

VÍZÉRZÉKENY TERVEZÉS A VÁROSI SZABADTEREKEN



ZÖLDINFRASTRUKTÚRA FÜZETEK 3.

VÍZÉRZÉKENY TERVEZÉS A VÁROSI SZABADTEREKEN



BUDAPEST

Budapest, 2018

TARTALOMJEGYZÉK

Előszó	6
Bevezetés	7
MIÉRT VAN SZÜKSÉG A SZEMLÉLETVÁLTÁSRA?	8
Klimaváltozás és városklíma	8
A városi beépítés hatása a vízháztartásra	9
Budapest vízi infrastruktúrája	10
Vízfolyások és a talajvíz	10
Csatornarendszer	12
Jogi háttér	13
Községi területi szabályozás	13
Telken belüli előírások	13
Mi engedélyköteles?	13
A szabályozás jövőbeli kérdései	14
Kitekintés	15
A VÍZÉRZÉKENY SZABADTÉRTERVEZÉS ALAPJAI	17
Előnyök	18
Műszaki jelentőség	18
Társadalmi jelentőség	18
Ökológiai jelentőség	18
Célok	20
Természetes vízkörforgás helyreállítása	20
Vízminőség megőrzése és javítása	20
Műszaki alapelvek	21
Melyik módszert válasszuk?	21
Hol alkalmazható sikeresen a csapadékvíz-szikasztás?	22
A tervezéstől a fenntartásig	24
A VÍZÉRZÉKENY SZABADTÉRTERVEZÉS ESZKÖZEI	25
VÁROSI SZINTŰ TERVEZŐI ESZKÖZÖK	27
A kék-zöld infrastruktúra bővítése	28
Útfásítás	29
Párologtató eszközök	30
Szikasztás zöldfelületen és vízáteresztő burkolaton	32
A víz továbbításának eszközei	34
TÖMB SZINTŰ TERVEZŐI ESZKÖZÖK	37
Záportározó	38
Gyökérzónás víztisztítás	40

TELEK SZINTŰ TERVEZŐI ESZKÖZÖK	43
Extenzív zöldtető	44
Intenzív zöldtető	46
Kéktető	48
Zöldhomlokzat	50
Szikkasztóárók	52
Drénárok	56
Föld alatti szikkasztás	58
Előregyártott víztározók	60
KOMBINÁCIÓK	63
Víztározó zöldtető	64
Drénezett szikkasztóárók	65
Szűrőárók	66
Szikkasztó-tározó meder	68
HAZAI ÉS NEMZETKÖZI PÉLDÁK	71
Taasinge tér	72
Trabrennbahn lakónegyed	74
Lakónegyed a Rummelsburgi öböl mellett	76
XVI. kerület, Budapest	78
XIII. kerület, Budapest	80
FÜGGELÉK	83
Ajánlott esőkerti növények	83
Évelők	83
Díszfűvek, sások	83
Fásszárúak	83
Szakszavak gyűjteménye	84
Vonatkozó jogszabályok jegyzéke	84
Irodalomjegyzék	85
Ajánlott irodalomjegyzék	85
Képek forrása	86
Ábrák forrása	86
Impresszum	88

ELŐSZÓ

A Fővárosi Önkormányzat gondozásában megjelenő Zöldinfrastruktúra füzetek a szakemberek, döntéshozók munkáját és a városlakók tájékoztatását kívánják segíteni. A kiadványok bemutatják a zöldinfrastruktúra fejlesztések komplex eszközrendszerét a hazai és nemzetközi jó gyakorlatok révén. Az általános alapelveken és a jó példákon túl tartalmazzák a megvalósítás különböző lehetőségeit, továbbá ezek műszaki és növényélettani feltételeit, korlátait. A kiadványsorozat a városökológiai alapismeretektől a zöldfelületek ökoszisztéma szolgáltatásán át a csapadékvíz-gazdálkodás ökológikus rendszeréig minden fontosabb tématerületet felölel.

Az Olvasó most a Zöldinfrastruktúra füzet sorozat harmadik kiadványát tartja kezében, mely a városi csapadékvíz-gazdálkodás legfontosabb elveit, eszközeit és azok alkalmazási lehetőségeit mutatja be. A kiadvány célja bevezetést nyújtani a városi környezet alakításában résztvevő szereplők (tervezők, döntéshozók és beruházók) számára a fenntartható csapadékvíz-gazdálkodás lehetőségeibe és eszközrendszerébe. A kiadvány bemutatja a csapadékvíz elvezetés jelenlegi helyzetét és a jogi környezetet, rövid ismertetést nyújt a különböző műszaki megoldásokról, megvalósult projekteken keresztül szemlélteti a gyakorlati alkalmazást. Jelen füzet és a jövőben megjelenő kiadványok célja, hogy a fővárosi közterületmegújítások során útmutatást nyújtsanak az elérhető, fenntartható, közösségi terek létrehozásában.

