008/14. Hegy- és dombvidéki vízrendezés (EKF, Baja, 1998) Könyvtár Hungaricana	1998
7	Nagy Zs.; Bardóczyné Dr. Székely E.; Lendér H. (2018): Kézikönyv települések számára a települési belterületi vízrendezés klímareziliens tervezéséhez – Útmutató hegy- és dombvidéki kistelepülések részre (2018.) Készült a KEHOP-1.1.0-15-2016-00007 azonosítószerű „NATÉR továbbfejlesztése” című kiemelt projekt keretén belül https://nater.mbfisz.gov.hu/sites/nater.mfgi.hu/files/files/Belteruleti_vizrendezes_NATeR2.pdf	2018

14	Urban Green Infrastructure: An Introduction, Key Terminology (Városi zöld infrastruktúra- Kulcs terminológia) https://www.weadapt.org/knowledge-base/cities-and-climate-change/urban-green-infrastructure-an-introduction	
	Kék-zöld infrastruktúra, útmutatók, esettanulmányok Magyarországi gyakorlat	
15	Green City – Zöldebb Városokért Mozgalom: Patrónus Ház kertje - csapadékvíz kezelés Gödöllő https://www.green-city.hu/mintaprojektek https://www.green-city.hu/patronus-haz-kertje-csapadekviz-kezeles	2015
16	Buzás Kálmán, BME, Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék: Települési csapadékvíz-gazdálkodási útmutató - A jó gyakorlat (VGT 2015) https://www.vizugy.hu/vizstrategia/documents/10B9EE2E-D889-4C94-815D-5CB2D53C846A/8_6%20VGT2_Telepulesi_csapadekviz_gazdalkodas_utmutato.pdf	2015
17	Miniszterelnökség, Építészeti és Építésügyi Helyettes Államtitkárság, Területrendezési és Településügyi Főosztály: Módszertani útmutató a zöld infrastruktúra fejlesztési és fenntartási akcióterv készítéséhez 1.0. változat, 2016. április TOP-2.1.2-15/6.3.2-15 ZÖLD VÁROS KIALAKÍTÁSA FELHÍVÁSHOZ https://2015-2019.kormany.hu/download/7/19/e0000/M%C3%B3dszertan_Z%C3%B6ld%20Infrastrukt%C3%BAra%20Akci%C3%B3tervhez.pdf	2016
18	Almási Balázs, Csizmadia Dóra. 2016. Zöldinfrastruktúra füzetek 1. Vízáteresztő burkolatok. Budapest: Budapest Főváros Városépítési Tervező Kft. https://archiv.budapest.hu/Documents/V%C3%A1ros%C3%A9p%C3%ADt%C3%A9si%20F%C5%91oszt%C3%A1ly/Z%C3%B6ldinfrastrukt%C3%BAra%20f%C3%BCzetek%201.%20-%20Vizatereszt%C3%B3burkolatok.pdf	2016
19	Csibi K., Dezsényi P., Fári M. G., Koroknai J., Pataky R., Szentkirályi-Tóth F. 2016. Zöldinfrastruktúra füzetek 2. Zöldhomlokzatok (Függőleges zöldfelületek tervezésének,	2016

	kivitelezésének műszaki és kertészeti útmutatója). Budapest: Budapest Főváros Városépítési Tervező Kft., 2016 https://s3-eu-central-1.amazonaws.com/greenfo.hu/wp-media-folder-greenfo/wp-content/uploads/2019/07/Z%C3%B6ldinfrastrukt%C3%BAra-f%C3%BCzetek-2.-%E2%80%93-Z%C3%B6ldhomlokzatok.pdf	
20	Csizmadia D. (2018): Zöldinfrastruktúra füzetek 3. Vízérzékeny tervezés a városi szabadtereken. Budapesti Fővárosi Főpolgármesteri Hivatal. https://archiv.budapest.hu/Documents/V%C3%A1ros%C3%A9p%C3%ADt%C3%A9si%20F%C5%91oszt%C3%A1ly/ZOLDINFRASTRUKTURA_csapdek_10_01_online.pdf	2018
21	Zöldinfrastruktúra füzetek 4. Városi fák és közművek kapcsolata tervezési útmutató (2018): https://www.hugbc.hu/resources/docs/Zoldinfrastruktura_fuzetek_4.-Fak.pdf	2018
22	Pál János: Zöldtetők és zöldhomlokzatok (tanulmány). Lélegzet Alapítvány Levegő Munkacsoport, internetes megjelenés. https://www.levego.hu/site/assets/files/2077/zoldtetotanulmany_0.pdf	
23	Adaptációs útmutató az éghajlatváltozás hatásaihoz önkormányzatok számára (2021): LIFE-MICACC PROJEKT https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/storage/dokumentumok/Adaptacios%20utmutato.pdf	2021
24	Varga Laura (2021): Kék-zöld infrastruktúra tervezés alapjai és példák a nagyvilágból https://library.hungaricana.hu/hu/view/HidrologiaiVandorgyules_2021/?pg=668&layout=s&query=varga%20laura	2021
25	Zöldinfrastruktúra Útmutató pályázatokhoz (2023): Zöld-kék infrastruktúrát támogató intézkedések értékelése - Értékelési Jelentés Zöld-kék infrastruktúrát támogató intézkedések értékelése Széchenyi Terv Plusz (gov.hu) https://archive.palyazat.gov.hu/zld-kk-infrastruktrt-tmogat-intzkedsek-rtkelse	2023

	Kék-zöld infrastruktúra, útmutatók, esettanulmányok – Külföldi gyakorlat	
26	Case Study: Copenhagen Adopts a Mandatory Green Roof Policy, INHABITAT (June 9, 2010) (<i>Esettanulmány: Koppenhága kötelező zöldtető-politikát fogad el, 2010</i>) https://inhabitat.com/copenhagen-adopts-a-mandatory-green-roof-policy https://epiteszforum.hu/klima-adaptiv-utca-koppenhagaban	2010, 2015
27	J. Abbott, P. Davies, P. Simkins, C. Morgan, D. Levin, P. Robinson (2013) Creating water sensitive places - Scoping the potential for water sensitive urban design in the UK. CIRIA, London (<i>Vízérzékeny helyek létrehozása – a vízérzékeny várostervezés lehetőségeinek kiaknázása az Egyesült Királyságban</i>) https://www.susdrain.org/files/resources/ciria_guidance/wsud_ideas_book.pdf https://database.waterwise.org.uk/wp-content/uploads/2019/10/CIRIA-2013_Creating-Water-Sensitive-Place.compressed.pdf	2013
28	Case Study: Green Roofs in Basel, Switzerland: Combining Mitigation and Adaptation Measures (2015) (<i>Esettanulmány: Zöldtetők Bázelen, Svájcban: a mérséklő és az alkalmazkodási intézkedések kombinálása</i>) https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/case-studies/green-roofs-in-basel-switzerland-combining-mitigation-and-adaptation-measures-1	2015
29	Case Study: Four Pillars to Hamburg's Green Roof Strategy: Financial Incentive, Dialogue, Regulation, and Science (2016) (<i>Esettanulmány: A hamburgi zöldtető-stratégia négy pillére: pénzügyi ösztönzés, párbeszéd, szabályozás és tudomány</i>) https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/case-studies/four-pillars-to-hamburg2019s-green-roof-strategy-financial-incentive-dialogue-regulation-and-science https://www.hamburg.de/resource/blob/281686/36db7143a42e38227e10190fc8262bb2/d-guidelines-data.pdf	2016 2021
30	Case Study: The refurbishment of Gomeznarro park in Madrid focused on storm water retention (<i>Esettanulmány: A madridi Gomeznarro park felújítása, amely a csapadékvíz visszatartására összpontosított</i>)	2016

	https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/case-studies/the-refurbishment-of-gomeznarro-park-in-madrid-focused-on-storm-water-retention	
31	Case study: Environment friendly urban street design for decentralized ecological rainwater management in Ober-Grafendorf-Lower-Austria (<i>Esettanulmány: Környezetbarát városi utcatervezés a decentralizált ökológiai esővízkezeléshez Ober-Grafendorfban, Alsó-Ausztriában</i>) https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/case-studies/environment-friendly-urban-street-design-for-decentralized-ecological-rainwater-management-in-ober-grafendorf-lower-austria	2017
32	Case study: Berlin Biotope Area Factor – Implementation of guidelines helping to control temperature and runoff (<i>Esettanulmány: Zöld és kék terek adaptációja városi területekhez és ökovárosokhoz (GRaBS) Berlin</i>) https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/case-studies/berlin-biotope-area-factor-2013-implementation-of-guidelines-helping-to-control-temperature-and-runoff	2020
33	Case study: The Resource Portal for Green Roofs - Amsterdam's Gorgeous Green Roofs Have Hidden Reservoirs to Capture Rainwater (<i>Esettanulmány: Amszterdam gyönyörű zöld háztetői tározókat rejtenek az esővíz visszatartására</i>) https://www.greenroofs.com/2024/09/24/amsterdams-gorgeous-green-roofs-have-hidden-reservoirs-to-capture-rainwater/ https://www.fastcompany.com/91191736/amsterdam-blue-green-roofs-rainwater-flooding	2024
34	Case study: Melbourne – Urban water – Water Sensitive Urban Design (<i>Esettanulmány: A Howard Street esőkertjei, Fitzroy Gardens, Royal Park</i>) https://www.melbourne.vic.gov.au/urban-water https://www.melbourne.vic.gov.au/water-sensitive-urban-design https://www.melbourne.vic.gov.au/howard-street-raingardens	
35	Az Egyesült Királyság vezető független zöldtetős webhelye: Livingroofs.org https://livingroofs.org/introduction-types-green-roof/blue-green-roof-cities-stormwater/	2024

36	Roofscapes Inc. Roofmeadow https://greenroofs.org/members/roofmeadow https://riverbendgreenroofs.com/ https://studio-sustena.com/property-category/parks-municipalities/	
	Ajánlott honlapok	
37	United States Agency for International Development (USAID): Green Infrastructure Resource Guide (<i>Zöld infrastruktúra erőforrás-útmutató</i>) https://www.usaid.gov/infrastructure/green-infrastructure-resource-guide	
38	United States Agency for International Development (USAID): Engaging the Private Sector in Green Infrastructure Development and Financing (<i>A magánszektor bevonása a zöld infrastruktúra fejlesztésébe és finanszírozásába</i>) https://www.climatelinks.org/resources/engaging-private-sector-green-infrastructure-development-and-financing-pathway-toward	
39	University of Oxford & IIED: Policy and knowledge platform for Nature-based Solutions – includes numerous articles and case studies providing example of implementation and evidence for their effectiveness (<i>Dinamikus globális politikai platform az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodáshoz és a természet alapú megoldásokhoz</i>) https://weadapt.org/knowledge-base/national-adaptation-planning/nature-based-solutions-policy-platform/	
40	Landscape Institute: Green Infrastructure: An integrated approach to land use (<i>Zöld Infrastruktúra - A területhasználat integrált megközelítése</i>) https://www.landscapeinstitute.org/wp-content/uploads/2016/03/Green-Infrastructure_an-integrated-approach-to-land-use.pdf	
41	The Biophilic Cities Project: Biophilic Cities (<i>A városok és a természet összekapcsolása</i>) https://www.biophiliccities.org/	

42	European Environment Agency: The role of green infrastructure in mitigating the impacts of weather- and climate change-related natural hazards (<i>A zöld infrastruktúra szerepe az időjárási és klímaváltozással összefüggő természeti veszélyek hatásainak mérséklésében</i>) https://weadapt.org/knowledge-base/transforming-development-and-disaster-risk/exploring-nature-based-solutions/	
43	Urban green infrastructure planning and nature-based solutions (<i>Városi zöld infrastruktúra tervezés és természet alapú megoldások</i>) https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/adaptation-options/green-spaces-and-corridors-in-urban-areas	

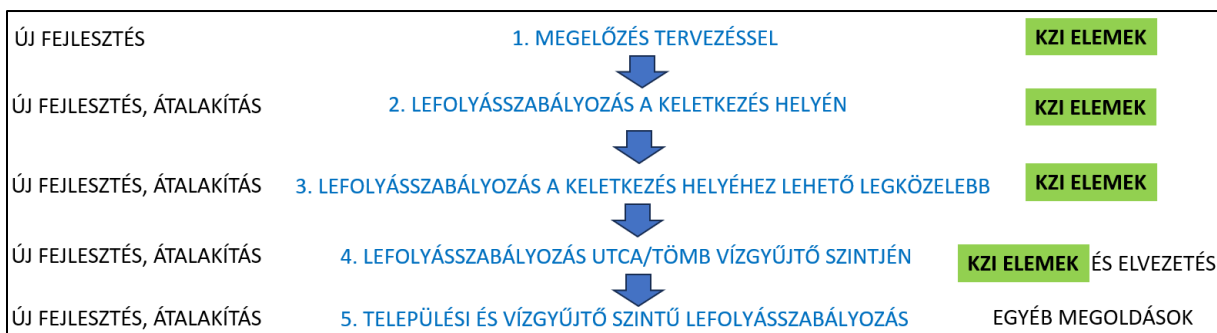
5. KZI elemek tervezési folyamata, a tervezés, kiválasztás egymásra épülése

5.1. KZI tervezés és alkalmazás egymásra épülése

A területfejlesztésnek a vízgyűjtők természetes vízkörforgására gyakorolt negatív hatásait - a vízszennyezést, a lefolyó víz megnövekedett hozamát és sebességét - azzal csökkenthetjük, hogy a fejlesztések során a fejlesztés előtti lefolyási viszonyokat megőrizzük, vagy annak megfelelő állapotokat hozunk létre. Ezen cél elérésnek eszközei lehetnek a KZI elemek - **zöld tetők, esőkertek, biovápák, esővíz gyűjtés, vízáteresztő burkolatok** – betervezése, alkalmazása. A hatékonyság érdekében a csapadék keletkezésének a helyén, vagy, ahol ez nem lehetséges, ahhoz a lehető legközelebb kell a KZI elemeket alkalmazni. A tervezési területen az alábbiak tartoznak az elsődleges célok közé:

- a záporvíznek a keletkezés helyéhez legközelebbi kezelése mind mennyiségi-, mind minőségi szempontból,
- a káros hatások enyhítése helyett és előtt a lehetőség szerinti megelőzés az elsődleges,
- a szerkezeti megoldások helyett lehetőség szerint a gyakran olcsóbb és kisebb karbantartási igényt támasztó egyszerű-, nem szerkezeti megoldások alkalmazása,
- a jól megválasztott KZI megoldások a következő előnyöket nyújthatják:
 - csökkentett építési költség,
 - megnövekedett ingatlanérték,
 - nagyobb szabad terület,
 - gyalogosbarátabb fejlesztés,
 - esztétikusabb és természetesen vonzó környezet,
 - a biodiverzitás és élőhelytámogatás megvalósulása,
 - újrahasznosítható esővízkészlet.

A fenntartható csatornázás technikáinak sorban, egymást követően történő alkalmazása fokozatosan csökkenti a területfejlesztéseknek a vizek természetes körforgását negatívan befolyásoló hatásait: a vízszennyezést, a lefolyó víz megnövekedett hozamát és sebességét. A megfelelően alkalmazandó KZI elemeknek a megválasztását és sorrendjét az alábbi szempontok határozzák meg:



1. ábra: a KZI-tervezés és alkalmazás léptéke, a megoldások rangsora

5.1.1. Megelőzés tervezéssel

Új fejlesztések alkalmával, a tervezés fázisában hatékonyabban lehet megvalósítani a KZI elemeket, mint utólagos átalakítással, ezért a megelőzés lehetőségét mindig ki kell használni, ez elsődleges a további -2.,3.,4., 5. – megoldásokkal szemben. Az ingatlanok jó tervezésével majd fenntartásával a negatív hatások egy része hatékonyan megelőzhető. A jó tervezés szempontjai:

- a meglévő növényzet és topográfiai sajátosságok, pl. mélyedések, vízerek megőrzése
- a porózus talajok nyújtotta lehetőségek kihasználása
- burkolt utak hosszának és szélességének a szükséges minimálisra csökkentése
- az épületek területének a szükséges minimálisra csökkentése
- zöld tetők betervezése
- az építési helyen belül az épületet az úthoz lehető legközelebbre történő elhelyezése
- az elkerülhetetlenül vízzáró burkolattal ellátott utakról lefolyó csapadékvíz füvesített biovápákba történő elvezetése
- a kocsibeállók és parkolók ellátása vízáteresztő burkolattal
- járda építése az útnak csak az egyik oldalán

5.1.2. Lefolyásszabályozás a keletkezés helyén

A burkolt felületek okoznak változást a természetes vízkörforgásban és ezt nem lehet teljes mértékben megelőzni. A csapadék lefolyás szabályozását az ingatlanokon belül és közterületen a keletkezésének helyén (ahová a lehullik: tetőfelület, burkolt út, parkoló) valósítjuk meg zöld tetők, vízáteresztő burkolatok és az esővíz gyűjtés

technikáinak alkalmazásával, illetve bevezetésével a korábbi fejlesztések területein. Ezzel elkerülhető a lefolyó esővíz összegyűjtése és elvezetése, így előnyt élvez a további – 3.,4.,5. - megoldásokkal szemben.

5.1.3. Lefolyásszabályozás a keletkezés helyéhez legközelebb

A csapadék lefolyás szabályozását a keletkezés helyéhez a lehető legközelebb valósítjuk meg **esőkertek, biovápák** alkalmazásával, illetve felújítás, átalakítás alkalmával történő bevezetésével a korábbi fejlesztések területein. Ezekhez a lehető legrövidebb útvonalon vezetjük el a keletkező esővizet, miáltal elkerülhető a lefolyó esővíz nagyobb mennyiségének összegyűjtése és távolabb történő kezelése, így előnyt élvez a további megoldásokkal - 4., 5. – szemben.

5.1.4. Lefolyásszabályozás kis részvízgyűjtő szintjén

A csapadék lefolyás szabályozását **esőkertek/beszivárogtató medencék, vízáteresztő burkolatok** alkalmazásával valósítjuk meg a közterületi ingatlanok és a háztömbök szintjén alkalmazva (angol eredetiből tükörfordítással: site: helyszín, neighborhood: utca, szomszédság, helyi közösség) akár új, akár meglévő fejlesztések felújítása, átalakítása alkalmával.

5.1.5. Települési és vízgyűjtő szintű lefolyásszabályozás

A csapadék lefolyás szabályozását egy vagy több helyszínről, tömbök vízgyűjtőterületeiről csatornán érkező záporvíz kiegyenlítő tározásával valósítjuk meg jellemzően **ideiglenes, vagy állandó tóval**, illetve wetlanddel. Ezek nem zöld-infrastruktúra elemek, mert a keletkezés helyétől távolabb, a vízgyűjtő alján alkalmazott úgynevezett csővégi (end-of pipe) megoldásoknak számítanak. Ugyanakkor a KZI mint rendszer optimális működésében szerepet kapnak ezek a zöld- és vízfelületek is. A keletkezés helyén alkalmazott elemek és ezek sorba kapcsolt rendszerei irányából is érkezhetnek túlfolyó vizek a kapacitásukat meghaladó csapadékok idején, így ezeknek a megoldásoknak is megvan a létjogosultságuk, de nem KZI elemek. Továbbá lehetnek a keletkezés helyén történő alkalmazásnak kizáró okai, ami szintén alátámasztja a települési és térségi-, nagyobb vízgyűjtő szintjén alkalmazott megoldások létjogosultságát. Végül alapelv, hogy csak azt a vizet vezetjük el a keletkezés helyéről, amelyet nem tudunk helyben kezelni.

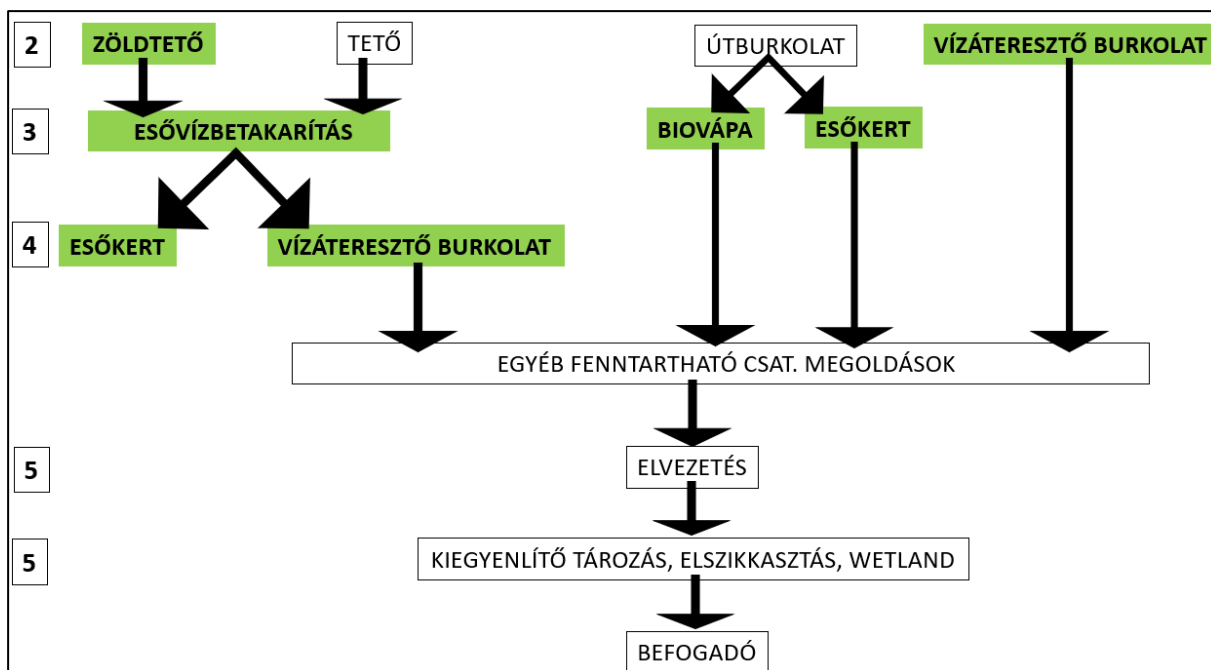
5.2. Alkalmazandó KZI elem kiválasztása

5.2.1. KZI eleme kiválasztása és elvárt eredmények

A felsorolt KZI elemek - **zöld tetők, esőkertek, biovápák, esővízgyűjtés, vízáteresztő burkolatok** - sorba kapcsolhatók, egymással és a vízelvezető rendszer egyéb elemeivel kombinálhatók (2. ábra). Az egyik KZI elemből túlfolyó esővíznek a következő KZI elem lehet a befogadója, végül természetes befogadóba vezethetjük egy wetland közbeiktatásával, vagy csatornába vezethetjük, amelyen akár több off-line tározó is elhelyezhető. A tározók és wetlandek nem KZI elemek, viszont a KZI-nek mint rendszernek fontos részét képezik. A felsorolt KZI elemek között nincs rangsor, egyenértékű megoldások és az alkalmazás helyének adottságai döntenek el, melyiket alkalmazzuk és melyik másikkal kombináljuk.

A tervezés további lépéseit segítő információk - adatigény, méretezés, túlfolyó megoldások, alkalmazott anyagok, növényzet – szintén a következő fejezet tartalmazza, példákkal együtt. A vízügyi tervezés során más szakmák képviselőivel is összhangban kell a megoldásokat kidolgozni, de a segédlet nem foglalja magába ezeket az ismereteket. Például a megfelelő növényzet megválasztására csak utal a segédlet, ahogy a zöldtetők esetében a tetőszerkezet statikai méretezésére, a tűzvédelemre, a biovápák esetében az úttervezésre, a talajmechanikai szakvélemény tartalmára is csak utalás történik.

A méretezéshez kapcsolódóan itt előre bocsátjuk, hogy két szinten méretezzük a KZI elemeket, egyrészt a vízminőségjavítást elősegítő mennyiségre, mely csak egy részét foglalja el a létesítményeknek és amely megtisztítva jut tovább a talajba, vagy a következő, lejjebb elhelyezett KZI elembe. A segédlet céljából ezt a mennyiséget elnevezzük kezelendő vízmennyiségnek. Vmin célja minden várható csapadék első, szennyezett hullámának visszatartása és tisztítása. Nagysága függ a hely hidrológiai tulajdonságaitól, a talajtípustól, a vízáteresztő képességtől. Számítások szerint ez 10÷15 mm csapadékmagasságnak felel meg, melyet mindig csak a burkolt felületekre számítunk ki. A hidraulikai méretezés célja, hogy a KZI elemeknek olyan geometriai méreteket határozzunk meg, amelyek lehetővé teszik, a mértékadó csapadékból lefolyó vízmennyiség befogadását. A mértékadó csapadék általában a 10 évenként egyszer előforduló csapadék.



2. ábra: a KZI elemek sorban történő alkalmazása és kapcsolatuk a vízvezető csatornarendszer többi eleméhez; a számok a megoldások rangsorában elfoglalt helyüket jelölik

A következő három táblázatban a segédlet ismerteti mindegyik KZI elem előnyeit, hátrányait, a hátrányok közül kiemelve a kizáró és korlátozó tényezőket, a vízminőségjavítás és a vízviasszatartás terén várható teljesítményüket, az alkalmazhatóságukat - milyen területen alkalmazható és átalakítás során is választható megoldást jelent-e. Ezek a szempontok fontosak lesznek a választás alkalmával.