Mártonffy Miklós
Budapest főépítésze

2. fotó: Budapest, Városligeti tó





3. fotó: Budapest és a Duna

BEVEZETÉS

A víz életünk nélkülözhetetlen eleme. Az európai városok az elmúlt évszázadok során olyan összetett műszaki megoldásokat dolgoztak ki, melyek tiszta vízzel látják el a lakosságot és az ipart, biztosítják a városok higiéniáját, és védelmet nyújtanak az áradásokkal és esőzésekkel szemben. A változó körülmények a meglévő rendszerek felülvizsgálatára ösztönöznek minket. A fokozódó urbanizáció egyre nagyobb terhelést jelent a természetes vizek és a csatornarendszer számára. A város terjeszkedésével nő a burkolt felületek aránya is: egyre nagyobb mennyiségű, a csatornahálózatot percekben belül elérő csapadékvizet szükséges elvezetni. Emellett Magyarországon évtizedek óta kimutathatóak a klímaváltozás hatásai: gyakoribbá válnak az intenzív esőzések és a nyári forró, száraz időszakok. A meglévő csapadékvíz elvezető rendszer nem képes megbirkózni a lökészerű árhullámokkal. Bővítése hatalmas költségekkel jár, és egyes helyeken a sűrű közműhálózat miatt már műszakilag is megoldhatatlan. Változnak a lakossági igények is. A környezettudatos gondolkodás egyre inkább megjelenik döntéseinkben, a városi parkok és szabadterek szerepe felértékelődik.

A szemléletváltás a világ több pontján évtizedek óta zajlik: a fejlett informatikai megoldások már lehetővé teszik, hogy a különböző víziközműveket egy nagy, a természetes vízkörforgáshoz hasonló komplex városi rendszerként értelmezzük. Ennek megfelelően csapadékvíz-elvezetés helyett ma már csapadékvíz-gazdálkodásról beszélünk. A fenntartható csapadékvíz-gazdálkodás szabadtereken megjelenő elemei egyesével csekély jelentőséggel bírnak, de összességük komoly hatással lehet a városi csapadékvíz-gazdálkodásra és a városklímára. A rendszer optimális működéséhez számos kiindulási adatra (talajvízszint, vízminőségi- és csapadékadatok, talajszerkezet, közművek, stb.) és az elemek egymással való összehangolására is szükség van. Ennek feltételeit egy átfogó, interdiszciplináris fővárosi csapadékvíz stratégia tudja megadni, mely meghatározza a lehetőségeket és prioritásokat a város különböző területein, valamint összegyűjti, feldolgozza és a tervezők rendelkezésére bocsátja a munkához szükséges adatokat. Ez a kiadvány a tájékoztatáson kívül utat kíván nyitni a közös gondolkodáshoz és munkához, mely a jövőben lehetővé teheti a vízerzékeny tervezés rutinszerű használatát a szabadtereken.

MIÉRT VAN SZÜKSÉG A SZEMLÉLETVÁLTÁSRA?