1. táblázat: előnyök és hátrányok táblázata

KZI	ELŐNYÖK	HÁTRÁNYOK
ZÖLDTETŐK	• az épület területén a fejlesztés előtti állapotot utánozza a vízkörforgás szempontjából • jó hatásfokkal távolítja el a városi területek légszennyező anyagait • sűrű beépítésű területeken is alkalmazható • esetenként átalakítással is bevezethető • ökológiai-, esztétikai és jóléti előnyök • nincs további területigény • javítja a levegőminőséget • növeli a városi területek levegőjének páratartalmát • hőszigetelő hatást biztosít az épületeknek a szélsőséges léghőmérsékletek időszakában • csökkenti a tetőmembránok hőtágulását • hangelnyelő hatás	• magasabb költség a hagyományos vízelvezetéshez viszonyítva • meredek tetőkön nem alkalmazható • az átalakítással történő bevezetését korlátozhatja a tetőgeometria és statikai terhelhetőség • a tető növényzetének ápolására lehet szükség • a víz helyben tartása miatt a vízzáró szigetelés sérülése nagyobb kockázatot jelent
ESŐVÍZ-GYŰJTÉS	• záporvíz kezelés a keletkezés helyén • csökkenti a vezetékes víz iránti igényt	• egészségügyi kockázat • komplex és költséges rendszer • esztétikailag kedvezőtlen a fesház fölötti tartály

ESŐKERTEK	• csökkenti a vízgyűjtőtől távozó vízmennyiséget • nagyon hatékony lehet a szennyező anyagok eltávolításában a talajszűrés révén hozzájárul a felszín alatti vizek utánpótlásához és az alapvízhozam növeléséhez • egyszerűen és költséghatékonyan létesíthető • a teljesítmény változás könnyen megállapítható	• potenciálisan magas meghibásodási arány a helytelen elhelyezés, a rossz tervezés és a karbantartás hiánya miatt, különösen, ha nem alkalmaznak megfelelő előkezelést • a beszivárgásra való alkalmasság megerősítéséhez szükséges a talajmechanikai vizsgálat • nem alkalmazható szennyezett területeken, vagy onnan érkező lefolyás kezelésére • nagy, sík területet igényel
BIOVÁPÁK	• jól tájbailleszthető • magas szennyezőanyageltávolítás • csökkenti a lefolyás hozamát és mennyiségét • alacsony beruházási költség • a fenntartás az általános parkfenntartással összeegyeztethető • a szennyezés és eltömődés könnyen felfedezhető és javítható	• meredek terepen nem alkalmazható • útszéli parkolás akadályt jelent • korlátozza a fák telepítését • a kapcsolódó vízelvezető rendszer eltömődését okozhatja

VÍZÁTERESZTŐ BURKOLATOK	• magas szennyezőanyageltávolítás • szigeteléssel alkalmazható, ahol a beszivárogtatásnak akadálya van • jelentősen csökkenti a lefolyás hozamát és mennyiségét • sűrű beépítésű területeken is alkalmazható • az átalakítással történő bevezetésre is jól alkalmazható • nincs további helyigénye, multifunkcionális helykihasználást tesz lehetővé • alacsony karbantartási igény • a víznyelő aknák ürítést igényelnek • csökkenti a jegesedés és tócsaképződés mértékét • magas a társadalmi elfogadottsága	• nem alkalmazható olyan helyen, ahová nagy mennyiségű üledék érkezik a lefolyó csapadékvízzel • nagy forgalmú és nagy megengedett sebességű utakon nem alkalmazható • nem megfelelő karbantartás hosszú távon gyomosodást és eltömődést okozhat
-------------------------	--	--

2. Táblázat: a döntéselőkészítéshez

KZI ELEMÉK→	ZÖLDTETŐ	ESŐVÍZ- GYŰJTÉS	ESŐKERT	BIOVÁPA	VÍZ- ÁTERESZ- TŐ BURKOLAT
TELJESÍTMÉNY					
csúcs vízhozam csökkentése	közepes	magas	közepes	közepes	jó
lefolyás mennyiségének csökkentése	közepes	magas	jó	közepes	jó
vízminőség javítás	jó	alacsony	jó	jó	jó
kellemesség, kényelem növelése	jó	alacsony	jó	közepes	alacsony
ökológiai hatás	jó	alacsony	jó	közepes	alacsony
HELVE A RANGSORBAN, a tervezés léptéke	lefolyás szabályozás a keletkezés helyén (1.)	lefolyás szabá- lyozás a keletkezé s helyén (1.)	lefolyás szabá- lyozás a keletkezé s helyéhez közel (2.)	lefolyás szabá- lyozás a keletkezés helyén (1.) és ahhoz közel (2.) elvezetés (5.)	lefolyás szabá- lyozás a keletkezés helyén (1.) és ahhoz közel (2.)
A TERVEZÉSI TERÜLET ALKALMASSÁG A					
átalakítással bevezethető	+	+	-	korlátozott	+
lakóövezet	+	+	+	+	+
ipari/keresk. övezet	+	+	+	+	+
sűrű beépítésű terület	+	+	-	korlátozott	+
szennyezett terület	+	+	-	+ szigete- léssel	+ szigete- léssel

sérülékeny vízbázis fölött	+	+	-	+ szigete- léssel	+ szigete- léssel
KÖLTSÉG- TÉNYEZŐK					
helyfoglalás	nincs	nincs	magas	magas	alacsony
beruházás költsége	alacsony ÷ magas (tető méretének, típusának, terhelhetősé- gének függvénye)	magas	alacsony	alacsony	közepes
fenntartási igény	közepes	közepes	alacsony	közepes	alacsony
SZENNYEZŐ ANYAG ELTÁVOLÍTÁS					
összes lebegőanyag	magas	magas	magas	magas	magas
növényi tápanyagok	alacsony	alacsony	közepes	alacsony	magas
nehézfémek	közepes	közepes	magas	közepes	magas

5.2.2. Kizáró okok

3. táblázat: Korlátozó tényezők, kizáró okok

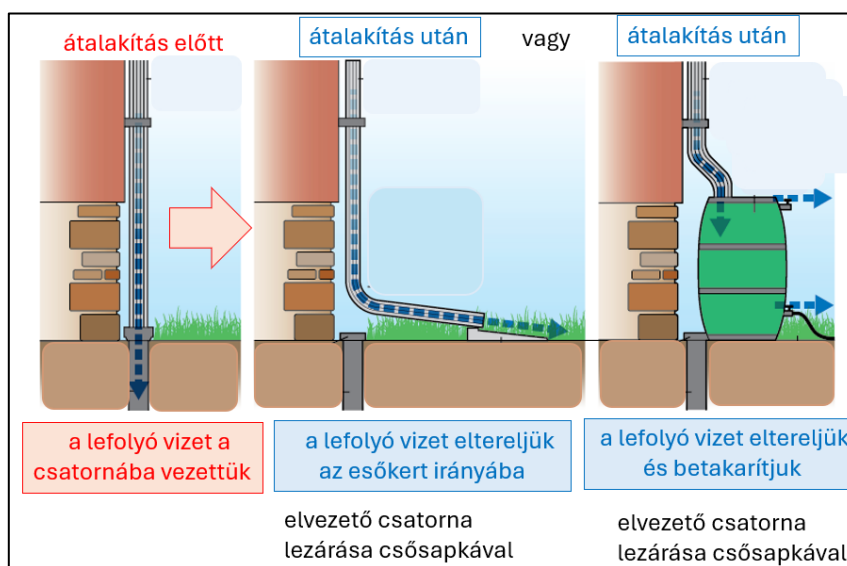
ZÖLDTETŐK	• meredek tetőkön nem alkalmazható • az átalakítással történő bevezetését korlátozhatja a tetőgeometria és a statikai terhelhetőség
ESŐVÍZGYŰJTÉS	• gazdaságosság
ESŐKERT	• a beszivárgásra való alkalmasság megerősítéséhez szükséges a talajmechanikai vizsgálat • nem alkalmazható szennyezett területeken, vagy onnan érkező lefolyás kezelésére
BIOVÁPA	• meredek terepen nem alkalmazható • útszéli parkolás akadályt jelent
VÍZÁTERESZTŐ BURKOLAT	• nem alkalmazható olyan helyen, ahová nagy mennyiségű üledék érkezik a lefolyó csapadékvízzel • nagy forgalmú és nagy megengedett sebességű utakon nem alkalmazható

6. KÉK-ZÖLD INFRASTRUKTÚRA ELEMÉK TERVEZÉSI SZEMPONTJAI, MÉRETEZÉSÜK, ANYAGHASZNÁLAT

6.1. Esőkertek

6.1.1. Alap változat, kialakítás

Az esőkertekbe vezetjük a közeli tetőfelületről, autóbeálló burkolt felületéről, zöld felületről lefolyó záporvizet (2., 3. kép). Az esőkert egy mélyedés, amelyet a mértékadó zápor idején érkező víz befogadására alkalmas térfogattal és biztonsági magassággal alakítjuk ki és vizet kedvelő, valamint szárazságot tűrő növényeket ültetünk bele. A tető ereszcatornájának lefolyócsövét le kell választani az elvezető csatornáról, hogy a lefolyó esővizet a lehető legközelebb kialakított esőkertbe irányíthassuk (3. ábra).



3. ábra: ereszcatorna leválasztás és a víz elterelése KZI elembe

Az esőkertek átlagos kertnek látszanak, de beszivárogtató-, vízvisszatartó képességük a kb. 15 cm-es mélyedés miatt az átlagosnál jóval nagyobbak (4. ábra). Olyan helyet kell számára választani, ami eredetileg is mélyebben van a környezetéhez képest, így ez majd megkönnyíti a víz odaterelését. Utólag is kivitelezhető és a lakók tetszése szerint alakítható megoldások. Bokrokat, virágokat, fűvet telepíthetünk bele. Átgondolt megoldással kevés gondozást igényel. Az első két évben a növényzet megerősödéséig öntözést igényelhet. Ezt követően időszakos gyomláláson kívül nem kell gondozni.



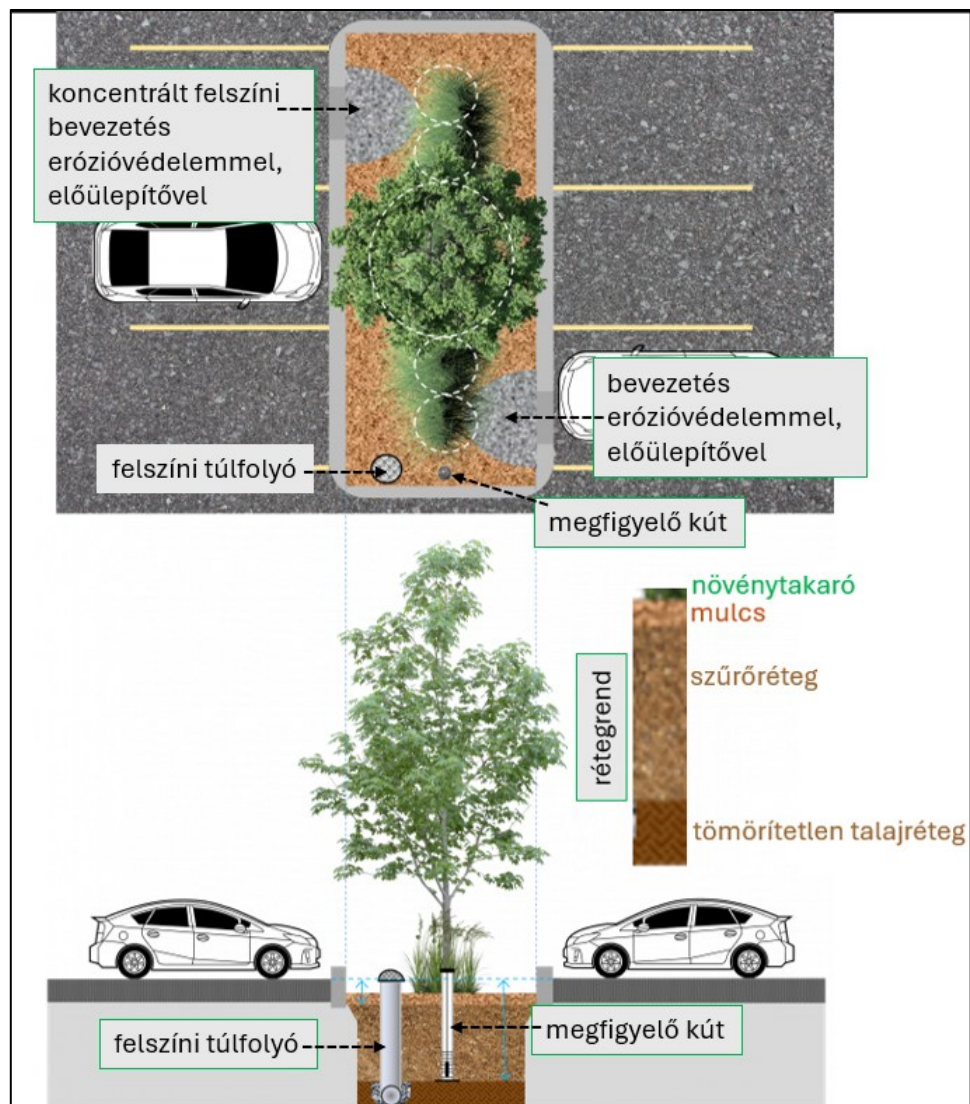
4. ábra: egyszerű esőkert a tetőről lefolyó víz befogadására és beszivárogtatására

6.1.2. A továbbfejlesztett változatok: bio vízvisszatartó kialakítással

Ma már csak a fent leírt legegyszerűbb megoldást nevezzük esőkertnek. A továbbfejlesztett változatait bio vízvisszatartó KZI elemeknek nevezzük. A továbbfejlesztés irányai.

- Talajcserével javított esőkert: a meglévő talajt jó vízelvezető tulajdonságú és szervesanyag tartalmú megtervezett talajkeverékre cseréljük, ami akár az összes víz beszivárogtatását lehetővé teszi (5. ábra). A V_{min} bevezetett vízmennyiség a 3. ábrán látható rétegre átjutva a tömörítetlen altalajba szivárog. A túlfolyón keresztül a V_{min} -t meghaladó bevezetett vízmennyiséget a túlfolyón keresztül vezetjük csatornába, vagy egy lejjebb kiépített KZI elembe, vagy valamilyen más fenntartható csatorna elembe.

- Drén-rendszerrel és talajcserével javított esőkert: a felszínről beszivárgó víz egészének, vagy egy részének elvezetésére szolgáló drénrendszer (részleges beszivárogtatás) (6.ábra)
- Bioszűrés és elvezetés: az összes felszínről bevezetett víz bioszűrésre, majd elvezetésre kerül; nincs beszivárogtatás a talajba, csak szűrés (8. ábra). Ide tartoznak a növényes vályúk, amik a sűrű beépítésű belvárosi területeken alkalmazott kisebb helyigényű megoldások. (Ezeknek épített függőleges oldalai vannak, emiatt kisebb a helyigényük (5., 6. kép).



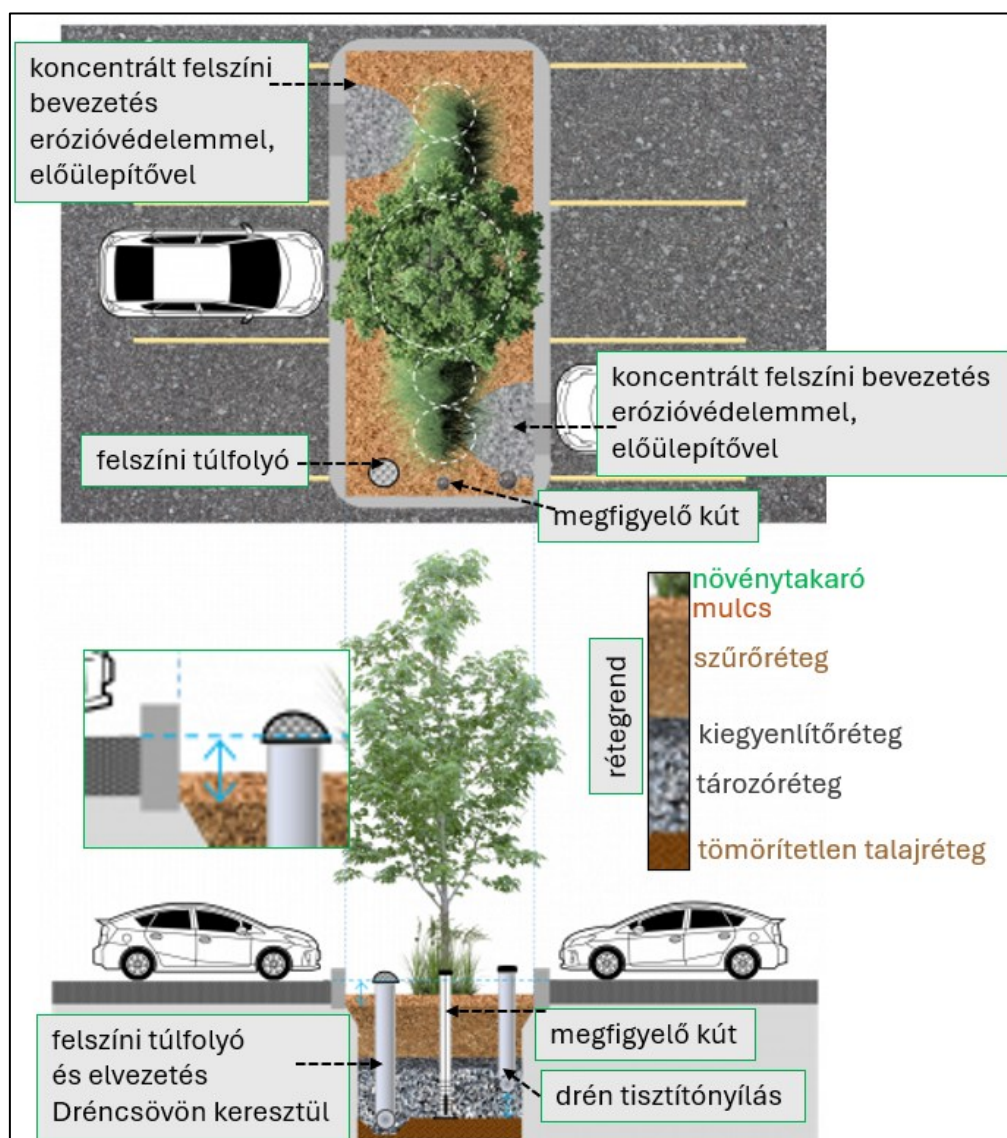
5. ábra: talajcserével javított, drénrendszer nélkül működtetett esőkert

A KZI rendszer szempontjából elvárt minimális V_{min} visszatartására, helyben tartására kialakított kismélységű, növényekkel betelepített KZI elemek (6. ábra). A fenék alatt tervezett talajkeveréket kell elhelyezni, ami szennyezőanyag eltávolítás – bioszűrés -

és vízfelvétel, párologtatás tekintetében egyaránt a legnagyobb hatásokkal működteti a KZI elemet és lehetővé teszi a vizes és száraz időszakok váltakozása között a porüstérfogat megőrzését egészséges növénytakaró fenntartása mellett.

Ha az altalaj vízáteresztő képessége kisebb, mint 15 mm/h, szükséges a fölösleges víz elvezetéséről gondoskodni.

A V_{min} bevezetett vízmennyiség a **6. ábrán** látható rétegrenden átjutva a tömörítetlen altalajba szivárog. A drénrendszer alatt nincs vízzáró fólia, tehát a beszivárgás lehetséges.

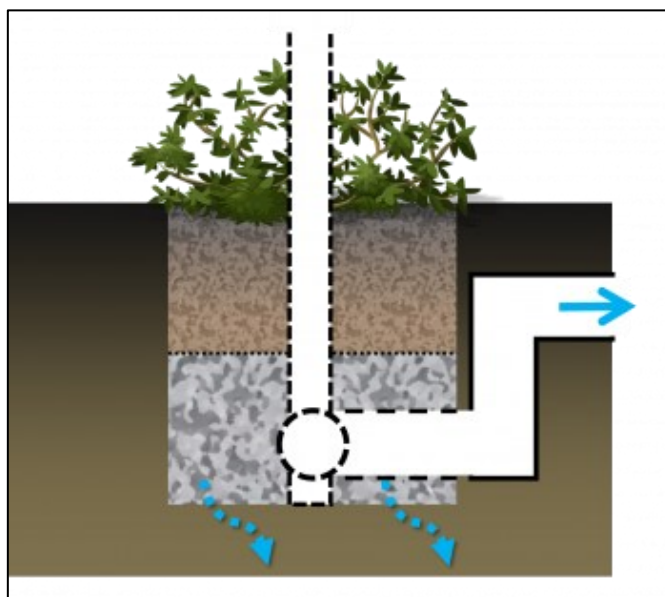


6. ábra: drén-rendszerrel és talajcserével javított esőkert

A V_{min} -t meghaladó bevezetett vízmennyiség egy részét a túlfolyón majd a drén-rendszeren keresztül vezetjük csatornába, vagy egy lejjebb kiépített KZI elembe, vagy

valamilyen más fenntartható csatorna elembe. A túlfolyó szintje nem lehet a környező terület felszínénél magasabban (6. ábra).

A $V_{\min}$ -t meghaladó bevezetett vízmennyiség másik részét a szűrést követően a drénrendszeren keresztül tovább vezetjük csatornába, vagy egy lejjebb kiépített KZI elembe, vagy valamilyen más fenntartható csatorna elembe. Az elvezetés egy kavicságyba fektetett dréncsőn keresztül történik. A kavicsréteg egyben tározóréteggént funkcionál, amelynek optimális működését a dréncsőkivezetés szintjének megfelelő beállításával biztosíthatjuk (7. ábra).



7. ábra: az elvezetés szintje tartós vízállást

Tervezési szempontok

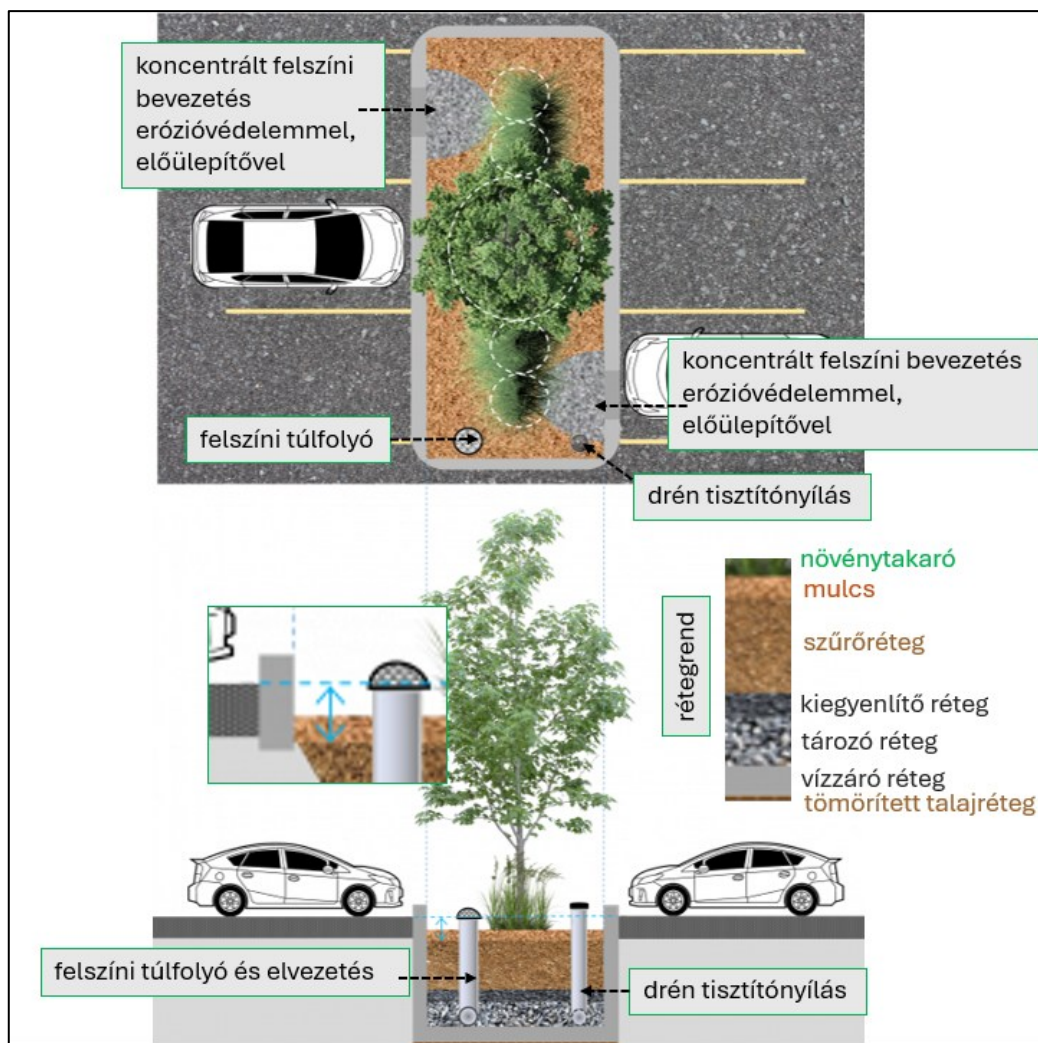
A tervezéskor szem előtt kell tartani, hogy

- talajvizsgálati jelentés korlátozhatja az alkalmazását
- A vízzáró vízgyűjtőterület mérete 4 ezer ÷ 20 ezer m².
- A vízzáró vízgyűjtő területnek kb 10%-át célszerű KZI elemek elhelyezésére fenntartani. Sok kis KZI elem nagyobb hatásfokot eredményez, mint kevés nagyobb, ezért javasolt egy egységhez legfeljebb 0,8 ha területről vezetni vizet. A KZI elve szerint a keletkezés helyéhez legközelebb kell megoldani a beszivárogtatást.
- A vízzáró felületek, ahonnan vizet fogad a KZI elem, magasabban helyezkedjenek el, mint a KZI elem partéle.

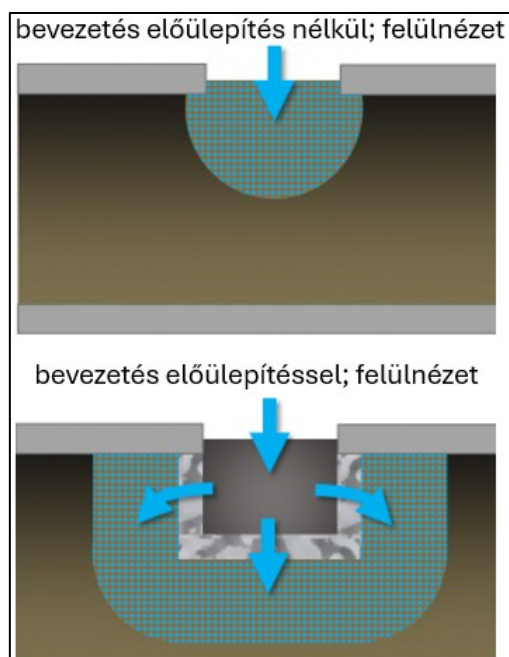
- a vízzáró felületeken, ahonnan vizet fogad a KZI elem, ne halmozódhasson fel hulladék, szemcsés szennyezőanyag, amely később eltömítheti a bioszűrő egységet
- a környezet maximum 5% eséssel lejtson a KZI elem irányába
- Ha a vízzáró felületeken, ahonnan vizet fogad a KZI elem, eróziós folyamatok, vagy talajfelhordás várható, a KZI elem eltömődése érdekében előtisztítást - előülepítő megoldást – kell kialakítani. A felszínről koncentrált módon történő bevezetéskor ez egyben a vízhozam egyenletessé tételét, elosztását is biztosítja (9.ábra), ami a megoldás hatásfokát növeli. Az előülepítő medence térfogata $0,1 \div 0,2 V_{\min}$. Az előülepítőt fémlemez, vagy betonlemez, vagy földgát választja el a medence többi részétől. Az előülepítő célja a lebegőanyag visszatartása. A könnyebb tisztítás érdekében betonozott fenékkal láthatjuk el.
- célszerű energiacsökkentéssel bevezetni a vizet, főleg, ha magasról, pl. tetőről érkezik
- a koncentrált bevezetés helyett lehetőség szerint vízhozamkiegyenlítő megoldást javasolt alkalmazni (7., 8. kép)
- $15 \div 30$ cm vízmélység a mederfenéktől számítva
- $5 \div 8$ cm mulcsréteg
- a tervezett talajkeverék javasolt vastagsága legalább 60 cm, legjobb, ha 90 cm
- 15 cm szűrőréteg javasolt (4.kép). Tulajdonságok: $25 \div 250$ mm/h; porozitás 35%;
- $40 \div 80$ cm vastag kavicsréteg, ami egyben tározókapacitást jelent
- D150 mm dréncső

A beszivárogtatás elmarad helyi adottságok miatt a mértékadó talajvíz 1m-en belül megközelítené a szivárgási síkot, vagy szennyezett víz befogadása és szűrése történik, vagy sérülékeny vízbázis fölött helyezkedik el a létesítmény. A vízzárást betonszerkezet, vagy HDPE fóliából kialakított medence biztosítja. A vízzáró HDPE fólia védelme érdekében homokréteg kerül a kavics tározóréteg alá.

A betonmedencében működtetett, - növényes vályúknak nevezhető - megoldás is ide tartozik (5., 6. kép). A 10. ábrán látható megoldásban a növényes vályúból túlfolyó vizet a drén-rendszeren keresztül vízáteresztő burkolatra vezetik, ami a KZI elemek sorba kapcsolására jó példa. A 5. képen a járda felől megszakított szegélykövet alkalmaztak, az út felől víznyelő aknából vezetik a lefolyó záporvizet a növényes vályúba.



8. ábra: beszivárogatás nélkül működtetett bio szűrő- és vízviisszatartó rendszer

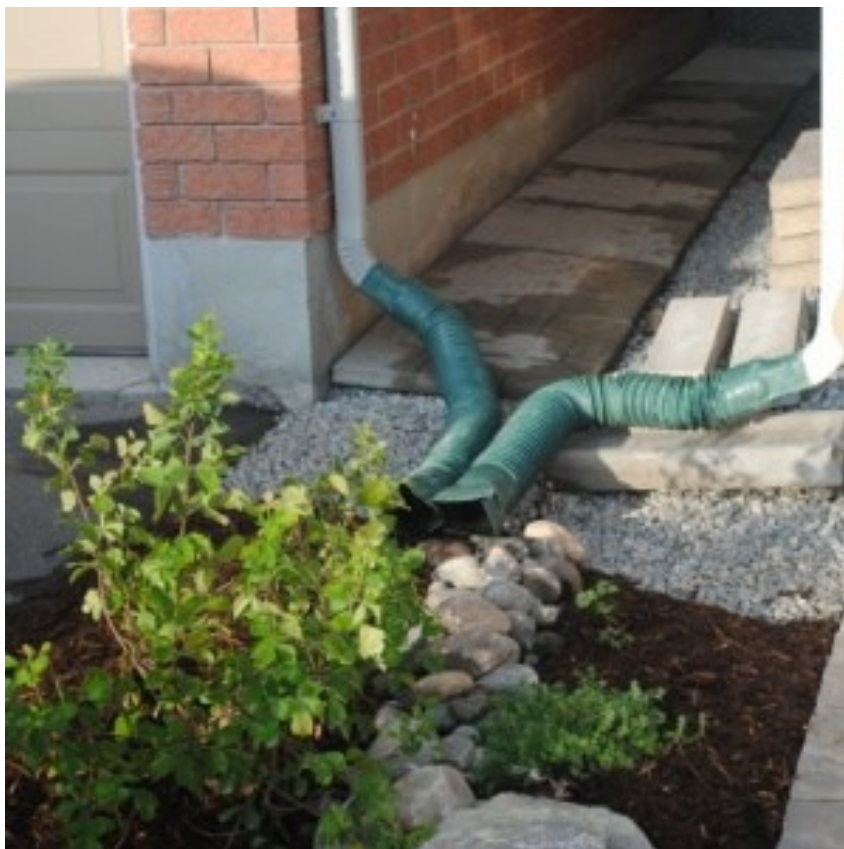


9. ábra: bevezetés előülepítéssel és anélkül



10. ábra: növényes vályú és vízáteresztő burkolat kombinációja

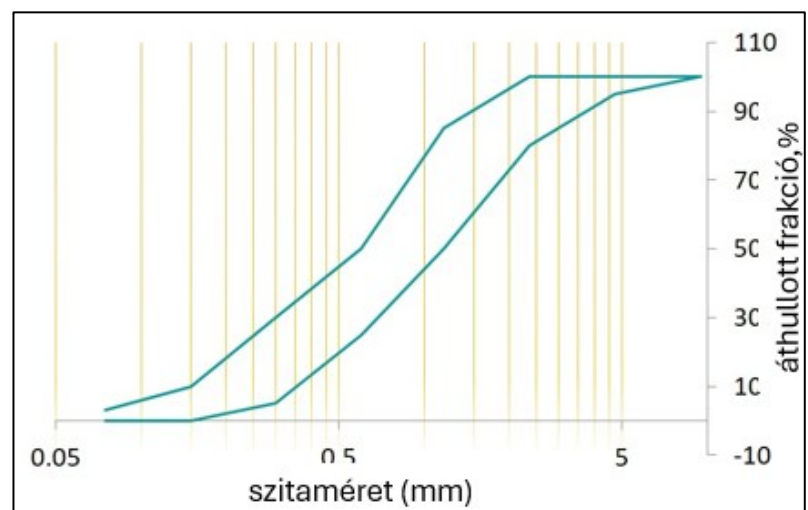
KÉPEK



2.kép: esővíz levezető cső leválasztása, az esővíz esőkertbe irányítása



3.kép: kocsibeállóról esőkertbe vezetett víz



4.kép: szűrőréteg javasolt szemcsemérete



5.kép: növényes vályú



6. kép növényes vályú



7.kép: vízhozamkiegyenlítést biztosító megoldás



8. kép: vízhozamkiegyenlítést és energiacsökkentést biztosító megoldás

6.1.3. Esőkertek fenntartási igénye

szemét eltávolítása a KZI felületéről	havonta
Üledék eltávolítása a bevezetések körül	havonta
gyomlálás	havonta
Drén-rendszer mosatása	negyedévente
metszés	évente
Hiánypótló vetés/ültetés	évente
szerkezetellenőrzés	évente

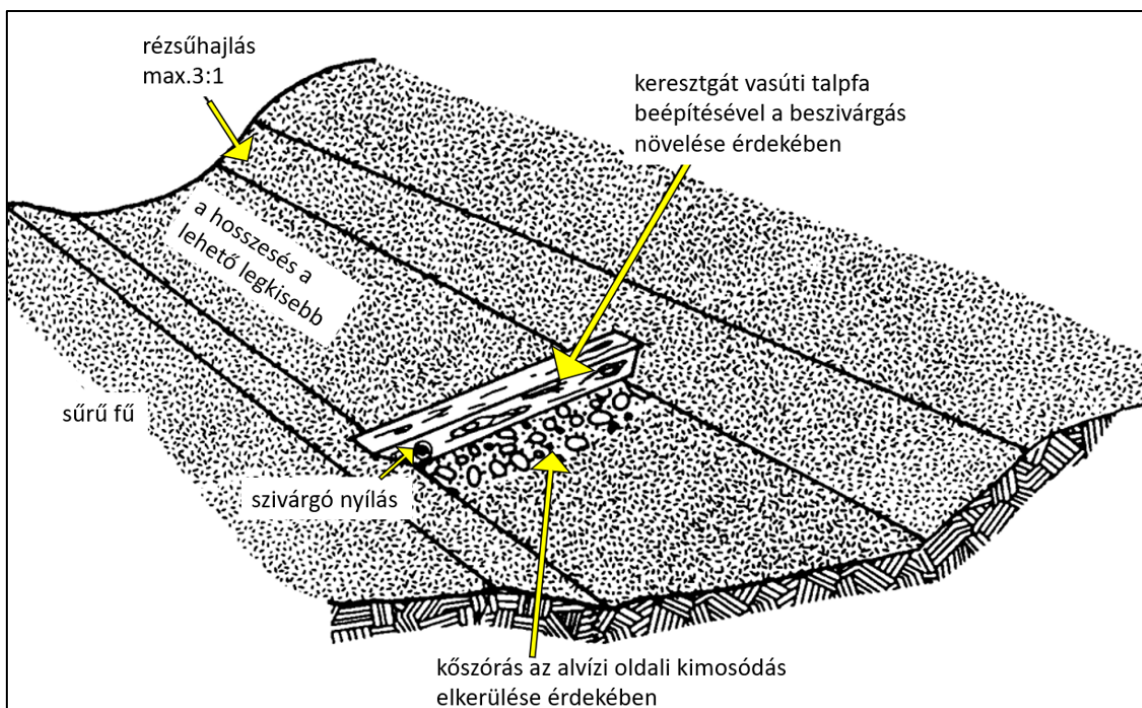
Szárazság idején szükség lehet öntözésre. A létesítmény hozzáférési útvonalát kell használni a tömörödés elkerülése érdekében. A KZI el felületén nem szabad havat felhalmozni és tárolni, sem komposztálni.

6.2. Biovápák

6.2.1. Általános leírás

A biovápák a csapadékvíz tisztítására, átmeneti tárolására és beszivárogtatására, vagy lassú elvezetésére szolgáló-, növényekkel betelepített vonalas létesítmények. Tervezhetjük úgy, hogy a víz beszivároghasson a talajba, ahol ez lehetséges. A lefolyó csapadékvíz lebegő szilárdanyagtartalmának minél nagyobb arányban történő kiülepedése érdekében csak lassú vízáramlást engedhetünk meg a biovápákban. Az útmenti biovápák helyettesíthetik a hagyományos csapadékvíznyelő aknákat.

A biovápa növényekkel- általában fűvel – betelepített meder felületeket foglal magába, amelyekben a víz áramlását és szennyezőanyagtartalmát csökkentjük, a beszivárgó mennyiséget növeljük. Enyhe rézsúhajlással alakítjuk ki a keresztmetszelvényt. Szükség szerint keresztgátakkal csökkentjük a hosszúságot és ezáltal a lefolyásra kerülő vízhozamot és ezzel növeljük a beszivárgó vízmennyiséget. Új fejlesztés alkalmával szegélykő és víznyelő akna helyett, átalakítás során pedig ezek helyett alkalmazzuk. Másik alkalmazás a nagykiterjedésű parkolók mentén jellemző. Arid térségekben a biovápa öntözésére is szükség lehet. Egy tipikus kialakítást mutat az **11. ábra**.



11. ábra: biovápa általános kialakítása alacsony keresztgáttal

A biovápák általános vízminőségjavító hatása, hogy csökkenti az üledékmennyiséget és a tipikusan ezekhez kötődő szennyezők – pl. fémek - koncentrációit. A fűben bioszűrés,

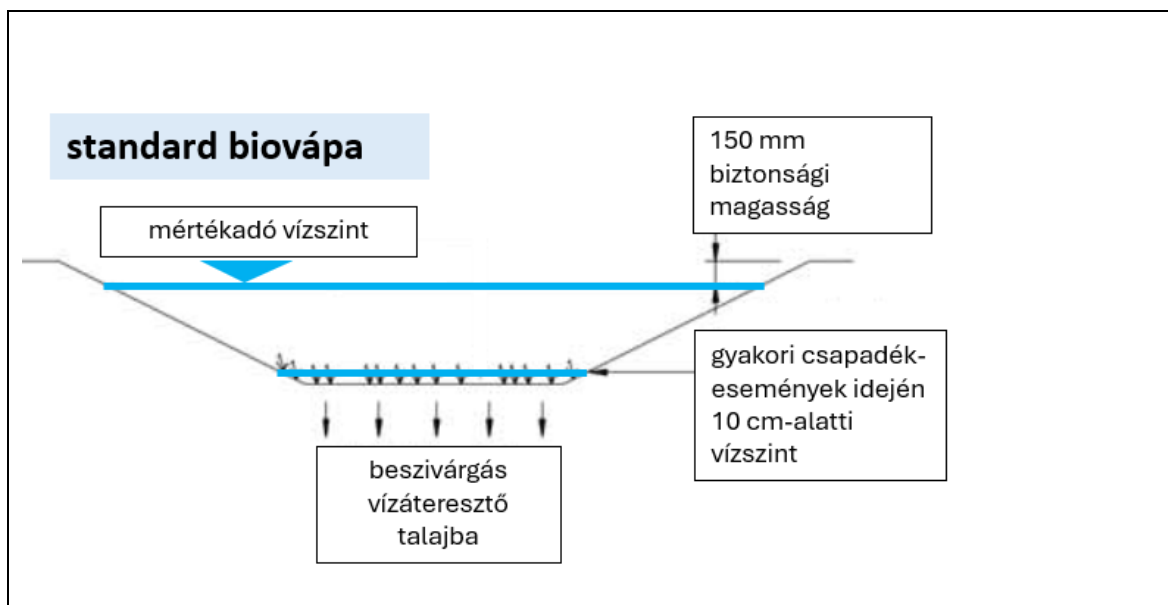
a lassú áramlású szakaszokon ülepedés folyamata játszódik le. A bioszűrés az oldott szennyezők koncentrációit csökkenti, ha elegendő tartózkodási idő áll rendelkezésre és a mértékadó vízmélység nem túl magas a növényzethez viszonyítva. Összességében alacsony ÷ közepes teljesítményként értékelhető a szennyezőanyag eltávolítási képessége. Alkalmazás esetén – megfelelő hely választással és tervezéssel – maximálisan ki kell használni az ebben rejlő lehetőséget.

A biovápák a csapadékvíz tisztítására, tárolására és beszivárogtatására, vagy elvezetésére szolgáló-, növényekkel betelepített sekély árok. Tervezhetjük úgy, hogy a víz beszivároghasson a talajba, ahol a talaj vízáteresztő képessége és a mértékadó talajvíz szint lehetővé teszi. Tervezhetjük úgy, hogy a csapadékvizet egy másik földinfrastruktúra elemhez vezesse. A biovápa keresztmetszelve jellemzően széles és sekély, a felületek növényzettel - leggyakrabban fűvel – fedettek a víz áramlásának lassítása és a bioszűrés céljából. A lefolyó csapadékvíz lebegő szilárdanyagtartalmának minél nagyobb arányban történő kiülepedése érdekében csak lassú vízáramlást engedhetünk meg a biovápákban. Magukban foglalhatnak az áramlási irányra merőlegesen elhelyezett eséscsökkentő keresztgátakat, vagy fenéklépcsőket az ülepités és beszivárogtatás elősegítésére.

A biovápáknak a vízgazdálkodásban betöltött szerepük és kapacitásuk alapján az alábbi táblázat szerinti három fő típusát különböztetjük meg

4.Táblázat: biovápa típusok

1. standard vízelvezető biovápa
Növényekkel betelepített széles és sekély árok. Hatékony módszer a vízgyűjtőről lefolyó víznek egy másik / következő KZI elemhez, vagy más fenntartható csatornázási megoldáshoz, vagy a hagyományos csatornarendszerbe történő elvezetésére. Elsődleges szerepe a csapadékvíz lassú elvezetése, de megfelelő tervezéssel, valamint terep- és talajadottságok mellett bioszűrést, vagy vízviszatartást is biztosít. Szennyezett területekre vagy szennyezett területekről lefolyó csapadékvíz kezelésére tervezett standard vízelvezető biovápákat alulról vízszigeteléssel kell ellátni a beszivárgás megakadályozása érdekében. Továbbfejleszthető a beszivárogtatás és a tisztítóhatás növelése érdekében.



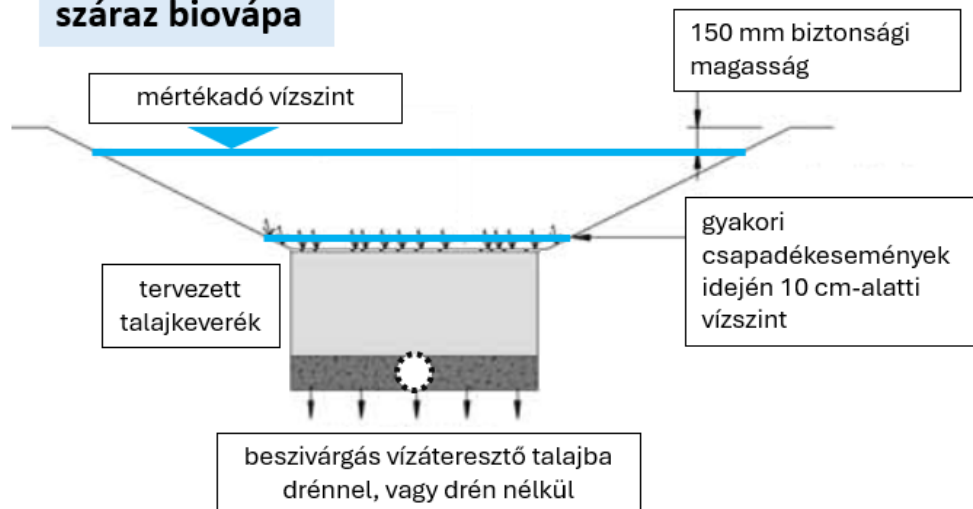
2. száraz biovápa

A száraz biovápa a standard biovápa továbbfejlesztett változata. A növényekkel betelepített vízelvezető ároknak része egy-, a biovápa fenékszintje alatt erre a célra tervezett és előkészített talajkeverékből álló szűrőréteg és - nem minden esetben - egy ez alatt lefektetett drén rendszer. Drénezés esetén szűrést, drénezés nélkül beszivárogtatást biztosítunk. Ennek a biovápa típusnak nagyobb a tisztító- és hidraulikai kapacitása, mint a standard vízelvezető biovápának. A vízviasszatartás érdekében keresztgátakat alkalmazunk.

Mivel általában száraz, nem mocsarasodik el esős időszakokban.

Szennyezett területekre vagy szennyezett területekről lefolyó csapadékvíz kezelésére tervezett száraz biovápákat alulról vízszigeteléssel kell ellátni a beszivárgás megakadályozása érdekében.

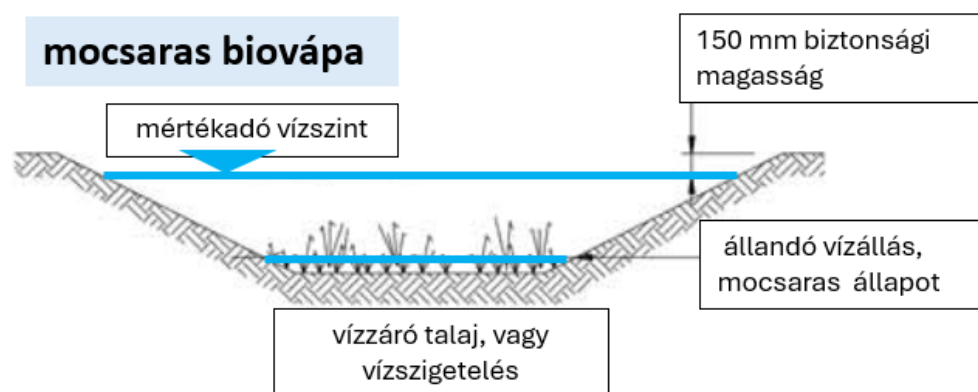
száraz biovápa

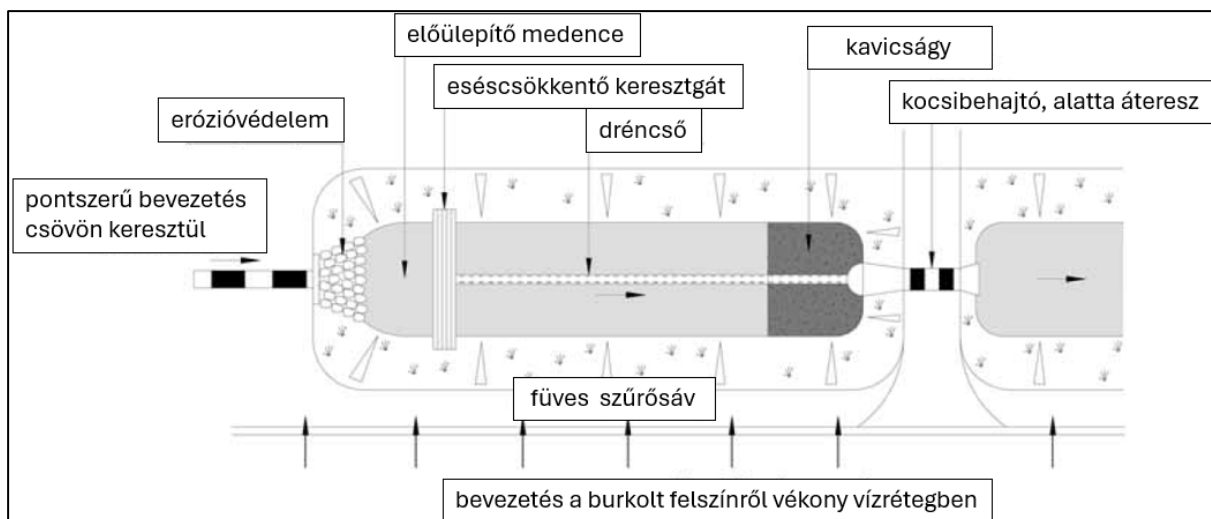


3. mocsaras biovápa

Célja a mederfenéken állandó vízállás elősegítése a tisztítási folyamatok fokozása érdekében. A vízviSSzatartás érdekében keresztgátakat alkalmazunk. Célszerű megoldás Rossz vízáteresztő képességű talajokon, vagy magas talajvízállásos területen, de ezen körülmények hiányában vízszigeteléssel kiegészítve alkalmazzuk a biovápát, így is biztosítható az állandó vízállás. A vízviSSzatartás érdekében szükség esetén keresztgátakat alkalmazunk.

mocsaras biovápa





12.ábra: keresztgáttal javított tipikus száraz biovápa

A biovápa alkalmazásának célja és a helyi adottságok határozzák meg, hogy milyen típusát alkalmazzuk.

A biovápába érkezik a lefolyó csapadékvíz oldalról, felület mentén közvetlenül a burkolt felületről, vagy a burkolt felületről lefolyó víz átvezethető egy füves szűrősávon, mielőtt tovább folyik a biovápába (12. ábra). A biovápába érkezik a lefolyó csapadékvíz pontszerű bevezetéssel a végén, zárt csatornacsövön keresztül, vagy nyílt burkolt árokból (12. ábra). Érkezik a csapadékvíz közvetlenül a burkolt felületről, vagy másik KZI elemből és tovább vezethető másik KZI elembe vagy a csatornába.

A biovápák kiválthatják a hagyományos csatornát. A füves szűrősáv, vagy az áramlás- kiegyenlítő bevezetés nélkülözhetővé teszi a szegélykövet és a csapadék víznyelő aknát (9., 16. kép). Nem ajánlott utolsó tisztítóelemként alkalmazni az intenzív csapadékok idején előforduló nagy áramlási sebességek és az ebből származó erózió kockázata miatt. Javasolt egyéb KZI elemekkel sorba kapcsolva alkalmazni az intenzív csapadékokból származó lefolyás biztonságos levezetése és tározása érdekében.

6.2.2. Tervezési szempontok, helyszín megválasztása

- A vízhozam ne legyen több $0,14 \div 0,28 \text{ m}^3/\text{s}$ -nál.
- A sebesség $0,6 \text{ m/s}$ -nál ne legyen nagyobb.
- Az oldalrészűk 3:1-nél ne legyenek nagyobbak.

- A hosszesés 4%-on belül maradjon. Ha a terepadottságok miatt 2%-nál kisebb esést tudunk csak biztosítani, drénezésre is szükség lehet.
- A biovápa a maximális vízminőségjavító hatás elérése érdekében legyen legalább 30 m hosszú.
- Az árokszélesség/mélység aránya legalább 6 legyen.
- Földből, betonból, gabionból kialakított eséscsökkentő gátak alkalmazására lehet szükség, ha a 4% hosszesést meghaladja a terepesés.
- A gátak mögött feltorlódnó vízmennyiségnek általában $2 \div 3$ nap alatt el kell tudni szikkadni.
- A legalább 0,76 cm/óra szikkasztóképesség számít kedvező adottságnak.
- A gátak magassága ne legyen több 45 cm-nél. Ahol közlekedésbiztonsági okokból nem alkalmazhatók eséscsökkentő gátak, ott javasolt a gátmagasság minimálisra csökkentése és felszín alatti eséscsökkentő megoldások alkalmazása.
- Lúgos kémhatású talajok kifejezetten alkalmasak fémszennyezők visszatartására. A talaj fölötti szerves anyag terítéssel növelhető a fémszennyezők eltávolításának hatásfoka.
- Olyan növényeket kell választani, amelyek a legjobban bírják/kedvelik a helyi körülményeket, nem igényelnek rendszeres öntözést. Évente egyszer szükséges lehet az öntözés és tápanyagutánpótlás az egészséges - ezáltal maximális bioszűrő hatást biztosító - növénytakaró fenntartása érdekében. A tervezési vízszint alatti területet erózióvédelmi takaróval és a kiválasztott bioszűrő keverékkel bevetett 10 cm talajjal kell kialakítani. A tervezési vízszint fölötti területet erózióvédelemre alkalmas magkeverékkel vetjük be, vagy gypeszőnyeget terítünk le.
- A talajtípustól függően $1 \div 2$ m/s között tartsuk az áramlási sebességet a mértékadó vízhozam idején az erózió elkerülése érdekében.
- Gyakori csapadékesemények idején a növénymagasság - jellemzően 10 cm - alatt maradjon a vízszint.
- Legkisebb fenékszélesség 0,5 m

A biovápák különféle körülmények között és helyeken alkalmazhatók. Utak és parkolók mentén a legkézenfekvőbb, de parkokban és egyéb nyílt terekben is alkalmazható. Iparterületeken javasolt vízelvezető létesítmény a befogadó védelme szempontjából a szennyezésvisszatartó képessége, valamint a láthatóságához köthető kezelhetősége miatt. A befogadó védelme érdekében nem javasolt növényvédőszerrel és műtrágyával kezelt felületről lefolyó víz elvezetésére. Az alábbi táblázatban összefoglaljuk a tervezési szempontokat, megfontolásokat:

vízgyűjtő terület	vízzáró felülettel rendelkező vízgyűjtőkről lefolyó csapadékvíz fogadására
helyigény	A kis rézsűhajlás miatt nagy a helyigénye, ezért gondos tervezést igényel a parkokba és egyéb szabad terekbe történő beillesztése, sűrű beépítésű belvárosi területeken pedig nehézséget okoz az alkalmazás.
elhelyezés	A hely adottságainak figyelembevétele mellett minél hosszabb legyen az egyenletes kis eséssel kialakított biovápa, amelybe lehetőleg oldalról, vonal mentén érkezzen a burkolt felületről lefolyó csapadékvíz. A hozzáférést biztosítani kell. A napsütés adottságához kell fűfajtát választani.
esés és állékonyság	Mivel a biovápák hosszanti esését a terület esése határozza meg, biovápákat kis esésű területeken tudunk alkalmazni. Keresztgátakkal javított biovápák nagyobb esés mellett is alkalmazhatók. Keresztgátak nélkül 4%, gátakkal 10% lehet a legnagyobb hosszanti esés, amit az erózió elkerülése és az ülepedés biztosítása érdekében be kell tartani.
talaj és felszín alatti vizek	A beszivárogtatásra tervezett biovápák fenékszintje legalább 1 m-rel legyen a mértékadó talajvízszint fölött. Szikkasztópróbát kell végezni és be kell tartani a vonatkozó jogszabályokat. Nem beszivárogtatásra, hanem szűrésre tervezett száraz biovápa esetében a drén a mértékadó talajvízszint fölött legyen. Lakóutakról lefolyó csapadékvíz befogadására tervezett biovápákat érzékeny vízbázis fölött vízszigeteléssel kell ellátni. A felszín alatti vizek védelme szempontjából kérdéses esetekben a Hatóság eseti véleménye szerint kell kialakítani a rendszert.