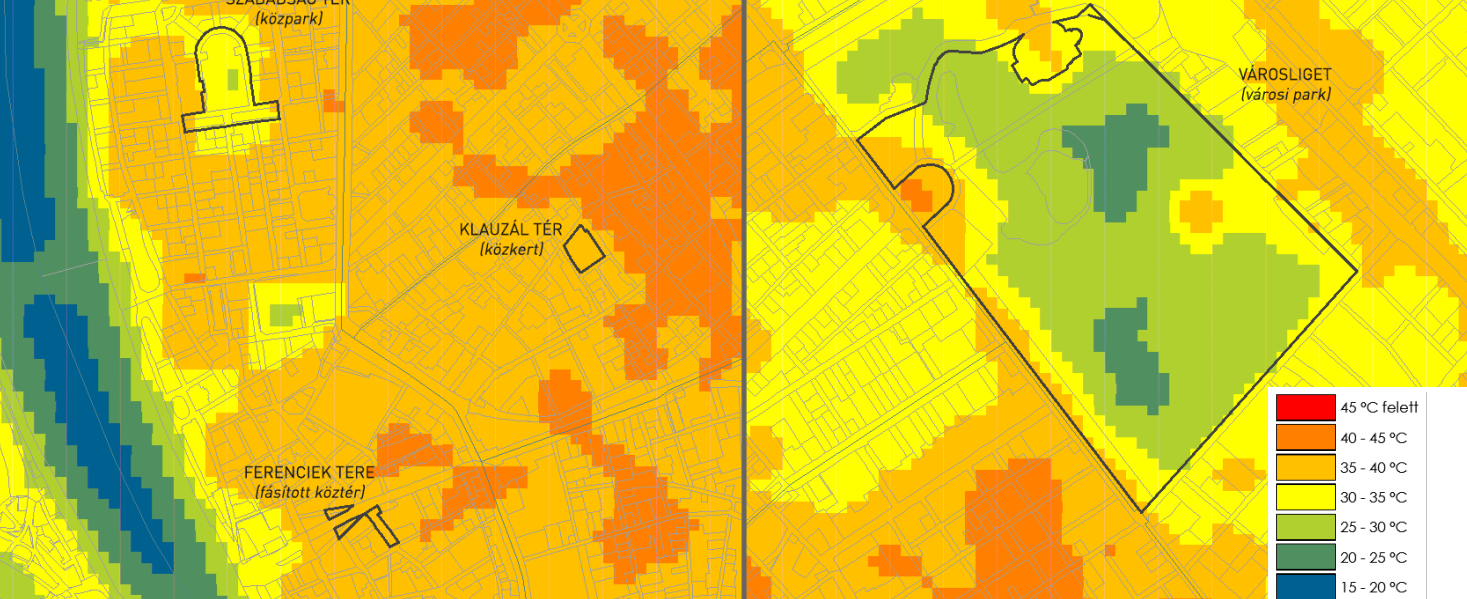
KLÍMAVÁLTOZÁS ÉS VÁROSKLÍMA

A globális éghajlatváltozás mára vitathatatlan jelenség, amelynek legfőbb okozói és negatív hatásainak elszenvedői egyaránt mi magunk vagyunk. Az éghajlati viszonyok egyre növekvő mértékben változnak, gyakoribbak a szokatlan időtartamú, gyakoriságú vagy intenzitású időjárási jelenségek. A globális átlaghőmérséklet és a légkör szén-dioxid tartalma emelkedik, ami a Föld túlnépesedésével van összefüggésben. A globális klímaváltozás lassítására számos nemzetközi egyezmény született, de az Armageddon-szerű jövőképeket továbbra sem sikerült elhessegetni. Az egyezmények végrehajtásában - a szakpolitikusok mellett - a városi szabadterek alakításával mi magunk is sokat tehetünk. A városklíma különbözik a tágabb térség éghajlatától. Ez az eltérés az épületek, építmények, burkolatok fizikai jelenlétéből, a burkolatokon használt vízzáró anyagok (pl. CKT alap, aszfalt vagy beton héjalás) miatt megváltozott lefolyási viszonyokból, az alacsony növényborítottságból, a sokféle emberi tevékenység általi (fűtés, közlekedés, ipar) kibocsátásból (hő, szennyező anyagok) adódik. Ezt fokozza a sötét burkolatok (pl. aszfalt) alkalmazása, melyek a napfény nagy részét magukba szívják és hőenergia formájában sugározzák vissza. Ezek a tényezők együttesen jelentősen módosítják a városok klimatikus viszonyait a vidéki, kevésbé beépített térségekhez képest.

A városklíma három legfontosabb jellemzője:

- a város légterében kialakult hőtöbblet (ún. városi hősziget),
- a megváltozott átszellőzési viszonyok (szélcsatornák és szélcsendes helyek),
- a levegőtisztasági problémák.

A város méretével a változás mértéke is arányosan nő. Az emberekre nézve a globális felmelegedés és a városklíma hatásai egyaránt terhelően hatnak. A globális klímaváltozás egyik következményeként várhatóan emelkedik a hóhullámok száma és intenzitása, ami a sajátos városi jelenségekkel összeadódva a városlakók számára egyre kedvezőtlenebb életkörülményeket jelent. A városi szabadterek tudatos tervezésével, kialakításával és fenntartásával sokat tehetünk a kedvezőtlen hatások megelőzéséért, érdemi csökkentéséért, valamint a megváltozott körülményekhez való alkalmazkodásért. Az fenntartható csapadékvíz-gazdálkodás műszaki megoldásaival a csapadékvíz jórészt a szabadtéren helyben hasznosul: így csökkentheti a felszín felmelegedését, a lég-hőmérsékletet, ezáltal a városlakók hőérzetét.