A biovápákat nagyjából 10 ha területéről lefolyó víz befogadására tervezzük. A vízminőségjavítás célját (is) szolgáló biovápákat több vízhozamra méretezzük, egyrészt a gyakori kisvízhozamok ($Q_{\min.}$, $V_{\min.}$) szűrésére és beszivárogtatására, másrészt a ritka nagycsapadékok elvezetésére. Ezeknek a hozamoknak mértéke folyamatos újra-értelmezés tárgya és a segédletnek nem tárgya a kérdés tisztázása.

Javaslom ehhez Dr. Buzás Kálmán előadás anyagának és kutatási project eredményeinek tanulmányozását, amelyben már az AI bevonása is megfontolásra került (22. kép).

A szűrésre és beszivárogatásra tervezett biovápák esetén az alábbi hidraulikai paraméterek betartása mellett biztosítható a vízminőségjavító hatás:

- A szűrésre és beszivárogatásra tervezett biovápákban a növényzet magasságánál kisebb – legfeljebb 10÷15 cm - vízmélység alakuljon ki és legfeljebb 0,3 m/s áramlási sebesség megengedett. A mocsaras biovápákban ugyanez a vízmélység megengedett, de az áramlási sebesség legyen alacsonyabb. A Manning féle érdességi tényező meghatározó a méretezés során. A fű magasságán belül tartott vízmélység esetében $n = 0,25$ értékkel számolhatunk. Nagyobb csapadékokból származó nagyobb vízmélységek kialakulása esetében $n = 0,1$ értékkel számolhatunk.

A biovápák hidraulikai paramétereit – kisebb áramlási sebesség, hosszabb tartózkodási idő, megnövelt beszivárgás, vagy tározás - és az ezekkel összefüggő vízminőségjavító hatásukat keresztgátakkal és/vagy előülepítő medencével javíthatjuk. Ugyanakkor meg kell fontolni a biovápák keresztgátakkal történő felszerelését a magasabb karbantartási igény miatt.

A drénezés a biovápák alatt megnöveli a hidraulikai kapacitást, csökkenti a lapos szakaszokon a helyi vízállások és a mocsarasodás kialakulásának kockázatát, növeli a beszivárgást, ahol a talajviszonyok megengedik. Intenzív csapadékból származó lefolyás elvezetésére is szánt biovápák méretezésekor javasoljuk figyelmen kívül hagyni a beszivárgó mennyiséget.

Amikor szennyezőanyag visszatartás a cél, az alábbi tervezési paraméterekre kell figyelni:

- Lassú- max. 0,15 m/s áramlási sebesség
- A biovápa hossza különböző források javaslatai szerint legalább 30, 60, 75 m legyen . Újabb kutatások azt igazolják, hogy a szennyezőanyagok döntő hányada a biovápa első néhány méterén, valamint lepelszerű bevezetés során az oldalrézsűkön kerül visszatartásra, ezért az előülepítők és füves szűrősávok szerepe nagyobb, mint a biovápa hosszéé.
- A tartózkodási idő legyen legalább 9 perc.
- A hosszesés max. 3 % legyen.
- Megfelelő talajtulajdonságok és talajvízszint esetén növelhető a beszivárgó víz mennyisége keresztgátak alkalmazásával.

- A 3%-ot meghaladó terepesés szükségessé teszi a keresztgátak alkalmazását, ha szennyezőanyag visszatartás a cél.

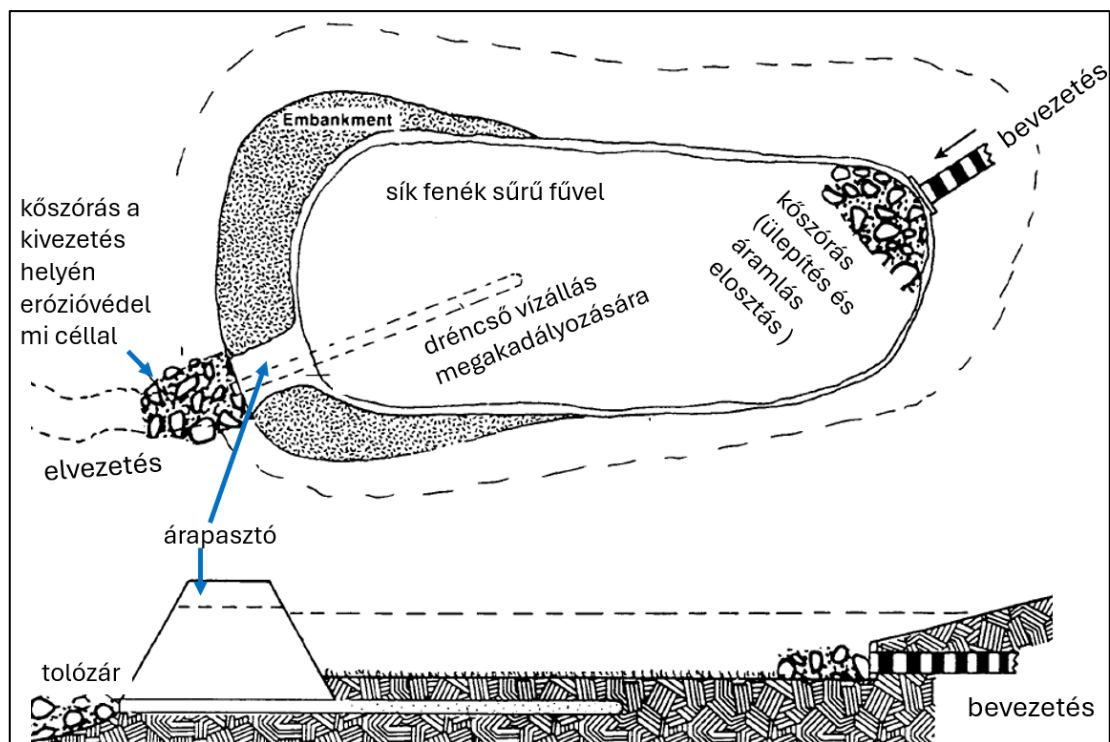
A fentiek részben a beszivárogtatás feltételei is egyben. A lassú áramlás hosszabb tartózkodási időt jelent, az pedig növeli a beszivárgó víz mennyiségét, ha a talaj tulajdonságok ezt lehetővé teszik és nincsenek kizáró okok. Ha kizáró okok miatt nem szivárogtathatunk, akkor is van lehetőség szűrésre a tervezett talajkeverék alatti drén rendszer alkalmazásával.

Amikor a beszivárogtatás a cél, a biovápa beszivárogtató kapacitását meghatározó paraméterekre figyelünk, ezek a talajvízszint, a talaj porozitása, a lefolyás lebegőanyagtartalma, a növényzet sűrűsége. Amíg megfelelő távolság van a szivárgási sík és a talajvízszint között, a biovápa beszivárogtatásra képes. A telített zóna közelsége a talajvíz szennyezését okozhatja. Ez az egyik kizáró ok, amire a megoldás a drén, amin keresztül a megszárt vizet tovább vezetjük egy másik KZI-ba, vagy a csatornarendszerbe.

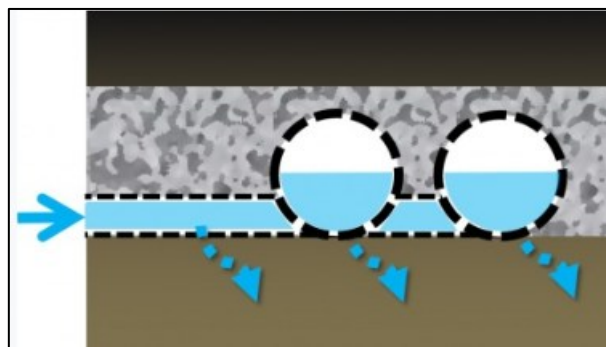
A lebegőanyagtartalom az előülepítéssel csökkenthető. Megfelelő talajtulajdonságok és talajvízszint esetén növelhető a beszivárgó víz mennyisége keresztgátak és/vagy tervezett talajkeverék alkalmazásával.

A tisztításban a növényzet sűrűsége és a hidraulikai paraméterek fontosabbak, mint a biovápa hossza, vagy a növényzet magassága.

Ha bármely ritka csapadékból származó – pl.: 100 évenként egyszer előforduló - lefolyás beszivárogtatása cél, akkor nem biovápát, hanem beszivárogtató medencét, vagy valamilyen szikkasztóberendezést kell betervezni, amelyek nem KZI-, hanem egyéb fenntartható csatornázási rendszerelemek (13., 14. ábrák), amelyek nem képezik ennek a segédletnek a tárgyát.



13. ábra: beszivárogtató medence



14. ábra: példa szikkasztóberendezésre

A nem drénezett száraz biovápáknak a 10÷30 évenként előforduló csapadékból származó lefolyás helybentartását és beszivárogtatását biztosítani kell tudni. Az ennél ritkább rendkívüli csapadékokat kontrollált körülmények között el kell vezetni, vagy biztonságos helyen kell tározni. A mértékadó - 30, vagy 100 évenként előforduló - csapadékból származó lefolyás fele egy nap alatt levezetésre és/vagy beszivárogtatásra kerül. Ez biztosítja a következő lehetséges csapadék befogadhatóságát, száraz biovápákban pedig védi a növényzetet a vízben állás hatásától.

Drénezett száraz biovápáknak nincs felszín fölötti kivezetésük és sorba kapcsolva komplex rendszert képeznek. Mindegyik biovápát ugyanarra a hidraulikai kapacitásra – jellemzően a 30, vagy 100 évenként előforduló csapadékból származó lefolyásra - kell megtervezni, amit a drénrendszer 2 l/s/ha kapacitásával kalkulálva tudunk biztosítani.

Az áramlási sebesség rendkívüli csapadék időszakában maradjon 1m/s-on belül, illetve 2 m/s-ig növelhető, ha az erózióvédelem másképpen biztosított.

A biovápák tervezése során az alábbiak betartása az optimális szennyezőanyag eltávolítást, a karbantartási igény minimalizálását és a biztonságot szolgálja.

A biovápa keresztmetszelve trapéz, vagy parabola alakú, mert ezeket a legkönnyebb kivitelezni és karbantartani, valamint ezek biztosítják a legnagyobb nedvesített területet, ezáltal a legjobb hidraulikai kapacitást adott keresztmetszelve méret mellett.

Az oldalrészük nem lehetnek 4:1-nél meredekebbek a lepelszerű bevezetés és a legnagyobb sebesség betartása érdekében, de, ha elkerülhetetlen, akkor 3:1 értékig emelhető a meredekség minden más előírás betartása mellett. A sebesség korlátozása az erózióvédelmet és a beszivárgás elősegítését szolgálja. Az oldalrészű kis esése előszűrést, biztonságot és a karbantartás szempontjából könnyebb hozzáférést is biztosít.

A száraz biovápa jellemző legnagyobb mélysége 40÷60 cm minden más előírás betartása mellett. Mértékadó csapadék idején kialakuló vízfelszín és a partél szintje között legalább 15 cm biztonsági magasság betervezése szükséges az esetleges akadályok okozta visszaduzzasztó hatás miatt (16.,17. ábra).

A standard biovápákban a hosszanti esés legalább 3%. Ha 1%-nál nagyobb esés nem biztosítható, drénezésre lehet szükség.

A drénezett és a mocsaras biovápa hosszanti esésére nincs minimális érték.

A hosszanti esés nem haladhatja meg a 40%-ot, kivéve keresztgátak alkalmazása mellett. A keresztgátakat a meder teljes szélességében ki kell építeni és az átbukási mélység legfeljebb 30 cm lehet. Az átbukó víz energiatörő vasbetonlemezre érkezzon. A keresztgátak mögött a legnagyobb vízmélység 60 cm lehet. Ezt a mélységet az határozza meg, hogy mennyi idő alatt kell elsikkasztani a vizet és mekkora a talaj vízáteresztő képessége.

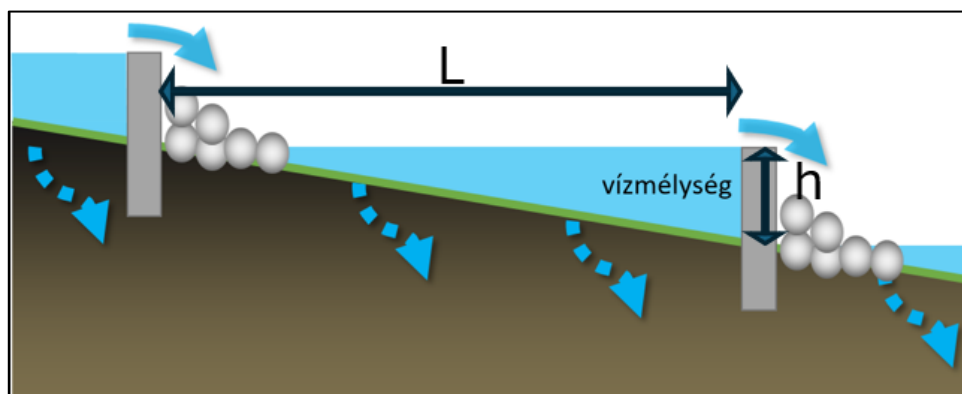
$$\text{vízmélység [mm]} = \text{vízáteresztő képesség [mm/h]} * \text{a beszivárogtatásra adott idő [h]}$$

A keresztgátakat kb. 10 ÷ 12 m-enként helyezük el, de egyenletes hosszesés mellett ez a hasonló háromszögek módszerével számítható a vízmélységből (5. ábra). Pl. 5 ‰ eséssel számolva

$$L [m] = 100 \cdot h [m] / 5$$

Keresztgátakat általában csak hosszú biovápákban alkalmazunk. A minimális hossz 30 m a vízminőségjavító hatás elérése érdekében. A helyi adottságok ebben nyilvánvalóan meghatározóak.

A víz áramlás irányát tekintve a felső keresztgát alsó pontja és az alsó keresztgát bukócsészéje egy szintben kell legyen (15. ábra)

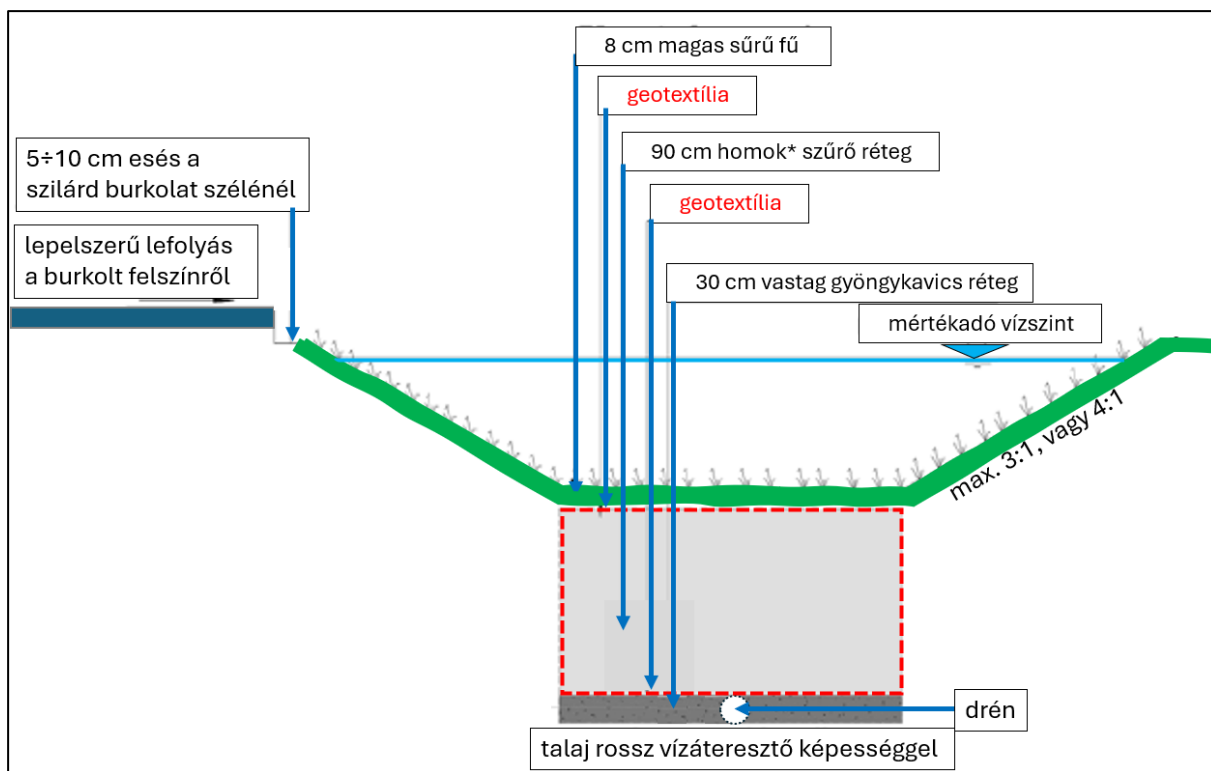


15.ábra: keresztgátak távolsága

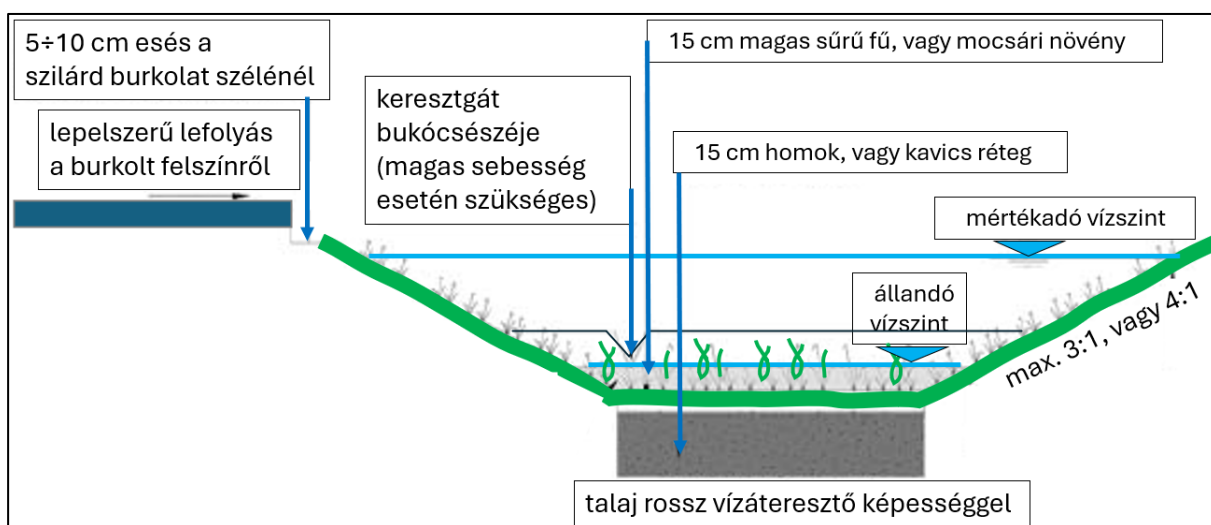
A gát alatt 1 ÷ 2 m hosszon erózióvédelemről kell gondoskodni a meder teljes szélességében. A gátszerkezetet be kell kötni a meder oldalába. A gát aljában szivárgónyílást kell biztosítani, ami a kis vízhozamok alvízi oldalra történő átvezetését biztosítja.

A biovápa fenéke legyen sima, szélessége legyen 0,5 ÷ 2 m között. Ha ennél nagyobb szélességre van lehetőség, amit kihasználnánk, akkor a biovápa teljes hosszában egy elválasztó elemet kell beépíteni, ami a vízhozamot kettéosztja és megakadályozza az eróziót, kis csatornák kialakulását. Az elválasztó elem bármely vízálló anyagból – agyag, beton, fém, újrahasznosított műanyag, stb. – épülhet. Ha agyagból épül, azt is borítsa a biovápában alkalmazott fűfajta.

A szegélykő nélküli utak mentén kiépített biovápák mellett a parkolást akadályozó elemek kihelyezése – nagyobb kövek, korlát, stb. – javasolt.



16.ábra: száraz biovápa tipikus keresztszelvénye

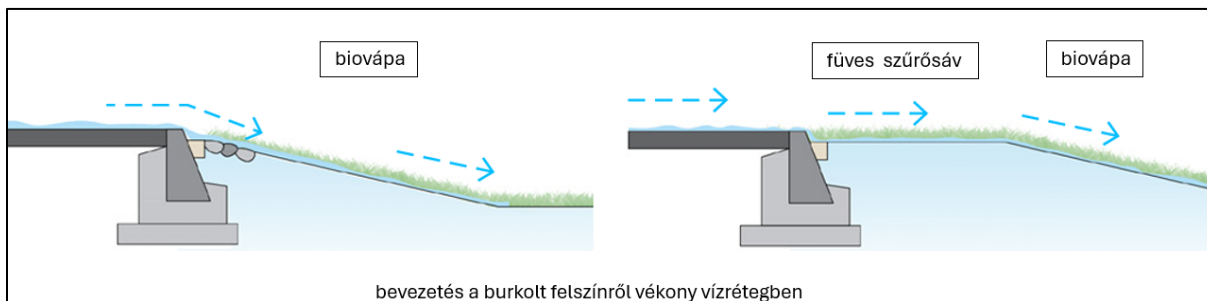


17.ábra: mocsaras biovápa tipikus keresztszelvénye

6.2.3. Előtisztítás, bevezetés

A pontszerű bevezetés / bevezetéseknel kedvezőbbek a vonalmenti bevezetések. Ez utóbbi csökkenti a biovápaiba koncentráltan befolyó víz mennyiségét, az erózió kockázatát és ideális esetben egy füves szűrőszárral kombinálva már biztosít egy előszűrést és

szükségtelemmé / felszámolhatóvá teszi a szegélykövet (**16.kép, 18. ábra**). Minél nagyobb a szűrősáv hossza - a biovápa tengelyére merőleges mérete -, annál jobb hatásfokra számíthatunk mennyiségi- és minőségi téren egyaránt.



18. ábra: felületi bevezetés szűrősávval és anélkül

A biovápa oldalról történő táplálására alternatív megoldás a szegélykő megszakításával egyenletes távolságokban kialakított surrantós pontszerű bevezetés alkalmazása. Ilyenkor fontos szempont, hogy a surrantó környezetében lévő növényzet ne akadályozza a bevezetést (17., 20., 21. képek).

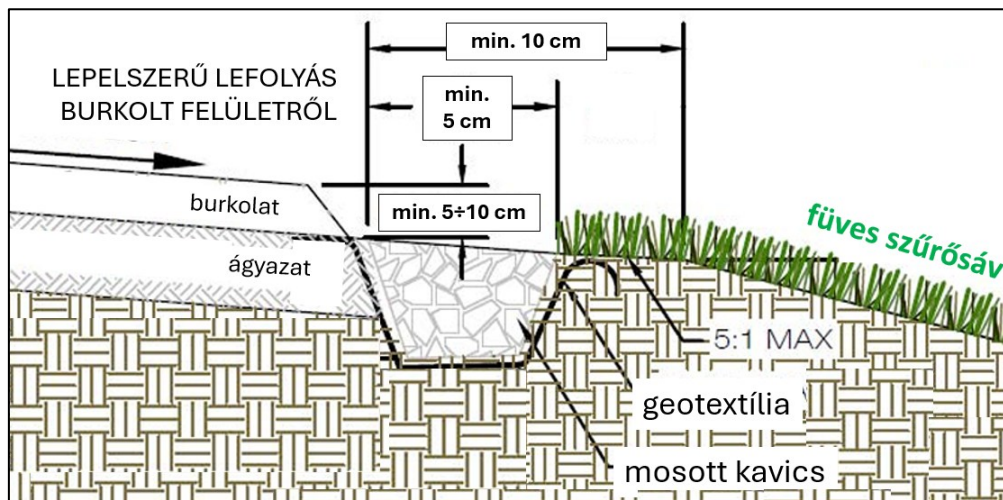
Ahol pontszerűen csövön, vagy víznyelőn át történik a bevezetés, ott megnő az erózió kockázata és várhatóan a beérkező lebegőanyag mennyisége. Ezeket a negatív hatásokat a bevezetés helyén alkalmazott erózióvédelemmel és áramláskiegyenlítéssel, azt követően előülepítővel csökkentjük.

Autóutak és akár parkolók mentén a burkolat szélénél kavicsszivárgó kialakítása javasolt a lefolyó víz alámosó-, szerkezetromboló hatásának kiküszöbölése érdekében. Emögött javasolt a füves szivárgósáv kialakítása, ami nagyban növeli a biovápa hatásfokát és csökkenti a karbantartási igényt.

A füves szűrősávra vonatkozó tervezési szempontok:

- a burkolat melletti 3 m széles sáv esése legfeljebb 2% legyen
- < 3% esés esetén legalább 5 m széles legyen
- 3% ÷ 8% esés érték között legalább 10 m széles legyen
- a burkolt felületen lefolyó víz úthossza legfeljebb 25 m legyen
- a szűrősáv melletti burkolat esése legfeljebb 3 % legyen
- a burkolt felületen lefolyó víz úthossza legyen rövidebb a szűrősávban a biovápaig megtett út hosszánál
- a szűrősávban a biovápaig megtett út hossza lehetőség szerint legyen legalább 5 m

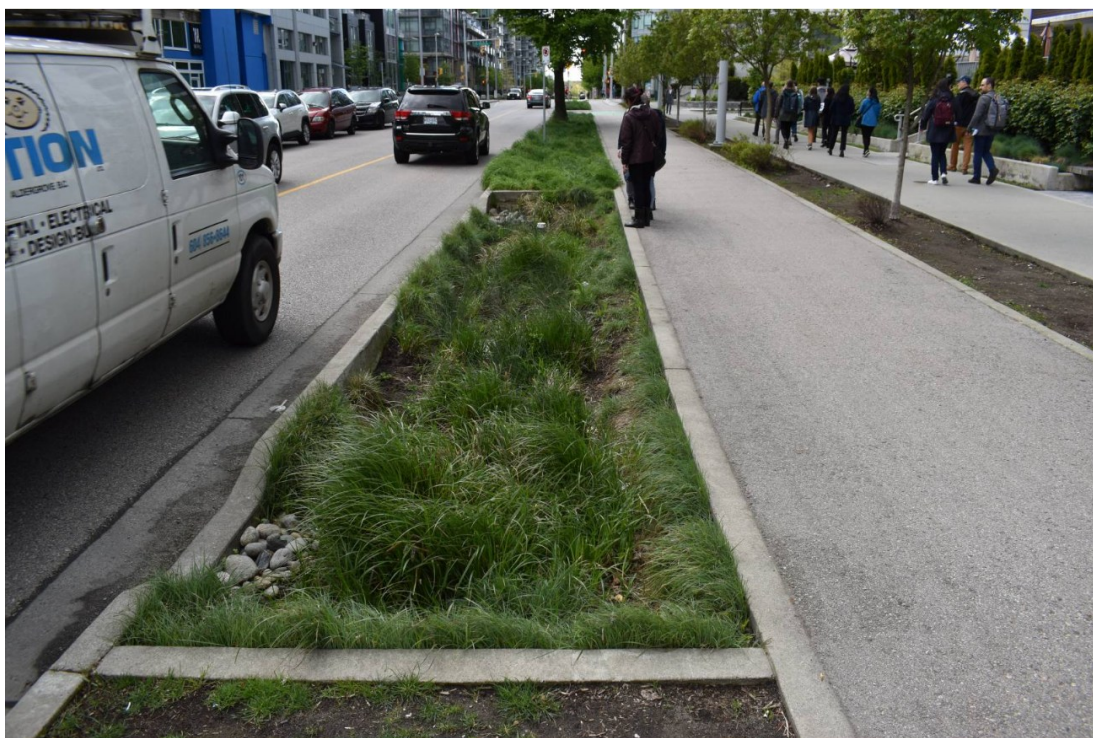
- a burkolat széle és a füvesített sáv szintje között legyen legalább 5 cm (16., 17. ábrák).
- kavics elválasztósáv biztosítja az egyenletes-, lepelszerű lefolyást, ha pl. a kép szerinti megoldást alkalmazzuk egy parkolónál (9. kép, 19. ábra)



19.ábra: kavics elválasztósáv



9.kép: kavics elválasztósáv biztosítja az egyenletes, lepelszerű bevezetést



10.kép: szegélykő megszakításával megoldott pontszerű bevezetés, erózióvédelem kőszórással; <https://www.climatecan.nl/projects/8228/detail>

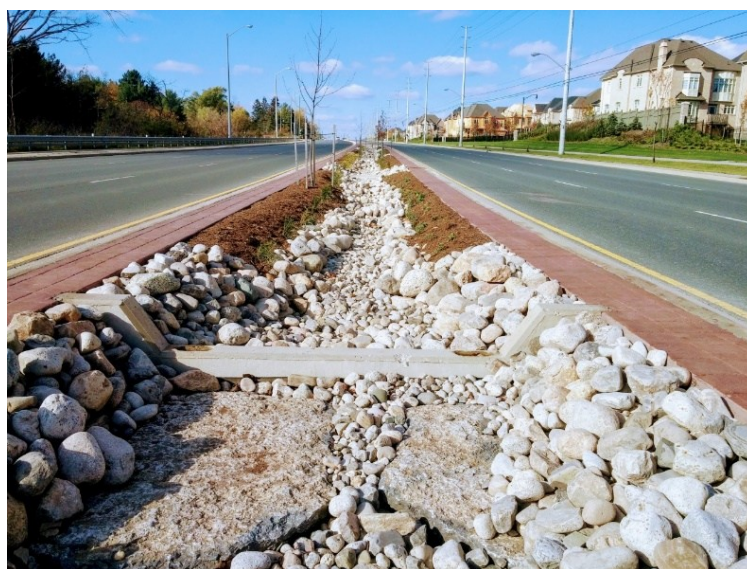


11.kép: biovápa szegélykő megszakításával megoldott bevezetéssel; kőszórással védett bevezetés; IMAX; Mississauga



12.kép: biovápa szegélykő megszakításával megoldott bevezetéssel, County Court Boulevard, Brampton

<https://sustainabletechnologies.ca/home/urban-runoff-green-infrastructure/>



13.kép: keresztgátakkal javított biovápa egyenletes bevezetéssel; Northgate Mall parkoló, Seattle. Photo credit: MLSmith



14.kép: keresztgátakkal javított biovápa egyenletes bevezetéssel; Northgate Mall parkoló, Seattle. Photo credit: MLSmith



15.kép: keresztgátakkal javított biovápa és fém túlfolyó a rendkívüli csapadékokból származó vízhozam elvezetésére; Northgate Mall parkoló, Seattle. Photo credit: MLSmith



16.kép: füves szűrőszárvval ellátott standard biovápa

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://sustainabletechnologies.ca/app/upl
oads/2019/01/County-Court-Bioswale-Presentation-Grey-to-Green-2018-.pdf



17.kép: surrantós pontszerű bevezetés a biovápa végében erózióvédelmet biztosító,
áramlást kiegyenlítő előregyártott ACO elem alkalmazásával (
<https://www.aco.co.uk/products/suds-swale-inlet>)



18.kép: a surrantó környezetében lévő növényzet akadályozza a bevezetést



19.kép: a surrantó környezetében lévő növényzet akadályozza a bevezetést

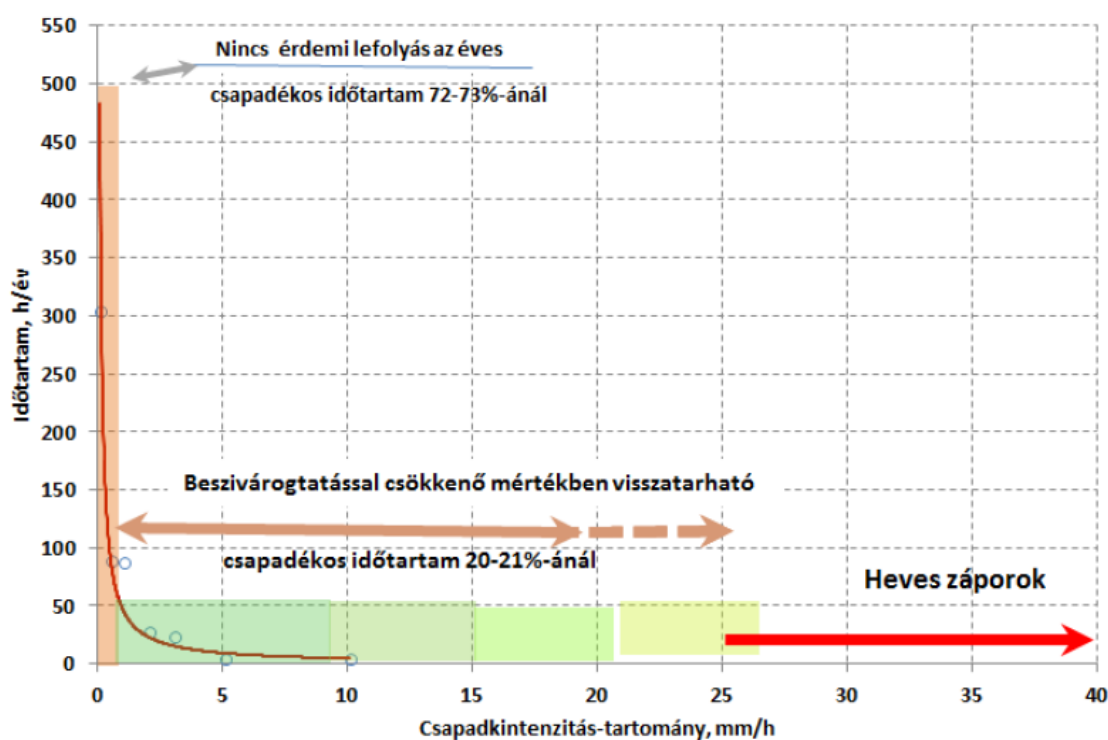


20.kép: surrantós pontszerű bevezetés; a surrantó környezetében lévő növényzet akadályozza a bevezetést



21.kép: surrantós pontszerű bevezetés; forrás : Sustainable Rainwater Management Guidance

https://www.google.com/search?sca_esv=4fbfcb9c8f0bb25b&q=swale+inlet&tbm=isch&source=lnms&sa=X&ved=2ahUKEwj--uZrc6EAxWa9gIHHYzpBDwQ0pQJegQIBRAB&biw=1920&bih=997&dpr=1#imgsrc=MXYjrhkodC9-3M&imgdii=hnjkgxx6XVli0M



22. kép: A visszatartás alapját képező csapadékok vizsgálata

6.2.4. Biovápák fenntartási igénye

Az egyes létesítmények és a helyszínük befolyásolhatják az alábbiakban javasolt karbantartási tervet. Az öntözés, tápanyagutánpótlás és gyomlálás az első két évben a legfontosabb. A létesítmény hozzáférési útvonalát kell használni a tömörödés elkerülése érdekében.

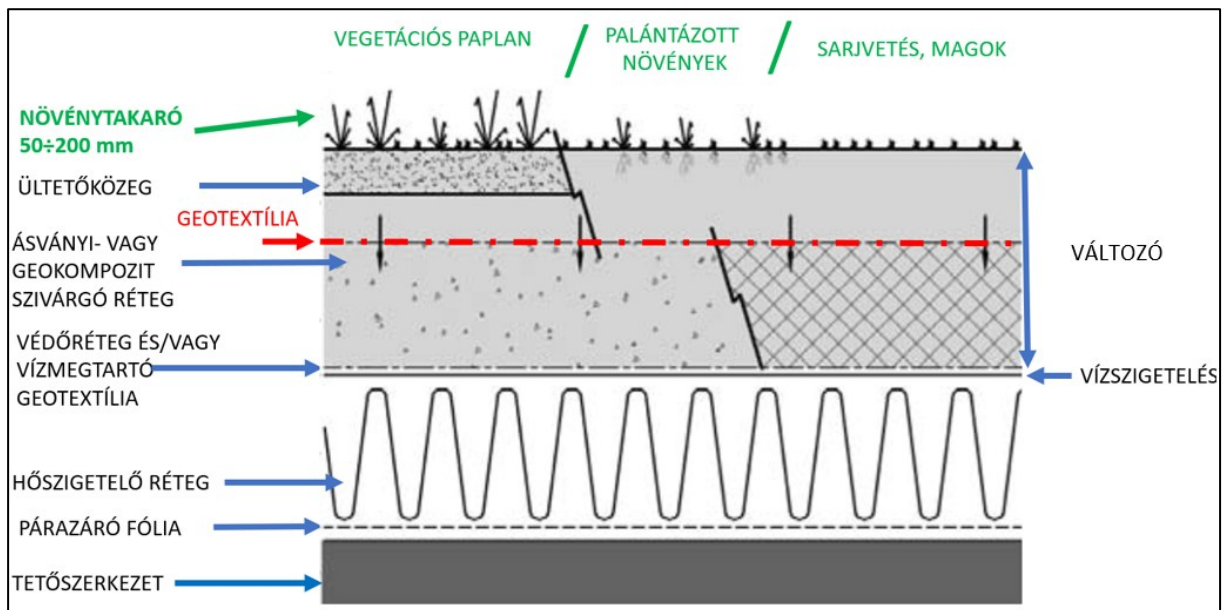
szemét eltávolítása a KZI felületéről	havonta
Üledék eltávolítása a bevezetések körül	havonta
gyomlálás	havonta
Drén-rendszer mosatása	negyedévente
metszés	évente
Hiánypótló vetés/ültetés	évente
szerkezetellenőrzés	évente

6.3. Zöldtetők

A zöldtetők többrétegű rendszere a vízvezető réteg fölött növényzetborítással/parkosított területtel/vízáteresztő parkolóval fedi az épület tetejét. Terv szerint felfogják és megtartják a csapadékot, csökkentve a lefolyás mennyiségét és a csúcs vízhozamokat.

6.3.1. Általános leírás

A zöldtetők alkalmazásával csökkentjük a lefolyó csapadékvíz vízhozamát és mennyiségét, így a vízgyűjtőn lejjebb kisebb kapacitású KZI elemekre és csatornára lesz szükség. Csökkenti a túlfolyón keresztül a csatornába érkező víz hőmérsékletét. A **20. ábrán** egy tipikus zöldtető keresztmetszete látható. A tapasztalatok szerint a gyökércsapda a gyökerek elhalását okozhatja, ami a gyökérálló vízszigetelés alkalmazásával kerülhető el (**20. ábra**). A zöldtető nem csak épületek tetőin, de felszín alatti létesítmények - pl. parkolóházak - felszínközeli tetején is alkalmazhatók. Nagyobb tetőfelületen fajlagosan olcsóbban megvalósítható.



20. ábra. egy tipikus zöldtető keresztmetszete Tarr, 2002 alapján

6.3.2. Zöldtetők típusai

A zöldtetőknek három fő típusát különböztetjük meg:

extenzív zöldtetők:

A teljes tetőfelületet alacsony növésű növényekkel telepítjük be, amiknek a gondozási igényük is alacsony. Csak karbantartás céljából érhetők el, és lehetnek laposak vagy lejtethetnek. Az ültetőközeg tipikusan $80 \div 200$ mm vastag, amelybe szívós, önfenntartó-, fagy- és szárazságtűrő fajokat telepítünk. Könnyűek és költséghatékonyak, szinte bárhol alkalmazhatóak és alacsony a karbantartási igényük. Nevezik sedum tetőnek a sziklakerti pozsgásokról, ökotetőnek, biodiverz tetőnek, élőtetőnek, növényesített tetőnek is.

intenzív zöldtetők:

Hozzáférhető parkosított környezetet biztosítanak, magas szintű kényelmi előnyökkel, fákkal és konténeres fásszárúakkal. Vízfelületeket és esővíztárolást is magában foglalhat, ami az öntözést lehetővé teszi. Több karbantartást igényel és nagyobb terhet jelent a tetőszerkezet számára.

egyszerű intenzív zöldtetők

Füvesített, vagy talajtakaró növényekkel betelepített, alkalmanként hozzáférhető/látogatható tetőkertek, inkább látványkertek, amelyekre ablakokból rá lehet látni. Rendszeres gondozást, öntözést, tápanyagellátást és nyírást is igényel.

Ezentúl találunk példát a fentiek kombinációjára, valamint olyan „barna tetőkre”, amelyeket az ültetőközeg elterítésével befejeznek és hagyják, hogy spontán növénytakaró jöjjön rajta létre. Ezeket alternatív tetőknek is nevezik.

A két típus összehasonlító táblázata:

5. táblázat extenzív és intenzív zöldtetők összehasonlító táblázata

extenzív zöldtetők	intenzív zöldtetők
sekély ültetőközeg	mély ültetőközeg
kevés öntözés (vagy öntözésmentes)	öntözés és vízelvezetés igénye, energiaigény, anyagigény
stresszes környezet a növényzet számára	kedvezőbb körülmények a növényzet számára

alacsony faji diverzitás, kisebb ökológiai érték; önfenntartó növénytakaró; természetes hatás	nagyobb fajgazdagság; hasonlít egy természetközeli kerthez
csak karbantartás céljából elérhető	látogatható
könnyű, ezért általában nem igényel szerkezeti megerősítést	nagyobb teher a tetőszerkezetre
nagy területeken alkalmazható	a tetőhéjazat élettartamát megnöveli
1:3 lejtésig alkalmazható	energiahatékony
alacsony karbantartási igény, hosszú élettartam	a megvalósítás és a karbantartás nagyobb szakértelmet igényel
átalakítással is megvalósítható	jó hőszigetelő hatás
viszonylag olcsó	magasabb beruházási és karbantartási költség
záporvízviSSzatartás	magas záporvízviSSzatartó képesség
kisebB - esetleg nulla - esztétikai érték	rendszeres karbantartást igényel

6.3.3. Tervezési szempontok

- a felfogott csapadék megtartása
- a szükséges tetőlejtés legalább 1:80, legfeljebb 1:3, ami extra beépített elemek alkalmazásával kiküszöbölhető
- a tetőszerkezet statikai méretezésekor a vízzel átázott zöldtető rétegrend teljes tömegével is számolni kell
- hidraulikai méretezés szükséges
- többszörös túlfolyórendszer szükséges az eltömődés okozta kockázatok kizárása érdekében
- könnyű ültetőközeg és a körülményekhez alkalmazkodó növényzet
- a zöldtető rétegek tömege átázott állapotban és a meglévő szerkezet teherhordó képessége
- a karbantartással és a hóteherrel növelt teher figyelembevétele
- a vízszigetelés gyökérálló legyen
- a szélnyomás és szívóhatás figyelembevétele
- vízszivárgás megoldása
- az ültetőközeg megválasztása

helyigény

Az épület helyigényén túl nincs további helyigénye. Ezért sűrű beépítésű városi területeken is alkalmazható, ahol más megoldás számára nem tudunk helyet

biztosítani. Átalakítással is könnyen megvalósítható, ha a tetőszerkezet teherbírása megengedi. Könnyű rétegrend alkalmazásával a legtöbb esetben ez nem kizáró ok.

a helyszín alkalmassága, megválasztása

Leginkább nagy kiterjedésű épületek – sportcentrumok, iskolák, kereskedelmi központok, stb. – lapos, vagy enyhe lejtéssel bíró tetői az ideális helyszínek. A környezeti paraméterek – tájolás, kitettség szélnek, környező épületek árnyékhatása, épület magassága, mikroklíma, általános klíma stb. - fontosak a tervezés során. Az esztétikai hatás szempontjából a rálátás és a tetőről kínálkozó látvány is szempont lehet.

vízgazdálkodás

Bár a zöldtetők a ráhulló eső nagy részét elnyelik, extrém csapadékok esetére biztosítani kell a felesleges víz túlfolyását az épület vízelvezető rendszerén keresztül.

Az elvárt vízviasszatartó képesség a kétévente előforduló mértékadó csapadékból származó vízmennyiségre terjed ki. A nagyobb csapadékokból származó lefolyó vízmennyiséget is csak ezzel a mennyiséggel fogja csökkenteni, ezért gondoskodni kell a túlfolyó víz levezetéséről és befogadójáról, ami jó tervezés esetében egy következő KZI elem lesz, amelynek méretezésekor ezt figyelembe kell venni. Meg kell vizsgálni, hogy a hóolvadásból származó vízmennyiség mértékadó-e. Az ültetőközeg $20 \div 45$ térfogat %-ának megfelelő vízmennyiséget tud viasszatartani, a 20 az extenzív-, a 45 az intenzív tetőkre vonatkozó érték. Maximum 65 térfogat %-nak megfelelő víztérfogattal számolhatunk úgy, hogy elkerülhető legyen a vízállás. Csapadék idején a növényzet felületén is felfogunk valamennyi vizet, amit plusz viasszatartott vízmennyiségként is és plusz teherként figyelembe kell venni (21. ábra).

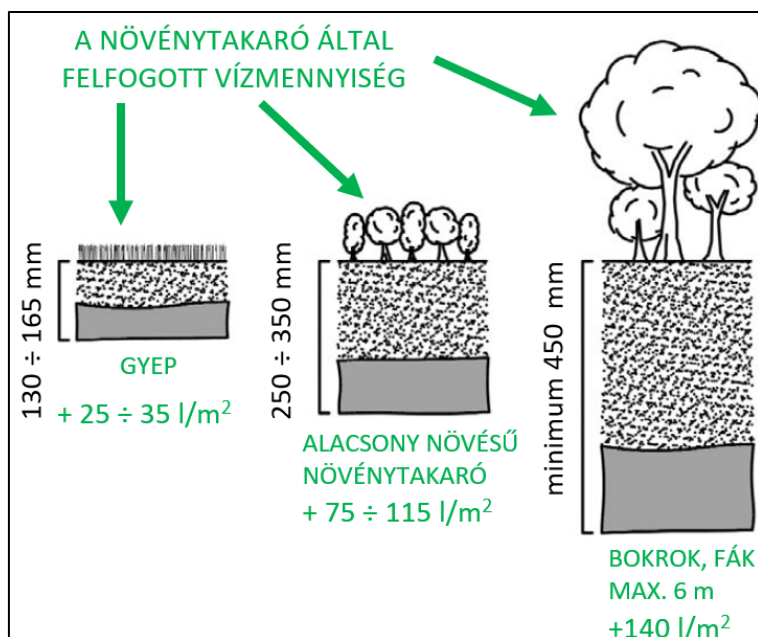
tűzállóság

Minden tetőáttörés körül növényzetmentes szakaszt kell kialakítani tűzálló anyagokból, vonatkozó előírások szerint. A német előírások szerint, ha az ültetőközeg legalább 300 mm mély és maximum 20 % a szervesanyagtartalma, és legalább 40 méterenként egy m széles kavics vagy beton tűzmentes szakaszt alakítunk ki, akkor tűzállónak tekinthető a tető.

hőszigetelés

A zöld tető nem igényel extra hőszigetelést, inkább növeli az épületek energiahatékonyságát.

A zöld tető lehet “hideg”, ekkor egy levegőréteg van a tetőhéjazat és a hőszigetelés között és “meleg”, ha hőszigetelés fedi a vízszigetelést.



21.ábra. a zöld tetőt borító növényzet felületén visszatartott vízmennyiség négyzetméterenként

tető hajlásszög

A jó vízszivárgórendszer fontos eleme a hosszú élettartamú és jól működő tetőnek. Nem engedhető meg a vízállás sem a tető felszínén, sem a zárttető rétegrenden belül a vízszigetelő rétegen. Ennek elkerülése érdekében 1:40 esést kell betervezni, hogy az eredmény semmiképp ne legyen kisebb az 1:80 értéknél. Helyi mélyedések sem megengedhetők, az esésnek egyenletesnek kell lenni az egész tetőfelületen.

A kivitelezési nehézségek és a fajlagos költség általában a hajlásszöggel nő. 1:10 hajlásszög fölött a gyors lefolyás megakadályozása érdekében növelni kell az ültetőközeg vízvisszatartó képességét. 1:3 hajlásszög fölött speciális tervezési elemek alkalmazásával kell a lépcsőzetes felületet kialakítani annak érdekében, hogy megakadályozzuk az ültetőközeg lecsúszását és erózióját extra megtámasztást biztosítsunk keresztlécekkel magasított rácsszerkezetet biztosítsunk az ültetőközeg helyben tartására.

a tető extra terhei

- a zöld tető miatt jelentkező extra teher 0,7÷5 kN/m között mozog; fásított intenzív tetők esetében ez 10 kN/m is lehet

- a szél emelő hatása a zöld tetőket is érinti, de nem jobban, mint a hagyományos tetőket. Ez a hatás a tetők sarkain a legnagyobb, ezért itt növényzetmentes szakaszokat kell kialakítani járólappal
- a fák stabilizálására is szükség lehet – pl. kihorgonyzással, szélárnyékolással
- a magas épületek tetején mértékadó szél szikkasztó hatása nagyobb vízvesztést és ehhez köthető növényzetkárosodást, hosszútávon akár a növényzet pusztulását okozhatja; ezt a kockázati tényezőt szélgátló elemekkel, pl. parapet falakkal csökkenthetjük

vízszigetelés

A Jó minőségű, masszív vízszigetelőréteg alapvető része a rendszernek. A két fő membrántípus:

- Aszfaltgumi diszperziós keverék, amelyet forró folyadékként közvetlenül a tetőre visznek fel.
- Egyrétegű, hőre lágyuló műanyag lemezmembránok általában egy párazáró és egy szigetelőréteg fölé helyezve, a szél felemelő hatása ellen a szerkezethez horgonyozva.