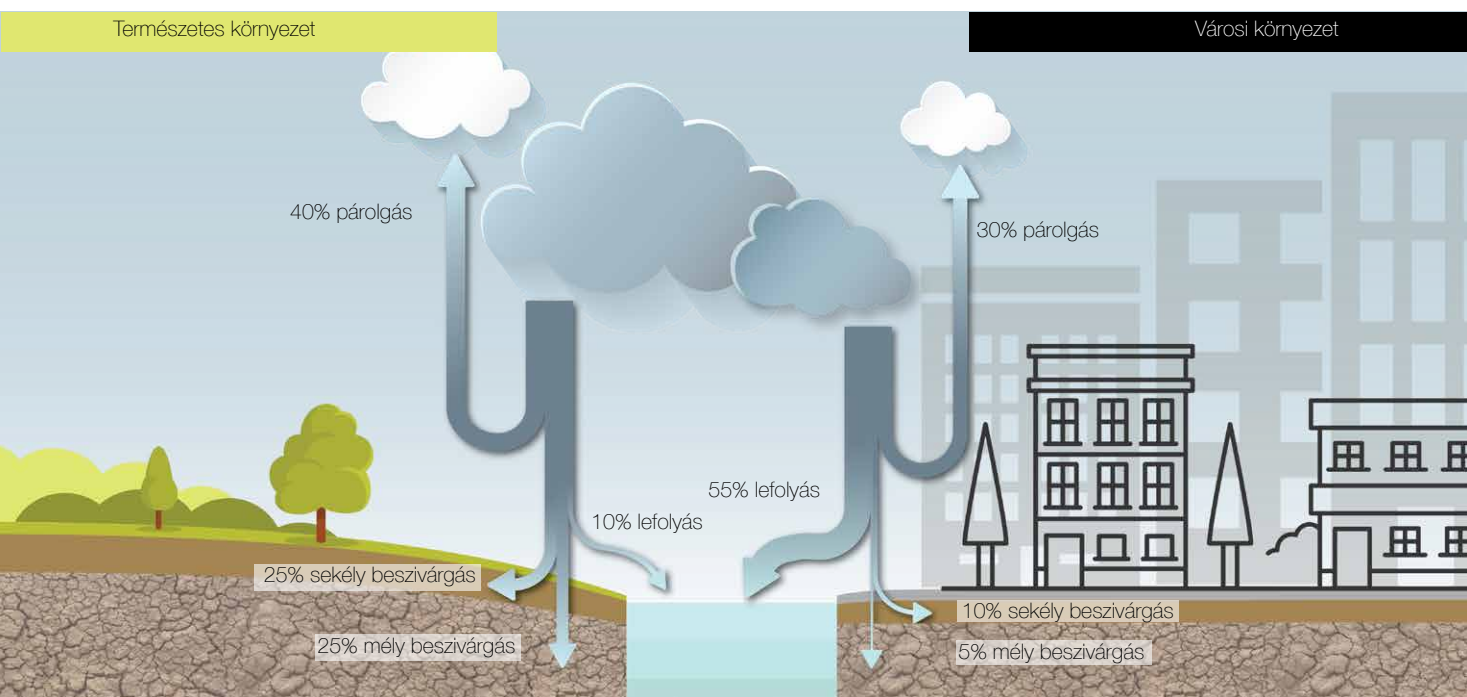
1. ábra: A zöldfelületek hőmérséklet-csökkentő hatása Budapest hőterképén, 2016

A VÁROSI BEÉPÍTÉS HATÁSA A VÍZHÁZTARTÁSRA

A természetes vízkörforgás során a lehulló víz nagy része elszikkad, vagy a növények felületéről elpárolog. Egy közel sík, növényzettel burkolt felszínen a lefolyás csekély. A víz lassan, a talajon keresztül átszivárogva jut el a környező vízfolyásokba. Erdős területeken megfigyelhető, hogy egy nagyobb eső hatása akár egy hét múlva is érezhető a környező

patakok vízszintjén. A városokban ezzel szemben a felszín nagy része burkolt, ami nem engedi a beszivárgást. Az elszikkadni nem tudó, lefolyó víz a síma felületeknek köszönhetően pár perc alatt megjelenhet a csatornában és a környező vízfolyásokban - és kiöntést okozhat.

2. ábra: Természetes és városi vízkörforgás



A városi beépítés a csapadékvíz minőségét is befolyásolja. A közlekedésből, fűtésből, a lakosság által termelt szennyeződések, növényi- és állati hulladékból valamint a tetőburkolatokról származó vegyületek bemosódnak a csapadékba. Ezek a szennyeződések különösen magas koncentrációt érhetnek el hosszabb száraz időszakok után, az utakon összegyűlt koszt lemosó első esőben vagy télen, a több napig, vagy hétig megmaradó hókupacokban.