A membránok ellenállóak kell legyenek a gyökérzetnek, a mechanikus hatásoknak és a hőmérsékleti ingadozásoknak. A minőségbiztosításra nagy hangsúlyt kell helyezni, mert a beépítés után már nehéz javítani. Ezért előzetes árasztásos tesztnek kell alávetni, mielőtt a következő rétegeket fölé építik.

a vízszivárgó réteg

A vízszivárgó réteg a vízszigetelés fölött és a zöldszerkezet alatt helyezkedik el. Az ültetőközeget átlegezteti, szárazság idejére vizet tárol, csapadékos időben a fölösleges vizet elvezeti. Csatlakozik a hagyományos vízelvezető rendszerhez. Anyaga jellemzően megfelelő vízelvezető képességgel rendelkező könnyű geokompozitok, vagy geocelluláris termékek. A vízelvezető képesség biztosítja a vízállások elkerülését a tetőszerkezeten. A vízelvezető képesség a réteg vastagságán kívül a hidraulikus gradiens (= tetőlejtés) és a szivárgó rétegre ható nyomás függvénye (zöld tetőn kb. 20 kPa). A konkrét tervezési adatok alapján megválasztható a megfelelő paraméterekkel rendelkező membrán. A tetőáttörések környékén, a karbantartás számára kialakított útvonalakon és a tető széleinél minimum 40 cm szélességben hagyományos ásványi szűrőréteg javasolt.

geotextília szűrőréteg

Elválasztja az ültetőközeget az alatta elhelyezkedő vízszivárgó rétegtől, ezzel elkerüljük az eltömődés kockázatát. A víz ellenállásmentesen átszivárog rajta, a felső felületén nem alakulhat ki vízállás. A lefektetése előtt meg kell jelölni a túlfolyó levezetőcső helyét, hogy később pontosan ki lehessen vágni a nyílást a védőrétegen. A tetőszéleken és egyéb, hasonlóképpen nagyobb igénybevételnek kitett helyeken extra erősítőréteg javasolt.

talaj/ültetőközeg

Kis sűrűségű-, jó vízmegtartó képességű talajokra, illetve szerves és ásványi anyag keverékekre (pl. zúzott habkő és agyaggranulátum keveréke) van szükség. A normál talajok nehezek és ezen túl a közegnek biztosítani kell a levegőt, a nedvességet, a tápanyagot a növényzet számára. Cél, hogy minél vékonyabb legyen, amit csak a telepített növényzet megenged, bár a vastagabb réteg javítja a széllel szembeni stabilitást, csökkenti a fagykár kockázatát és a szél okozta kiszáradást. Jellemzően a 100 ÷ 250 mm megengedett, a különböző növényzethez javasolt rétegvastagságok a vonatkozó szakirodalomban – és itt egy kivonatszerű ábrán (**23. ábra**) megtalálhatók. Az ültetőközeggel szemben támasztott elvárások:

- vízáteresztő képesség: min. 60mm/perc
- víz megtartó képesség: min. 20 %
- levegő megtartó képesség: min. 10 %
- nem rothadhat, nem forrósodhat fel, nem fagyhat meg, nem zsugorodhat
- kezdeti tápanyagtartalma legfeljebb 80 N; 200 P; 700 K; 160 Mg mg/l-ben
- jó ültetőközeg legyen

víztározás, öntözés

A zöldségek meg kell tudják tartani a vizet és nem száradhatnak ki hamar. Ha az ültetőközeggel ez nem biztosítható, kiegészítő tartályt, tározótérfogatot kell biztosítani, vagy az öntözést meg kell oldani. Ez utóbbi nem javasolt a költségigénye miatt. Ha mégis öntözésre kerül sor, a vízszivárgó felszínén érdemes közvetlenül az ültetőközeg alsó rétegébe irányítani a mikroöntözést, ezáltal a gyökerek növekedését a legmélyebb szinten ösztönözzük, ahol a nedvesség-és hőmérsékletviszonyok a legkiegyenlítettebbek, egy viszonylag száraz felszínt tartunk fent, ami gátolja a gyomosodást és minimális szinten tartja a párolgási veszteséget. A kék-zöld tetők rendes zöld tető rétegrend alatt egy víztározó réteget is magukban foglalnak, ami megoldja a vízellátás és az extra vízhozam visszatartásának kérdését is, de nyilván extra terhet is jelent a statikai méretezés során.

hozzáférés

A látogathatóság extenzív tetőknél a karbantartásra korlátozódik, tetőkertek esetében a hozzáférés biztosításához lépcsők, korlátok, járható felületek, világítás biztosítása szükséges a vonatkozó előírások szerint.

6.3.4. Zöldtetők fenntartási igénye

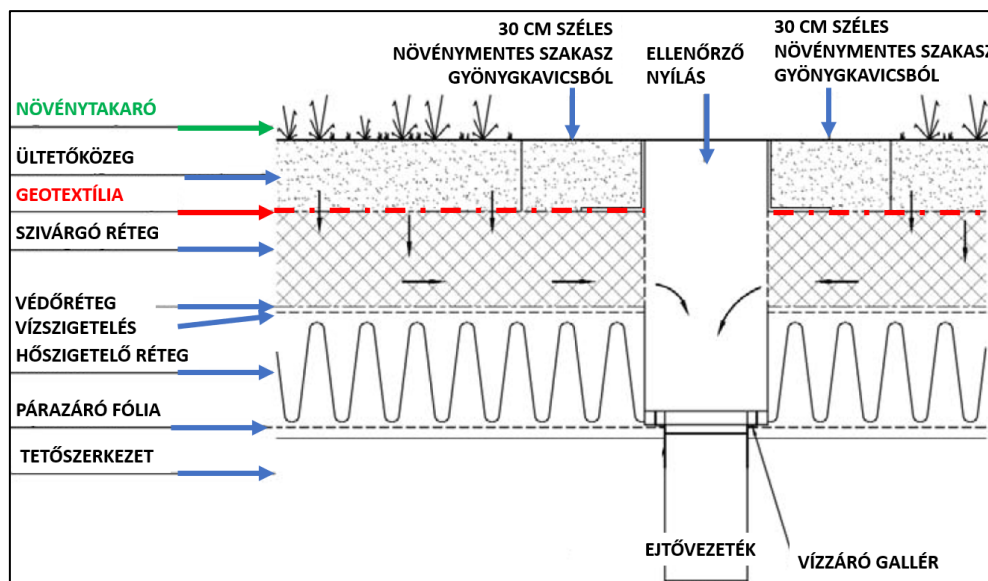
A zöld tetők fenntartási igénye alapvetően három területre terjed ki:

- a növényzet telepítéskor öntözés szükséges
- növénytakaró állapotának figyelemmel kísérése, szükség esetén a növényzet pótlása
- hulladék eltávolítása

vízvezetés

Többszörös vízkivezetési lehetőségre van szükség, hogy a pangás és az eltömődés elkerülése és kezelése érdekében. Hozzáférhetőséget kell mindegyikhez biztosítani a rendszeres tisztítás és az eltömődés kezelhetősége érdekében. A túlfolyók az épület esővízlevezető rendszerébe vezetik a fölösleges vizet a szivárgók és a zöldtető felszínéről egyaránt (**22. ábra**).

Az ábrán is látszik, hogy az ültetőközeg és a túlfolyó ejtőcsöve egymástól különválasztva kerül beépítésre.



22. ábra. A tetőösszefolyók túlfolyók, amik az épület esővízlevezető rendszerébe vezetik a fölösleges vizet a szivárgók és a zöldtető felszínéről (Wilson et al, 2004)

telepített növényzet

A növények a tetőtéri mikroklímát nehezen élik túl, ezért egy tájépítész, vagy hozzá hasonló szakismerettel rendelkező szakember tanácsát ki kell kérni.

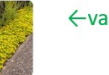
A növényzetnek csapadékos, forró és száraz Időszakok váltakozásával kell megküzdenie, továbbá az erős széllel és az alacsony téli hőmérséklettel is, amelyet a talajban tárolt környezeti hő ebben az esetben nem enyhít. A növényzet megválasztását befolyásolja a tájolás, az ültetőközegek vastagsága, összetétele, a környezeti tényezők, de mindig előnyös a fajgazdagság növelése, ami a rendszer stabilitását és esztétikai értékét egyaránt növeli. A kiválasztott növényzetnek ezért az alábbi tulajdonságokkal kell rendelkeznie:

- élő
- szárazságtűrő, a telepítést követően nem igényel öntözést
- szereti a jó vízvezető talajokat
- gyorsan terjeszkedik
- önfenntartó, nem igényel tápoldatot, növényvédőszert, gyomirtózást
- tűri a meleget, hideget, erős szelet
- tűri a gyenge, enyhén savas talajközeget
- kevés gondozást - nyírást, metszést - igényel
- tűzálló

Mindezeknek az **23.ábrán** felsorolt növénycsoportok felelnek meg, de mindenképpen szakember bevonása javasolt. Az alábbi linken a javasolt fajok listája letölthető

A növénytelepítés főbb módszerei

- magvetés - gyomlálást, erózióvédelem melletti öntözést igényel telepítéskor
- hajtásszórás, öntözés gyökeresedésig
- tálcás vagy cserepes előnevelt növények telepítése - gyomlálást, öntözést igényel telepítéskor
- vegetációs paplan fektetése – azonnali erózióvédelmet biztosít; a gyomosodás nem okoz gondot; kevesebb öntözést igényel telepítéskor

ÜLTETŐ KÖZEG VASTAGSÁGA	
0÷50 mm	    ←varjúhájfélék mohák→  
50÷100 mm	 vadon élő fűvek alpesi növények alacsony, szárazságtűrő évelők     
100÷200 mm	a fentiek szívós bokrokkal vegyítve        
200÷500 mm	közepes méretű bokrok, generalista évelők, ehető növények, fűvek
>500 mm	kis lombhullatók és tűlevelűek    

23.ábra zöldtetőre javasolt növények az ültetőközeg szükséges vastagságával

Az egyes létesítmények és a helyszínük befolyásolhatják az alábbiakban javasolt karbantartási tervet.

általános megfigyelés	negyedévente, vagy záporokat követően
öntözés és gyomlálás	negyedévente, ha a telepített növény másképpen nem igényli
ültetés, hiánypótló vetés/ültetés	szezonális alapon
erózió, kimosódás helyrehozatala	évente
növényzet túlburjánzásának megállítása	évente
fűnyírás, metszés	szezonális alapon
szerkezetek ellenőrzése	évente

Az öntözés, tápanyagutánpótlás és gyomlálás az első két évben a legfontosabb.

Intenzív zöldtetők karbantartása gyakoribb, munkaigényesebb ezért drágább, mint az extenzív tetőké.

6.4. Esővízgyűjtés

6.4.1. Általános leírás

Célja a tetőkről és egyéb szilárd felületekről lefolyó víz tárolása későbbi felhasználás céljára. Megfelelő tervezéssel a felszíni csapadéklefolyás hozamát és mennyiségét is csökkenti. A hasznosítás lehet direkt és indirekt. A direkt hasznosítás a helyben tárolt csapadékvízből történí, az indirekt hasznosítás a felszín alá beszivárogtatott víz mennyiségével növeli a felszín alatti vízkészletet, amelyből később szerint felszínre hozható a szükséges mennyiség. A szakmai anyagok többsége csak a direkt hasznosítást tekinti esővízgyűjtésnek, így itt is ezt ismertetjük. Ezen belül két fő változat ismert:

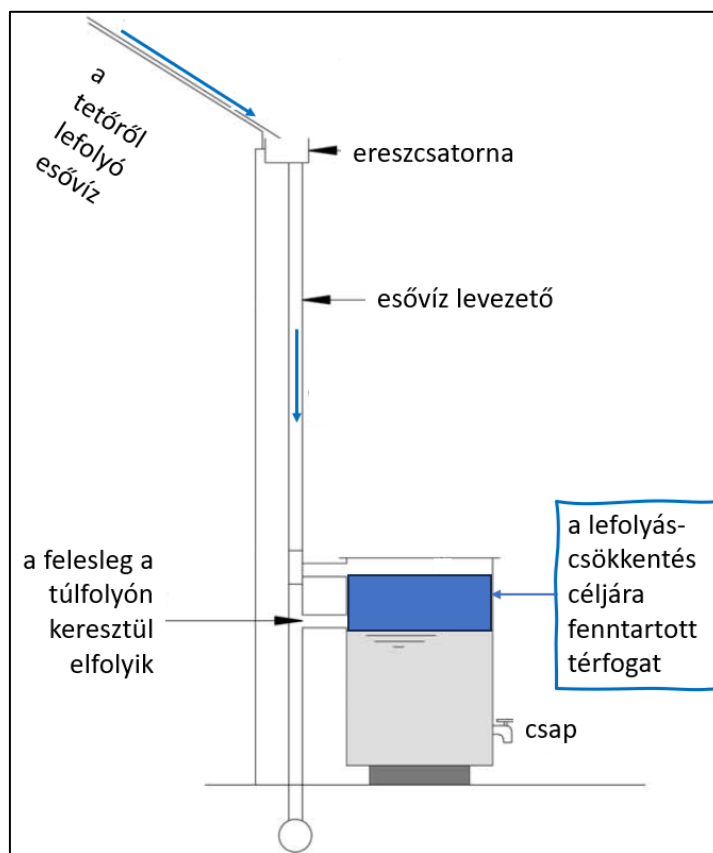
- a) A kertben/udvarban történő hasznosításhoz elegendő egy egyszerű hordó felállítása, amelyben felfogjuk és tároljuk a záporvizet. Megfelelő tervezéssel a felszíni csapadéklefolyás hozamát és mennyiségét is csökkenti.
- b) Az épületben történő hasznosításhoz összetettebb rendszert kell létesíteni.

6.4.2. A kertben/udvarban történő hasznosítás

A kertben/udvarban történő hasznosításhoz elegendő egy egyszerű hordó felállítása, amelyben felfogjuk és tároljuk a záporvizet. Megfelelő tervezéssel a felszíni csapadéklefolyás hozamát és mennyiségét is csökkenti (24. ábra). Sokféle termék elérhető, amelyek lehetővé teszik az ereszcsonna lefolyó vizének szűréssel egybekötött elterelését és zárt gyűjtőbe vezetését (23., 24.kép)

- nem biztosít víztisztítást
- jól záró tetővel rendelkező edényt alkalmazzunk a rovarok elszaporodása és a madarak hozzáférés ellen
- emelvényre állítva edény feltöltését is lehetővé teszi és egyéb módon is kényelmesebbé teszi a vízkivételt
- az ereszcsonna ejtóvezetékéből vezetjük ki a vizet/ a víz egy részét a hordóba (24. ábra, 25. kép)
- túlfolyó víz biztonságos elvezetését meg kell oldani, a hogy az épületet ne áztassa a megtelt hordóból kifolyó víz
- több hordó sorba kapcsolva is alkalmas
- kevésbé tud hozzájárulni a záporvízviisszatartáshoz, mert általában kisebb tartályok, kb. 0,5 m³ térfogattal (24. ábra)

- ha mégis záporvízvisszatartásra is tervezzük, akkor az alábbi ábra elvét kell betartani



24.ábra egyszerű hordós esővízgyűjtéssel is csökkenthetjük a lefolyás mértékét

6.4.3. Az épületben történő hasznosítás

Az épületben történő hasznosításhoz összetettebb rendszert kell létesíteni.

A tetőkről és egyéb szilárd felületekről pl. parkolókról lefolyó víz tárolható, majd felhasználható az ingatlanon és körülötte. Potenciálisan több nem ivóvíz-célú felhasználási lehetőség ismert – pl. WC-öblítés, mosógépek vízigénye (ami még adaptálást igényel), öntözés. Lehetséges lenne az ivóvízelőállítás is, de ez magas szintű tisztítást feltételez. Jellemzően off-line tárolókban (ciszternában) gyűjtjük a vizet és a felhasználásra szánt vízmennyiség, valamint a lefolyásszabályozással összefüggő elvárásoknak megfelelő visszatartott vízmennyiség együttes térfogatára méretezzük a tartályt. Az esővízgyűjtés tervezésekor először adott helyszínen az alábbi **táblázatban** foglalt működési elvek közül választhatunk. Az egyes rendszereknek megvannak a maguk előnyei és hátrányai az üzembiztonság, vízhatékonyság, energiahatékonyság, zaj, üzemeltetés egyszerűsége, helyigény, nyomásigény tekintetében.

Főbb tervezési szempontok

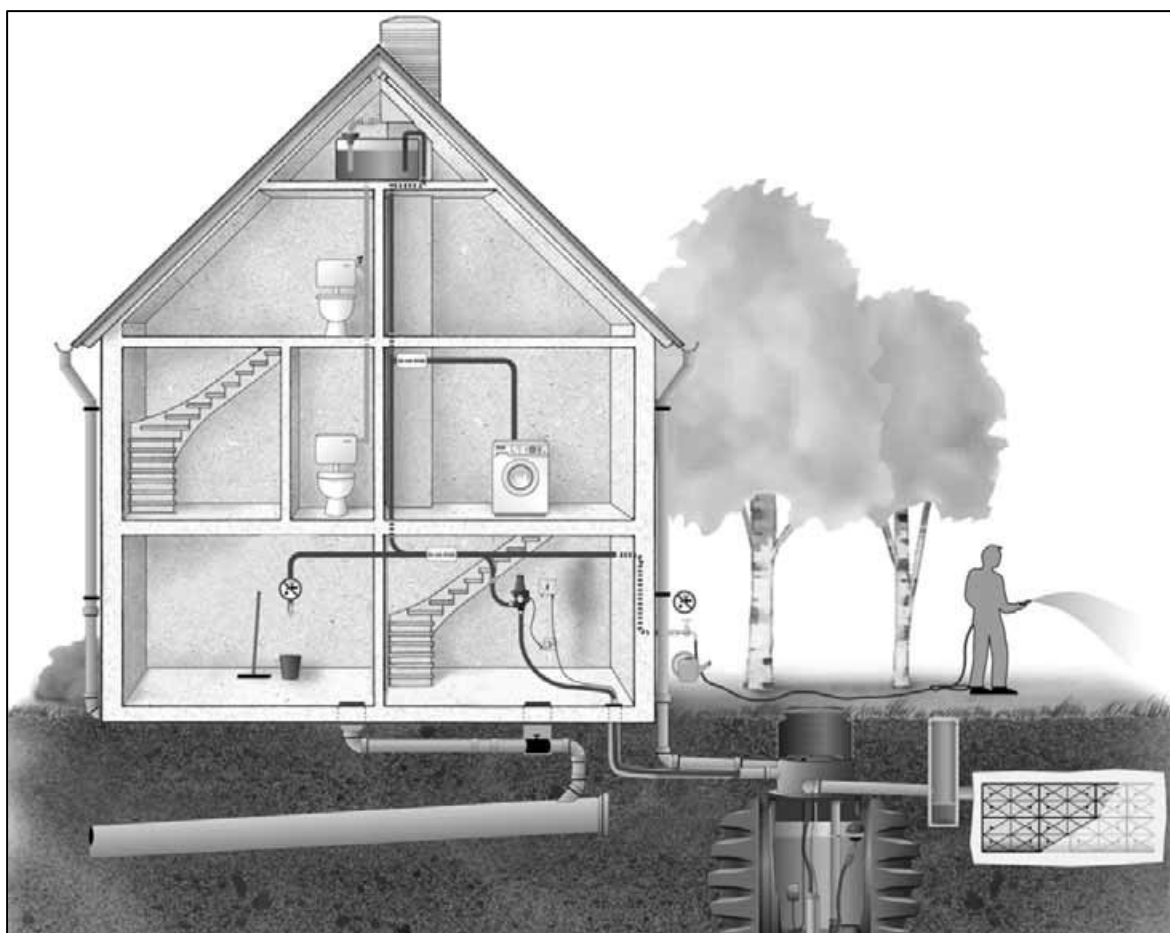
- a tervezést meghatározzák az igények, a vízgyűjtő felület nagysága, a lefolyásszabályozással összefüggő elvárások és a szezonális csapadékjellemzők
- az első lefolyó hullámot legtöbbször nem vezetjük a tartályba

Főbb karbantartási igények

- a gyűjtőrendszer, a szűrők, szelepek, tolózárak, szivattyú megfigyelése, tisztán tartása

A RENDSZER TÍPUSA	A RENDSZER LEÍRÁSA
direkt rendszer	A tetőről lefolyó víz egy durvaszűrőn át folyik a felszín alatti tároló tartályba (ciszternába). Innen egy merülő szivattyú juttatja közvetlenül az épületen belül és -kívül lévő felhasználási helyeken beépített berendezésekhez. A szintvezérléssel ellátott tartalék rendszer az ivóvízvezetékéből automatikusan vizet szállít a kiürült tartályba, amikor nincs utánpótlás esővízből nyári szárazság, vagy téli fagyos időszakban.
gravitációs rendszer	A tetőről lefolyó víz egy durvaszűrőn át folyik a tető alatt elhelyezett tároló tartályba, (ciszternába), ahonnan gravitációsan jut a víz a felhasználási helyeken beépített berendezésekhez. A szintvezérléssel ellátott tartály az ivóvízvezetékéből automatikusan vizet szállít a kiürült magastárolóba, amikor nincs pótlás esővízből.
félgravitációs rendszer	A tetőről lefolyó víz egy durvaszűrőn át folyik a felszín alatti tároló tartályba, (ciszternába), ahonnan egy merülőszivattyú egy magasabb helyen elhelyezett tárolóba nyomja fel a vizet. Innen gravitációsan jut a víz a felhasználási helyeken beépített berendezésekhez. A szintvezérléssel ellátott tartalék rendszer az ivóvízvezetékéből automatikusan vizet szállít a kiürült magastárolóba, amikor nincs pótlás esővízből. 25.ábra.
központi rendszer	A tetőről lefolyó víz egy durvaszűrőn át folyik a felszín alatti tároló tartályba (ciszternába). A szivattyú az épületben található. Amikor vízre van szükség, a szivattyú a felszín alatti tartályból egyenesen a vízvételi helyre szállítja a vizet. Amikor nincs utánpótlás esővízből, az ivóvízvezetékéből közvetlenül a szivattyú szívóágába juttatja a vizet a tartalék rendszer. A szivattyú és a hálózati tartalék rendszer legtöbbször egy egységes rendszer.

5.táblázat Esővízbetakarító rendszerek és működésük



25.ábra: Egy félgravitációs esővízbetakarító rendszer elvi sémája

a megfelelő esővízbetakarító rendszer kiválasztása és elhelyezése

Az esővízgyűjtő rendszerek kiválasztása és elhelyezése függ a helyi körülményektől és a begyűjtött esővíz tervezett felhasználásától. Az öntözéshez használt víz bármilyen felületről betakarítható, ha a lefolyó víz minősége megfelel a minimális vízminőségi követelményeknek. Ha az esővizet épületekben használják fel például a WC öblítésre, mosásra vagy hűtőrendszerekbe, akkor viszonylag jó minőségűnek kell lennie, amihez a vízgyűjtő felületeknek viszonylag hulladék- és pormentesnek kell lenniük.

hidraulikai és vízminőségi tervezési szempontok

A víztartály mérete az alábbiaktól függ:

- vízgyűjtő terület/felület
- a csapadék szezonális eloszlása és mértéke
- a vízigény időbeni eloszlása és mértéke
- a víz tartózkodási ideje a tartályban
- költség

A lefolyásszabályozás keretében általában 2 m^3 tározókapacitással kell számolni egy családi ház esetében és ehhez adódik hozzá a vízigényből adódó térfogatigény. Csapadékadatsorra támaszkodó pontos számítás alapján a 2 m^3 módosulhat. Az ezt meghaladó intenzitású csapadékok esetére a túlfolyó víz elvezetéséről gondoskodni kell. A túlfolyó víz elszikkasztható az ingatlanon belül, vagy csatornába vezethető.

Biztosítani kell, hogy a 2 m^3 víz a begyűjtést követően felhasználásra kerül, vagyis a tározókapacitás az újabb zápor idején rendelkezésre áll. Figyelembe kell venni, hogy nem csak a felhasználó igényét szolgálja a berendezés, hanem a csatornarendszer kapacitását is kiegészíti. Amennyiben nem biztos a felhasználás, a túlfolyó vizet helyben történő szikkasztással kell elhelyezni (26. ábra).



26. ábra Csapadékvízgyűjtés, szikkasztással

Adott felületről egy évben összegyűjthető esővíz mennyiségét az alábbiak szerint számíthatjuk:

éves betakarítható esővíz mennyisége [l] =
 = éves átlagos csapadékmagasság [mm] * vízgyűjtő tetőfelület [m^2] * lefolyási tényező [-] * szűrő hatásfoka [-], ahol

- az éves átlagos csapadékmagasság [mm] meteorológiai adat

- a vízgyűjtő tetőfelület [m²] az esővíz gyűjtésben szerepet kapó tetőfelület vízszintes vetülete
- a lefolyási tényező [-] azt fejezi ki, hogy a tetőre hulló eső hányad része jut el a tartályig; kis intenzitású, rövid eső csak megnedvesíti a tetőt és nem keletkezik lefolyás; az intenzívebb, nem csak nedvesítő hatású esőkből hasznosítható hányad a tető felületétől függ az alábbiak szerint:

➤ sátortető cserépfedéssel	0,8
➤ lapostető	0,5
➤ kavicsborítással ellátott lapostető	0,4
➤ extenzív zöldtető	0,3
➤ intenzív zöldtető	0,2
- a szűrő hatásfoka általában 0,9, ami azt jelenti, hogy a víznek kb. 10 %-át visszatartja a szűrő

Az így kapott vízmennyiséget összehasonlítva az éves vízigénnyel a megtakarított ivóvízmennyiség számítható. Általános ún. ökölszabály szerint a fentiek szerint meghatározott betakarítható esővíz mennyiség, illetve az éves vízigény esővízből közül az alacsonyabb érték 5%-ára kell méretezni a ciszternát.

Ebben még nem vettük figyelembe a csapadék és a vízigény időbeni változásait, ami meghatározó tényező a tényleges megtakarításban. Pontosabb számításhoz nem csak a csapadékidősort, de a fogyasztás idősorát is számításba kell venni. és a szokásos tározótérfogat meghatározással lehet pontosabban meghatározni a szükséges és elégséges térfogatot.

Az épületben hasznosítás esetén a zöldtető nem lehet vízgyűjtő felület.

Gépjárművek által használt burkolt felületről csak öntözés céljára gyűjthető esővíz.

A vízminőség kérdéséhez kapcsolódik, hogy a tartályt/ciszternát lehetőség szerint a felszín alatt kell elhelyezni az alábbiak miatt:

- az eltemetett tartályban hűvös marad a víz és nem fognak megjelenni a veszélyes baktériumok
- a hűvösebb víz megtartja az oxigént, ami támogatja a hasznos aerob baktériumok megjelenését
- a napfénymentes környezetben nem kell algásodásra számítani

Ha felszínen, vagy pincében helyezünk el a tartályt, a fentiek miatt gondoskodni kell a hűtésről és a fény kizárásáról.

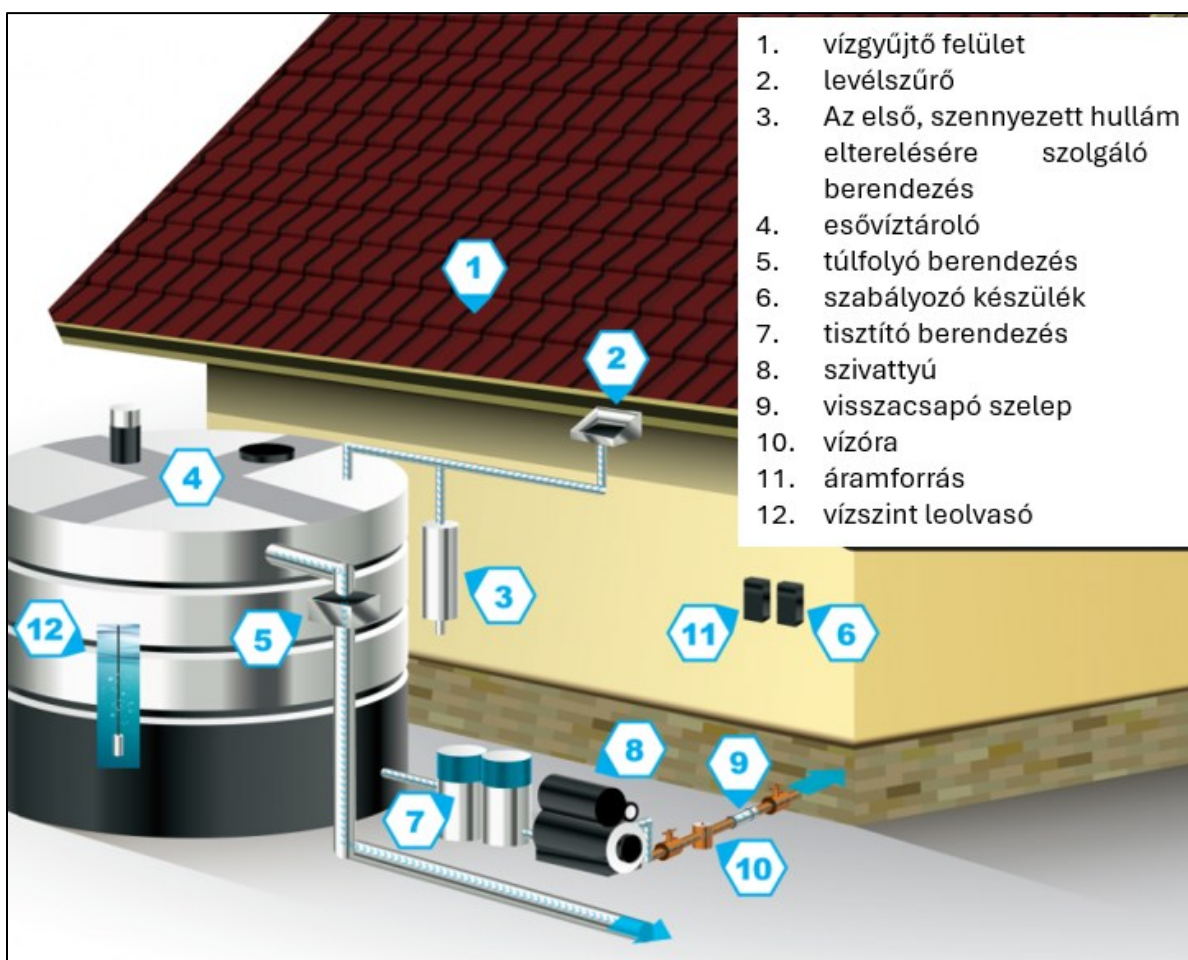
A víztisztítás a következő négy lényeges lépést tartalmazza:

Az előtisztítás célja a szemét, falevelek, homok, kavics, moha, talaj eltávolítása szűréssel. A rendszeres ürítés/tisztítás igényét mellőző megoldások csökkentik az üzemeltetési költséget és a berendezések elhasználódását (27.,29.ábra, 26.,27. kép).

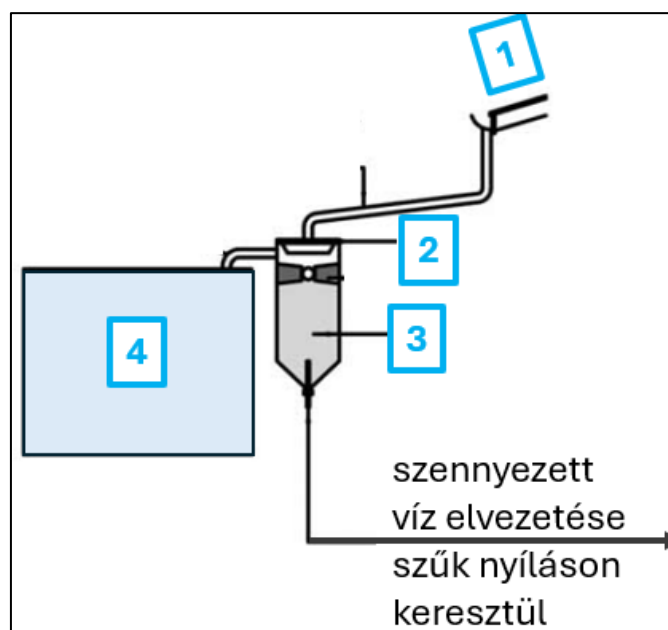
A felszín alatti tartályból/ciszternából történő vízkivétel során alkalmazott finomabb szűrés megoldható felszínen úszó szűrővel, beépíthető szűrőbetétes szűrőkkel, lassú homokszűrőkkel, gyors homokszűrőkkel.

A biológiai tisztítás során a természetben is előforduló baktériumok lebontják/felveszik az oldott szennyezőket, pl. szénhidrogéneket, szerves anyagokat, foszfátokat, nitrátokat és ammóniát. Ehhez kell egy közeg, amelyben ezeket a baktériumokat betelepítjük – pl. a vízátteresztő burkolat alatti kavicsrétegbe, gyökérzónás rendszerbe, membránba.

A csírátlánításra is szükség lehet, ami fizikai vagy kémiai módszerrel is megoldható. WC- öblítéshez használt esővizet nem kell csírátlánítani.



27. ábra az esővízgyűjtés rendszerelemei



28. ábra az első lefolyó hullám elterelése csökkenti a tisztítóberendezés terhelését

Az esővízgyűjtés általában az alábbi rendszerelemeket tartalmazza (27. ábra):

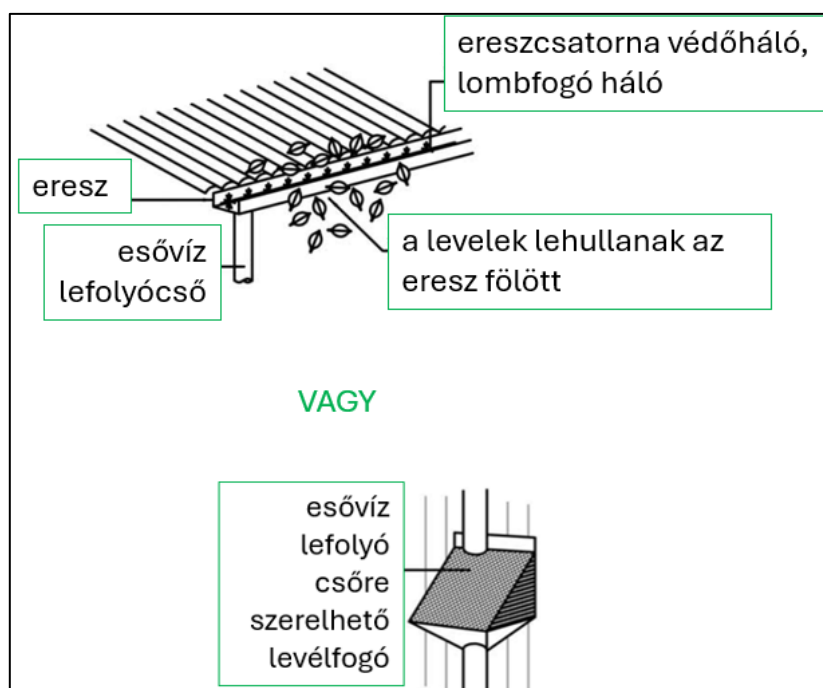
rendszerelem	leírás
tető	az eső keletkezés helye, vízgyűjtő felület
első hullám eltérítése	az első lefolyó hullámot legtöbbször nem vezetjük a tartályba, hanem megfogjuk egy berendezéssel (27.,28. ábra)
összegyűjtő csőhálózat	a tetőfelületről/ más szilárd burkolatú felszíni vízgyűjtő területről az esővíztartályig/ciszternaig szállítja a vizet
esővíztartály/ciszterna	felhasználásig ebben tároljuk az esővizet; egy bizonyos szint elérésekor egy túlfolyón keresztül távozik
főösleges víz elvezetése	a főösleges víz a felszínen úszó szeméttel együtt az esőkert-, vagy valamilyen egyéb beszivárogtató megoldás-, vagy a közcsontra felé
víz tisztítás	a felhasználás célja határozza meg, akár ivóvíz is előállítható
szivattyú	az esővízgyűjtés legtöbbször felszíni- vagy felszín alatti cisztárával működő rendszer, ekkor szükség van szivattyúra, ami az épületbe, azon belül a vízhasználati helyekre emeli a vizet
visszacsapó szelep	a szivattyú után építjük be
szabályozó rendszer	mechanikus, vagy automatikus szabályozó rendszer

beépített anyagok

A legtöbb esővíztartály/ciszterna műanyagból készül, de lehet beton, vasbeton, téglá, vagy acél, ha a víz és a fertőtlenítőszeres korróziós hatása elleni védelem biztosított. A tározótér nem feltétlenül egy hagyományos tározó tartály, hanem lehet a vízáteresztő burkolat alatti útalap - zúzottkő, zúzott beton, salak, zúzott pala - hézagterfogata által biztosított tér, vagy szikkasztó blokk HDPE fóliába csomagolva. A talajvíz nem juthat be a tározótérbe. A felszín alatti tározók statikai méretezésekor a földnyomást, talajvíz nyomást, a takarás egyéb extra terhekkkel növelt súlyát, valamint a felúszás lehetőségét figyelembe kell venni. A tartályokba történő bejutást jól záródó nyitható tetővel el kell látni a karbantartás és tisztítás érdekében lehetővé kell tenni.

bevezetés, előtisztítás

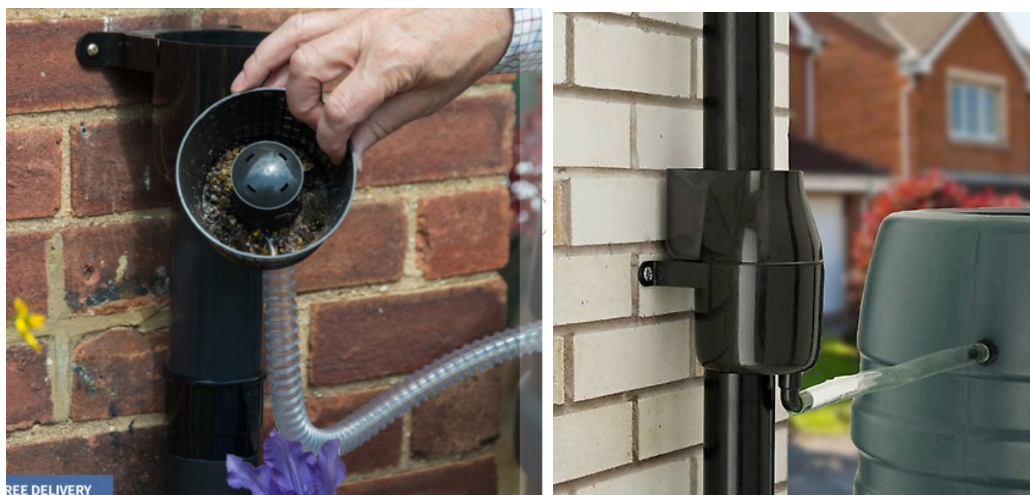
Durva szűrővel távolítjuk el a tetőről lefolyó vízbe esteleg bejutó darabos szennyezőst-pl. falevél. Ez a szűrő a tető és a tartály között bárhol beépíthető és ennek megfelelően többféle megoldás ismert (29. ábra). Ezek hiányában az esővíz lefolyó csövön tisztítónyílást kell biztosítani (29. kép)



29.ábra a tető és a tároló között elhelyezett levélfogó (durva szűrők)

Ezek az egyszerű mechanikus eszközök gyakran fémhálóból készülnek. Ha lombhullató fa nyúlik a tető fölé, az egész ereszcsatornát érdemes ilyen hálóból lefedni. Az első lefolyó hullámot – minimum 40 l/100 tető m² - legtöbbször nem vezetjük a tartályba, hanem eltereljük és felfogjuk egy alkalmas berendezéssel (27., 28. ábra). Ebben már olyan szennyeződések is visszatartunk, amik a durva szűrőn átjuthattak.

KÉPEK:



23., 24. kép: esővízgyűjtés az udvarban/kertben történő újrahasznosítás céljából; a lefolyó víz szűréssel egybekötött elterelésére sok megbízható termék van forgalomban



25. kép Ereszcsatorna kifolyó, vízlopó



26. kép Szűrőkosár



27. kép Az ereszcatorna és a lefolyócső csatlakozási nyílás, falevelek okozta elzáródását megakadályozó kiegészítő elem.



28. kép: tisztítónyílás alkalmazása az esővíz lefolyócsövön

6.4.4. Esővízgyűjtéshez kapcsolódó fenntartási igények

A rendszer rendszeres és alkalmi karbantartási műveletei során az üzemeltetés átmenetileg szünetelhet.

tartály, bevezetés, kivezetések, ereszcsonnák, mindezek csatlakozásai, vízkivétel berendezései, durva szűrők tisztítása, szilárd szennyezők és iszapok eltávolítása	évente, vagy a hatásfok csökkenésének észlelésekor
tartály, bevezetés, kivezetések, ereszcsonnák, mindezek csatlakozásai, vízkivétel berendezései, durva szűrők tisztítása, szilárd szennyezők és iszapok eltávolítása	évente, vagy a hatásfok csökkenésének észlelésekor
szűrőcsere	évente
tartály, szivattyú meghibásodása esetén azok javítása, vagy cseréje	szükség esetén
A záport követő három napon belül el kell használni, vagy le kell üríteni az esővíztartályt. Az elvezetés nem történhet a csatornába.	záporosemények után

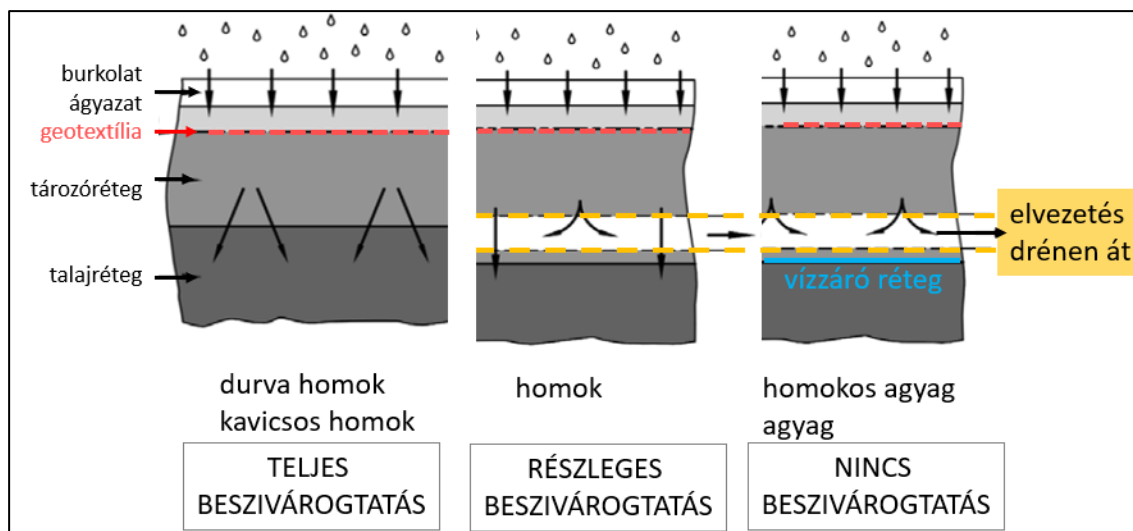
6.5. Vízáteresztő szilárd burkolatok

6.5.1. Általános leírás

A vízáteresztő burkolat lehetővé teszi a ráhulló csapadékvíz viszonylag nagy sebességgel történő beszivárgását. A beszivárgott víz a burkolat alatti nagy hézagtérfogatú zúzottkő tározórétegbe jut és átmenetileg ott tartózkodik, amíg az alsóbb rétegekbe szivárog, vagy hasznosításra elvezetik drén-rendszeren keresztül, vagy elvezetik befogadóba, vagy másik, lejjebb elhelyezett KZI elembe. A záporvíz visszatartás és a talajba történő beszivárogtatás az elsődleges funkciója, de oldott szennyezők koncentrációját is hatékonyan csökkenti. A szilárd szennyezőktől védeni kell, ezért erózióveszélyes területek alatt, vagy szennyezőforrások alatt nem alkalmazhatjuk. Parkolókban, kis forgalmú utakon a hagyományos aszfaltburkolat jó helyettesítője. Leghatékonyabb vízszintes, vagy minimális esésű terepen alkalmazva. Ahol kevés a magasabban fekvő területről hozzáfolyó víz, jelentéktelen a terepesés, jó a talaj vízáteresztő képessége és nincsenek kizáró tényezők – magas talajvízszint és szennyezésre érzékeny felszín alatti vízkészlet -, ott hatékony KZI megoldást jelent. Megfelelő méretezéssel kívülről ráfolyó víz befogadására is alkalmas.

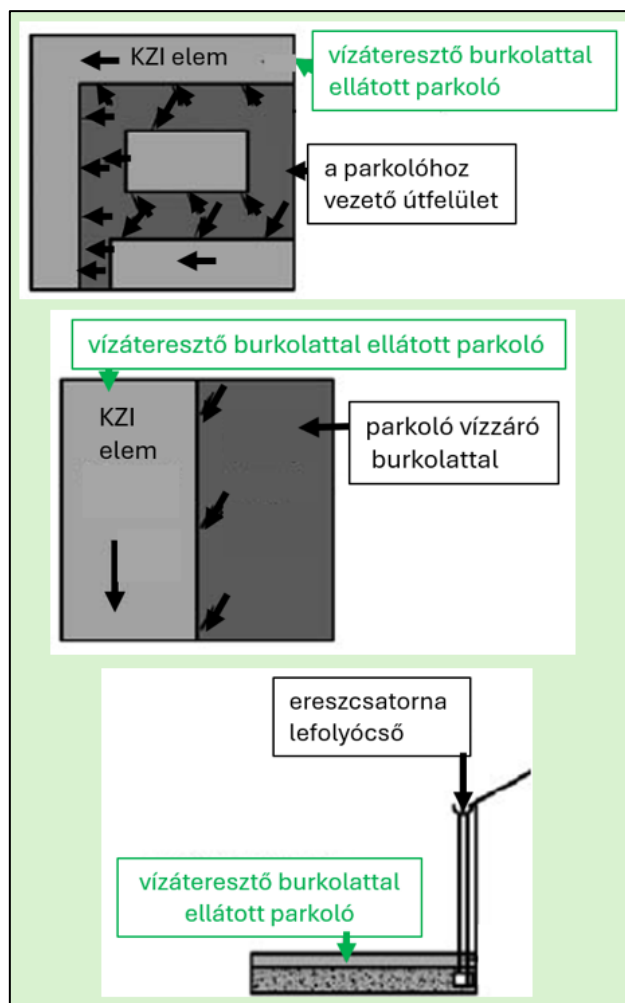
6.5.2. Tervezési szempontok

- Az ágyazat és rajta a burkolat statikai méretezést igényel a várható terhelés figyelembevételével. Georácsokkal lehet növelni a burkolat teherbíró képességét és rugalmasságát, valamint a burkolat szélének szegélyelemekkel történő megtámasztása is hatékonyan növeli a teherbíró képességet.
- A tározó réteg alja és a mértékadó talajvízszint között minimum 120 cm távolságot kell tartani.
- Lejtős terepen épület fölött legalább 30, alatta legalább 3 méter távolságot kell tartani az épület alapjától.
- Ivóvízkúttól 30 m távolságot kell tartani.
- A vízelvezető kapacitás adott tározókapacitás mellett annál hatékonyabb, minél kisebb a burkolat esése.
- Porózus betonburkolatot 0,2/0,4 víz/cement tényezővel és legalább 15 % pórustérfogattal kell készíteni.
- Az altalaj vízáteresztő képessége legalább 12 mm/h legyen és 2-es biztonsági szorzóval kell figyelembe venni méretezéskor. Lassabb vízáteresztés drénezést tesz szükségessé (30. ábra). Ekkor csak szűrés történik, beszivárogtatás elmarad.



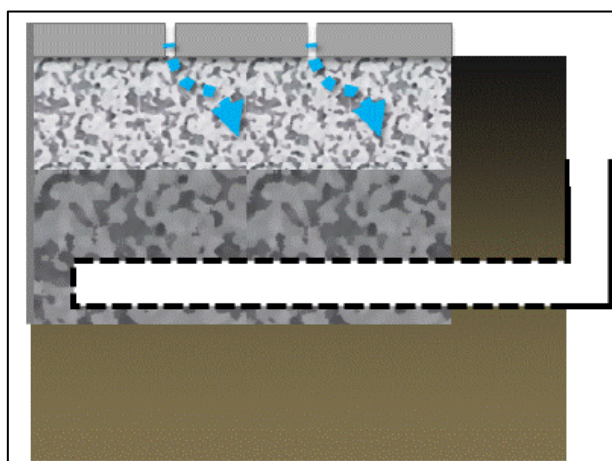
30.ábra: vízáteresztő burkolat beszivárogtatással és drénezéssel

A vízáteresztő burkolatok vízáteresztő képessége meghaladja a mértékadó csapadékkintenzitást, ezért a vízáteresztő burkolatra, mint KZI elemre vezethetünk ráfolyó vizet, lehetőség szerint tiszta felületről (**31. ábra**). A tározókapacitást a burkolatra hulló és a kívülről lefolyó első 12 mm csapadék befogadására kell méretezni, az azon felül érkező víz túlfolyón, vagy drénen keresztül elvezetésre kerül (**30. ábra**). A tározó rétegben a tartózkodási idő legalább 12, legfeljebb 72 óra.



31.ábra: vízáteresztő burkolatra kívülről rávezetett esővíz

A tározókapacitás maximális kihasználását az elvezetés szintjének megfelelő beállítása biztosíthatja (**32.ábra**).



32.ábra: a tározóréteg hatékony üzemeltetése drénázás mellett

- Ha a kívülről érkező lefolyás vízgyűjtőjének tiszta a felülete -pl. tető, járda – a területe akár a négyszerese is lehet a vízáteresztő burkolaténak.

- A kívülről érkező ráfolyó víz minőségét előre ismerni kell, a szennyezőanyagterhelést megelőzéssel - a ráfolyás vízgyűjtője sűrű növényzettel borított - minimalizálni kell és mindenképp kell előülepítést biztosítani, ami lehet homokszűrő, füves szűrősáv, ülepítő berendezés, olajfogó.
- A tározóréteg vastagsága 20÷30 cm között lehet.
- Ha nagyobb tározótérfogatra van szükség például újrahasznosítás céljából és nem akarjuk elvezetni a fölösleges vizet, 90% hézagterfogatú esővíztároló blokkokat helyezhetünk el a burkolat alatt, ami viszont kisebb tisztítási hatásfokot biztosít. Ezt az esetleg újrahasznosítási célból történő tározás esetén figyelembe kell venni.
- A burkolat aljában egy megfigyelőkutat kell létesíteni függőlegesen perforált D150 mm PVC csőből

Terepesés kezelése

Ideális esetben a burkolat vízszintes, de a terepadottságok rendszerint nem ideálisak. A túl nagy terepesés két alapesetével találkozunk:

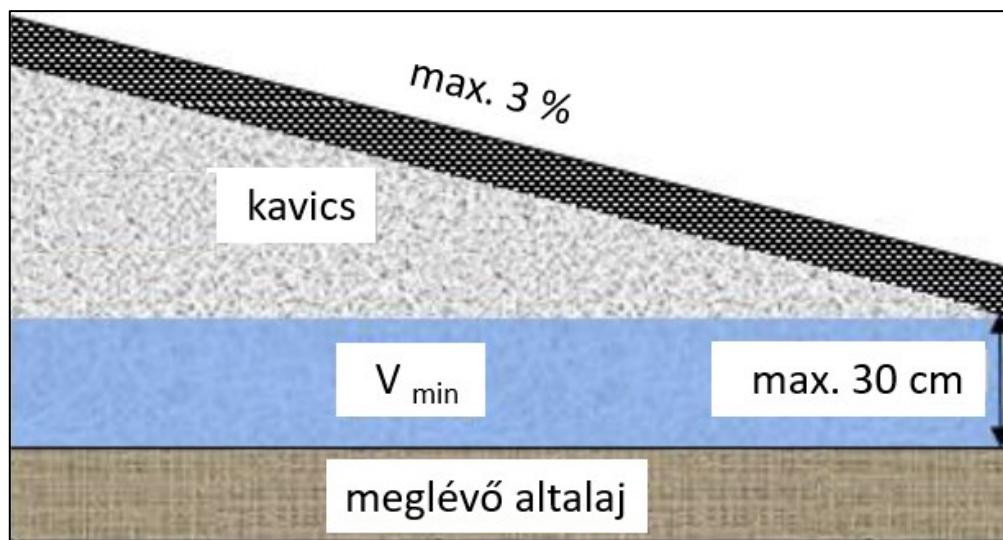
- a vízáteresztő burkolatra hulló esővízen túl kívülről is érkezik lefolyó esővíz, amit kell visszatartani

A külső vízgyűjtő terület lejtése túl nagy, ekkor túl nagy sebességgel érkezik a vízáteresztő burkolatra a lefolyó esővíz és várhatóan lejtésirányban átfolyik a burkolaton és nem éri el a tározó réteget.

- csak a vízáteresztő burkolatra érkező esővizet kell visszatartani

A vízáteresztő burkolat lejtése túl nagy, ezért a vízáteresztő burkolatra hulló esővíz várhatóan lejtésirányban átfolyik a burkolaton és nem éri el a tározó réteget.

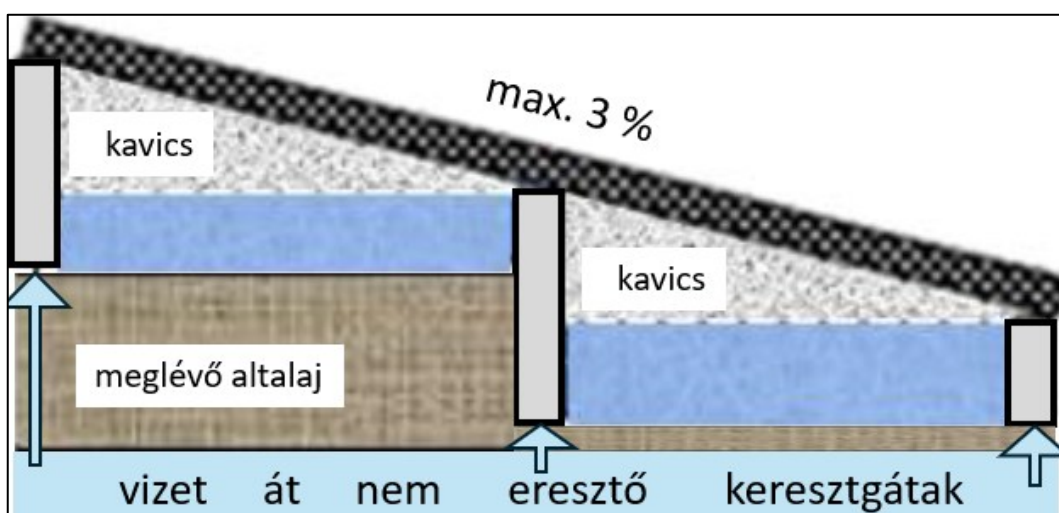
Mindkét esetre megoldást jelent a lejtés korlátozása, a külső vízgyűjtő terület esése ne legyen nagyobb 5 % - nál, a vízáteresztő burkolat esése ne legyen nagyobb 3 % - nál (33. ábra). A burkolat lejtésétől függetlenül a tározóréteg alja vízszintes kell legyen (33. ábra).



33. ábra (tározóréteg kialakítása lejtős terep alatt LID design Handbook alapján)

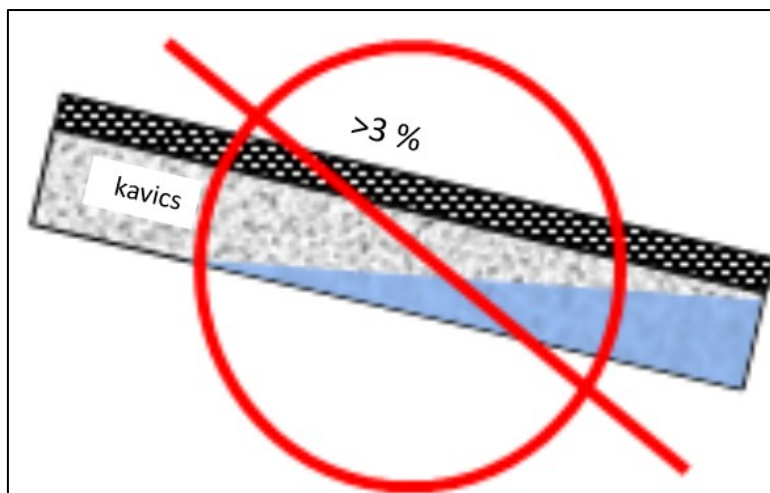
A tározótérfogatot a vízminőségjavítást biztosító vízmennyiségre ($V_{min.}$) kell méretezni. Ezeknek a hozamoknak mértéke folyamatos újra-értelmezés tárgya és a segédletnek nem tárgya a kérdés tisztázása. Javasolom ehhez Dr. Buzás Kálmán előadás anyagának és kutatási project eredményeinek tanulmányozását, amelyben már az AI bevonása is megfontolásra került (22. kép).

Ha a kavicsréteg vastagsága a **33. ábra** szerinti elrendezésben meghaladja a 30 cm-t, akkor a **34. ábrán** közölt -, vizet át nem eresztő keresztgátakkal kialakított lépcsőzetes - elrendezés javasolt. A víz csak a vízáteresztő burkolat alsó pontjáig torlódhat fel a tározórétegben.



34. ábra: tározóréteg kialakítása lejtős terep alatt keresztgátakkal

Ha olyan megoldást választunk, amiben a tározóréteg párhuzamos a terepeséssel, nem lesz hatékony a KZI elem (35. ábra), mert csak egy részében tudunk vizet visszatartani.



35. ábra: nem megfelelő kialakítás: a tározóréteg párhuzamos a terepeséssel

A kavics tározóréteg vastagságát azért kell 30 cm-re korlátozni, hogy 24 óra alatt kiürülhessen és ezzel a következő csapadék befogadására készen álljon. Ezt a vastagságot a lejtő alján értelmezzük (33. ábra)

Legkisebb felszíni terület

$A_{\min}$ értékét úgy kapjuk meg, hogy a $V_{\min}$ értéket elosztjuk a tározórétegben tárolt víz mélységével. Ez utóbbit úgy kapjuk meg, hogy a tározóréteg hézagterfogatát és vastagságát összeszorozzuk. A hézagterfogat általában 40 %, a legnagyobb rétegvastagság 30 cm.

$$A_{\min} = V_{\min} / 0,4 \cdot 0,3$$

Üledék kezelése

Előülepítést kell biztosítani a kívülről érkező lefolyó vízzel érkező lebegőanyag visszatartására, az eltömődés megelőzésére. Ez egyben a ráfolyás elosztására, kiegyenlítésére is alkalmas. A kiegyenlített ráfolyás pedig az egyenletes beszivárgást segíti elő. Az előülepítő berendezésből a vízáteresztő burkolat felszínére jut a víz.

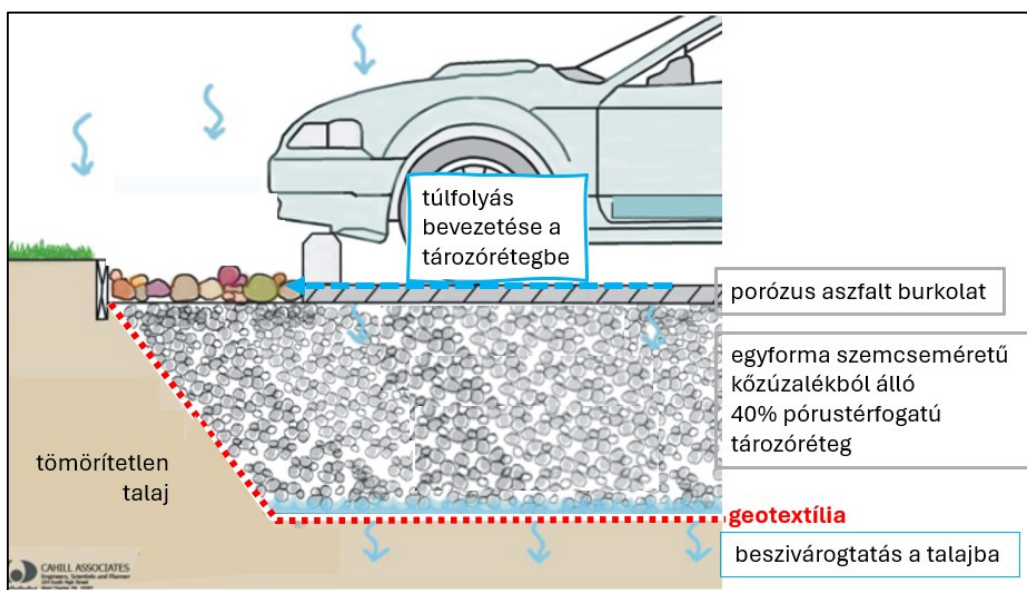
Vízszigetelés és geotextília alkalmazása

A talajvizsgálati jelentésből, vagy annak készítőjétől származó információ alapján kell ezeket alkalmazni és megválasztani. Célszerű geotextíliát alkalmazni a vízáteresztő

burkolat széleinél a finomszemcsék kizárása érdekében. Hacsak a talajvízszint, vagy a terület érzékenysége, illetve a ráfolyó víz szennyezettsége nem indokolja, nem alkalmazunk vízszigetelést a KZI elem alatt.

Túlfolyó rendszer

A vízminőségjavító vízhozam fölötti vízhozam vagy eltömődés esetén szükséges elvezetni a be nem szivárgó vizet, erre a célra túlfolyót kell biztosítani, ami a csatornába, vagy másik, lentebb fekvő KZI elembe vezeti a vizet. Az eltömődés miatti túlfolyó víz a felszínen a burkolat széle felé is elvezethető a burkolat alatti tározótérbe (**36. ábra**).

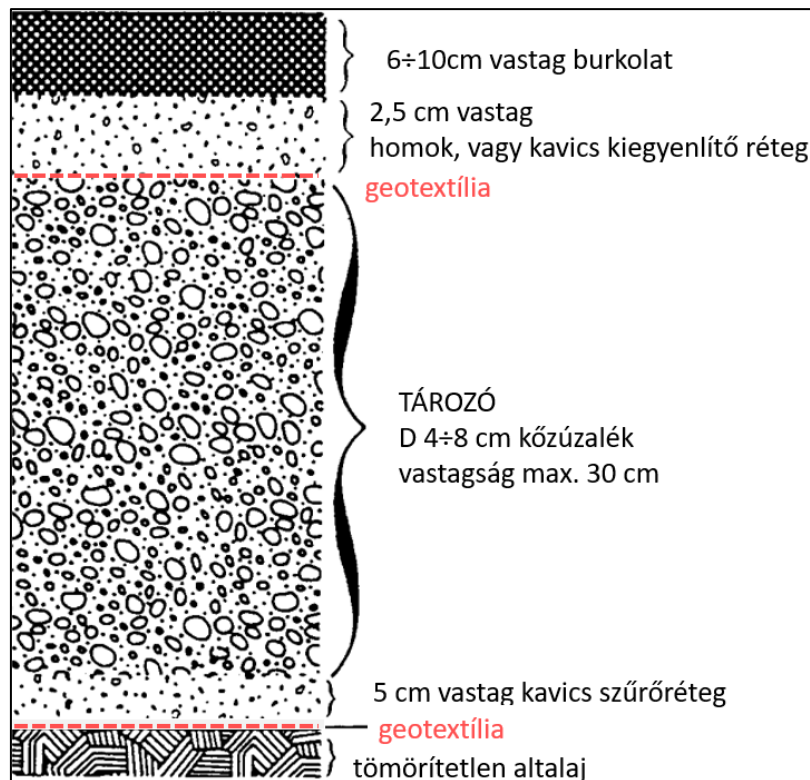


36. ábra példa túlfolyó víz elvezetésére

Rétegrend

Felülről lefelé haladva az általános rétegrend (**37. ábra**):

- vízáteresztő burkolat - többféle lehet
- homokréteg - függ a burkolattól és a talajvizsgálati jelentéstől
- kavicsagyazat - függ a burkolattól és a talajvizsgálati jelentéstől
- tározóréteg max. 30 cm vastag; 40 % pórustérfogat; drénezett, ha a talaj vízáteresztőképessége <12 mm/h
- opcionális geotextília – ronthatja is a beszivárgás hatásfokát, ha eltömődik
- eredeti talaj



37. ábra: általános rétegtrend

Burkolat

A burkolatokat két csoportra osztjuk a burkolat anyaga szerint. A porózus burkolatok önmagukban is vízáteresztő anyagból vannak, míg a - csak - vízáteresztő-, nem porózus burkolatok a víz beszivárgását lehetővé tevő hézagokkal lerakott-, önmagukban vízzáró elemekből álló burkolatok. A hatékony beszivárgás érdekében a hézagok felülete a teljes felület legalább 5÷10 %-a legyen. A réseket is zúzott kővel kell feltölteni. A legelterjedtebb burkolatokat jól ismerteti a „ZÖLDINFRASTRUKTÚRA FÜZETEK 1. VÍZÁTERESZTŐ BURKOLATOK Vízáteresztő burkolattípusok alkalmazásának útmutatója” című magyar nyelvű kiadvány. Néhány leggyakoribb burkolat adatait az alábbiakban ismertetjük (38.ábra):

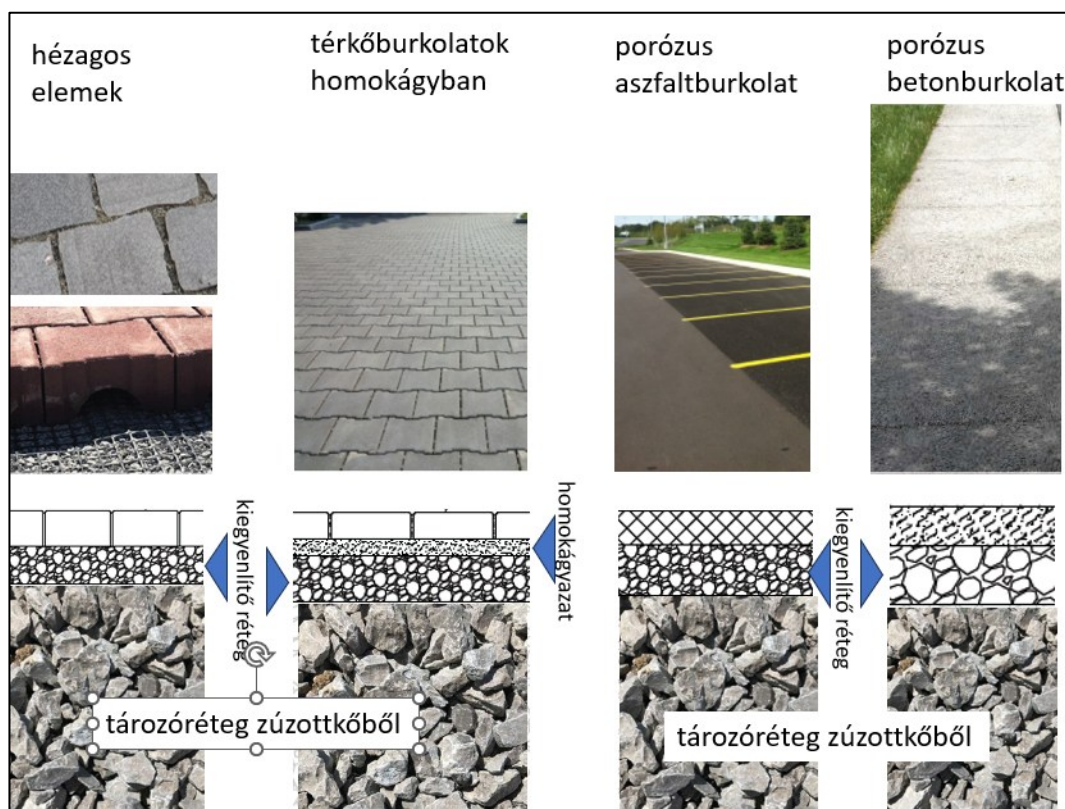
- Porózus betonburkolat (drénbeton) jellemzői:
 - 10 ÷ 15 cm vastagságban készül;
 - vízáteresztő képessége >1000 mm/h;
 - pórustérfogat 15÷30 %
 - előregyártott táblákban is beépíthető
- Porózus (drénaszfalt) aszfaltburkolat jellemzői:
 - pórustérfogat 16 %

- Elemes burkolatok;
 - térkőburkolatok homokágyban
 - hézagos elemek; a hézagokban kőzúzalék; nincs homokágy; vízáteresztő képessége 4000 mm/h
- Kötőanyaggal stabilizált szórt burkolat
- Kötőanyag nélkül stabilizált szórt burkolat
- Gyeprács

Műanyag vagy beton rács, melynek sejtjeiben humusz feltöltésen gyeptalálható. Gépkocsiforgalomra is alkalmas, de a gyepterület védelme érdekében csak alacsony forgalmú parkolófelületekre ajánlott

- Kavics fix

műanyag rács, mely stabilizálja a méhsejt alakú cellákba szórt zúzottkővet vagy kavicsot.



38. ábra: a leggyakoribb vízáteresztő burkolatok

6.5.3. Vízáteresztő burkolatokra vonatkozó fenntartási igények

A jégmentesítésre alkalmazott anyag nem tartalmazhat magnéziumkloridot, magnéziumacetátot, káliumacetátot.

Az elemes vízáteresztő burkolatok karbantartása:

a külső vízgyűjtő területek karbantartása, erózió megakadályozása, növényzet jó állapotának biztosítása a nyesedék eltávolítása a felszínről	folyamatosan
szemét, szennyezőanyagok eltávolítása a KZI felületről	folyamatosan
szükség esetén az elemek eltávolítása és pótlása	az általános burkolatkarbantartással együtt
a meghibásodott felület nem pótolható vízzáró burkolattal	az általános burkolatkarbantartással együtt
vízállások megfigyelése, felfedezése	záporokat követően
sepregetés, gyomlálás	évente 2 ÷ 3 alkalommal
beszivárgás ellenőrzése tesztel	tavasszal
homok pótlása az elemek között	szükség esetén

A porózus beton/aszfalt burkolatok karbantartása:

a külső vízgyűjtő területek karbantartása, erózió megakadályozása, növényzet jó állapotának biztosítása a nyesedék eltávolítása a felszínről	folyamatosan
szemét, szennyezőanyagok eltávolítása a KZI felületről	folyamatosan
szükség esetén – repedés, süllyedés - a burkolat eltávolítása és pótlása ugyanazzal a típusú burkolattal	az általános burkolatkarbantartással együtt
a meghibásodott felület nem pótolható vízzáró burkolattal	az általános burkolatkarbantartással együtt
beszivárgás ellenőrzése tesztel	tavasszal
gépi vákuumos takarítás az eltömődés megelőzése érdekében	évente 2 ÷ 3 alkalommal

7. Irodalomjegyzék

ZÖLDINFRASTRUKTÚRA FÜZETEK 1. VÍZÁTERESZTŐ BURKOLATOK Vízáteresztő burkolattípusok alkalmazásának útmutatója

ZÖLDINFRASTRUKTÚRA FÜZETEK 3. VÍZÉRZÉKENY TERVEZÉS A VÁROSI SZABADTEREKEN

MÓDSZERTANI ÚTMUTATÓ A ZÖLD INFRASTRUKTÚRA FEJLESZTÉSI ÉS FENNTARTÁSI AKCIÓTERV KÉSZÍTÉSÉHEZ 1.0. VÁLTOZAT, 2016. ÁPRILIS TOP-2.1.2-15/6.3.2-15 ZÖLD VÁROS KIALAKÍTÁSA FELHÍVÁSHOZ

Green Infrastructure Design Manual; Last Updated: 01/01/2022; Reviewed/Released 2022 v1.2; Report 5.1. Review of the Use of stormwater BMPs in Europe; Project under EU RTD 5th Framework Programme; Contract No EVK1-CT-2002-00111

dr.Buzás K. LIFE-MICACC LIFE 16 CCA/HU/000115

The evolution and application of terminology surrounding urban drainage Tim D. Fletcher, William Shuster, William F. Hunt, Richard Ashley, David Butler, Scott Arthur, Sam Trowsdale, Sylvie Barraud, Annette Semadeni-Davies, Jean-Luc Bertrand-Krajewski, Peter Steen Mikkelsen, Gilles Rivard, Mathias Uhl, Danielle Dagenais & Maria Viklander (2015) SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – , Urban Water Journal, 12:7, 525-542, DOI:10.1080/1573062X.2014.916314

CIRIA C697 London, 2007., The SuDS manual; CIRIA; B Woods-Ballard H R Wallingford, R Kellagher H R Wallingford, P Martin Black & Veatch, C Jefferies University of Abertay, R Bray Robert Bray Associates, P Shaffer

LID BMP Design Handbook

CSAPADÉKVÍZ GAZDÁLKODÁS A TELEPÜLÉSEKEN; Dr. Buzás Kálmán c. egyetemi tanár

BME, Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék; LIFE-MICACC LIFE 16 CCA/HU/000115

Pennsylvania Department of Environmental Protection (PDEP). 2006. Pennsylvania Stormwater Best Management Practices Manual. Prepared by Cahill Associates Inc., Harrisburg, PA.

Cristiano, Elena & Deidda, Roberto & Viola, Francesco. (2020). The role of green roofs in urban Water-Energy-Food-Ecosystem nexus: A review. Science of The Total Environment. 756. 10.1016/j.scitotenv.2020.143876.

<https://greenrooftechology.com/green-roof-finder/intensive-green-roof/>

chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/assets.botanic.cam.ac.uk/wp-content/uploads/2021/11/Dry-

Meadow-A5-plant-list-print-version.pdfchrome-
extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://s3-eu-west-
1.amazonaws.com/assets.botanic.cam.ac.uk/wp-content/uploads/2021/11/Dry-
Meadow-A5-plant-list-print-version.pdf

A sorozat keretében eddig megjelent kiadványok

2017.-2022.

A korábbi kiadványokat keresse a kamara weboldalán (www.mmk.hu), a FAP pályaműveket tartalmazó menüben.

2023.

101.	SZILÁGYI Zsombor Dr.,	Az energiahordozók jövője
102.	BLAZSOVSZKY László	Szakmai útmutató felhasználási helyek gázellátását biztosító elosztóvezeték leágazásának létesítéséhez
103.	ÁKOSHEGYI György Dr., BORBÉLY Tibor, DIÓS András, EÖRDÖGH Zsolt	Medencés fürdők vízgépészeti tereinek tervezési szempontjai
104.	KISS Jenő dr., METZING Ferenc dr., CSERMELY Gábor, dr. HEGYI Dezső, KÖNCZÖL Gyula, DEZSŐ Zsigmond	Szakmai Útmutató az épületek, épületszerkezetek bontásához
105.	MÓGA István Dr.	Atomerőművi alapok
106.	BAK Edina, FEJES Gábor, HONTI Imre, HUDACSEK Péter, SCHELL Péter	Talajmechanikai laboratóriumi vizsgálatok, azok megtervezése és eredményeinek felhasználása a geotechnikai tervezői gyakorlatban
107.	EGRI Sándor, BUZÁS Zoltán	AutoCAD alapon készített tervdokumentációkból EHO szerinti XML fájl készítése (objektumsablon készítése)
108.	BONDOR Gabriella, CSORDÁS Szilveszter, KANOSIK Ilona, PÓLYA Endre, VARJÚ József	Szakmai ismeretek a jogosultsági vizsgára
109.	KAKUK Ilona	Az Informatikai Tervező Szakmai Útmutatója (109./1-2-3.)
110.	GIORIS Nikolaos, MENYHÁRT István Zsolt, OLÁH Róbert, TAKÁCS Bence dr., VASS Imre	Digitális mellékletek készítése az M.2 (2021.) mérnökgeodéziai tervezési segédlethez
111.	ZSIDAI László Dr., SARANKÓ Ádám Dr., SZABÓ Péter	Az additív technológiák terméktervezési és technológiai sajátosságai
112.	REINIGER Róbert, BARNA Sándor, BITE PÁLNÉ DR. PÁLFFY Mária, MIHICS Dalma, PINTÉR István	A Li-ion alapú akkumulátor, illetve akkumulátor részegység gyártás környezetvédelmi hatósági engedélyezésének környezetvédelmi alapkövetelményei - Szakmai segédlet környezetvédelmi szakértők, illetve hatósági eljárási szereplők részére
113.	TOKODY Dániel Dr., SCHOTTNER Károly, HADDAD Richárd, ADY László, ÁGOSTON Gergő, DRABIK Gergő, HAN Xiaoping, CSAPÓ Dániel, SZÚCS Marcell, FELHÓS Dávid Dr.	Napelemes rendszerekkel együttműködő energiatárolók létesítése
114.	GYIMESI András Dr., BOHÁCS Gábor Dr., SÜLLE Miklós, GÓDOR Balázs	Építőgépész mesteriskola tantárgyi felépítés és a hozzá kapcsolódó tematika kidolgozása
115.	BOROS János	Az atomerőművi rendszerek és rendszerelemek tervezésénél figyelembe vett elvek összefoglalása
116.	PRIMUSZ Péter Dr.	Hajlékony útpályaszerkezetek szükséges erősítőrétégének meghatározása roncsolásmentes teherbírásmérés alapján

117. EGRI Sándor, BUZÁS Zoltán AutoCAD alapon készített tervdokumentációkból EHO szerinti XML fájl készítése (objektumsablon készítése)

2024.

- | | | |
|------|---|---|
| 118. | SZABÓ Kinga Dr., ÓMAJTÉNYI András, TÓTH Péter, ZSIGMONDI András | A beruházáslebonyolító tevékenysége - Szakmai ajánlás a beruházáslebonyolító fogalmának meghatározására, felelősségére és jogosultságának szabályozására |
| 119. | SZILÁGYI Zsombor Dr., | Feladatok a klímacélok teljesítéséhez |
| 120. | BLAZSOVSZKY László | A csatlakozóvezetékek és a felhasználói berendezések létesítésével kapcsolatos gyakorlat, és a változtatás szükségességének elemzése |
| 121. | PÓLYA Endre, BALOGH Attila, ERDEI Tímea, VARJÚ József | Műszaki segédlet az orvostechnikai eszközpark üzemeltetéshez - Tervezési segédlet, szakmai útmutató, tananyag az MMK kötelező szakmai továbbképzéshez, valamint dokumentum egészségügyi létesítménymenedzsment és minőségmenedzsment részére. |
| 122. | BOROS János, CSALLÓKÖZI Zoltán, DOBÓ István, HUNYADI Sándor, KÁLLAI-BORIK Róbert, PODONYI Gábor, SZITA Gábor, DR. SZÜCS Botond, PERGERNÉ NAGY Edit, GYŐRI Csaba | Magyarország villamosenergia ellátásának lehetőségei |
| 123. | DR. TAKÁCS Bence, HRUTKA Bence Péter, TAKÁCS Regina | Szakmai útmutató vonalas létesítmények 3D modellezéséhez (geodéziai tervezők részére) |
| 124. | LIPOVICS Tamás, SZENDEFY János, VÁSÁRHELYI Balázs | Kockázatok elemzése a mélyépítésben |
| 125. | KAKUKK Ilona Klára, NÓGRÁDI Gábor | Informatikai Tervező Szakmai Útmutató |
| 126. | EGRI Sándor | Az NMHH ESZTER aktuális verziójának használata során feltárt hiányosságok, problémák kezelése az AutoCAD programozási eszköztárával |
| 127. | DR. HANCZ Gabriella, DR. ENGI Zsuzsanna, JANCsó Béla | A kék-zöld infrastruktúra elemek tervezési irányelvei |
| 128. | HAJNAL János, DR. KOREN Csaba, LITKEI Bálint, VÁLÓCZI Dénes György | A Közúti biztonsági auditjelentések szerepe az önkormányzatok pályázati gyakorlatában |
| 129. | HÓZ Erzsébet, BORBOLÁNE KOVÁCS Gabriella, DR. MILETICS Dániel, PÁL Péter, VÁLÓCZI Dénes, VEDRŐDI Tamás | Személyi sérüléssel közúti közlekedési balesetek adatgyűjtési módszertana |
| 130. | SZOMOLÁNYI Tiborné, LAKATOS István, LUKÁCS Tamás | Segédlet a megvalósulási dokumentációk készítéséhez, használatbavételi, fennmaradási és bontási engedélyek dokumentációinak elkészítési segédlete |
| 131. | KATONA Gábor, FÜZÉR Ferenc, MOLNÁR Béla | Hírközlési hálózatok építési technológiai gyűjtemény - Bontások, útfúrások, anyag és munkaigények összefoglaló tervezői anyag |
| 132. | KOVÁCS József, NAGY Benedek, SZABÓ László, DR. SZEPESHÁZI Attila | Geotechnikai és tartószerkezeti tervező együttműködése talaj és felszerkezet egymásra hatásának vizsgálata esetén |

133. MÁRKUS Miklós, MUNTAG András Ipari zajmodell adatszolgáltatási segédlet - Segédlet szakági tervezők részére környezeti zajmodell készítéséhez