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

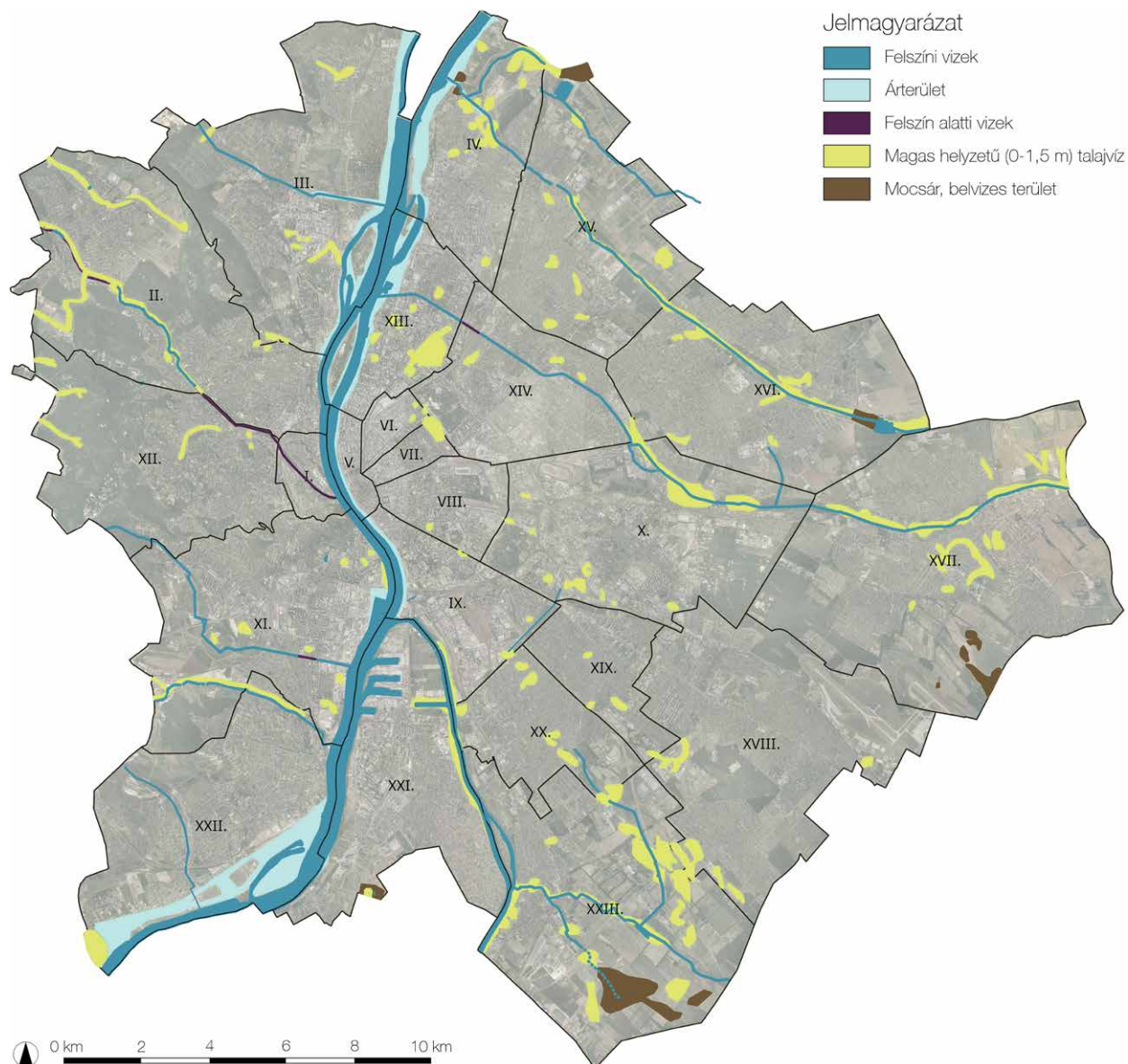
**Polciklusos aromás szénhidrogének
Leggyakoribb szennyeződések a csapadékvízben (Buzás, Budai, Clement, Horváth 2012)*

BUDAPEST VÍZI INFRASTRUKTÚRÁJA

Vízfolyások és a talajvíz

Budapest jelentősebb természetes vízfolyásai a Duna és hat átalakított medrű, helyenként föld alatt vezetett patak (Szilas-patak, Rákospatak, Gyáli-patak, Aranyhegyi-patak, Hosszúréti-patak, Ördögárok). A Duna több ezer négyzetkilóméter területű vízgyűjtővel rendelkezik, ezért vízszintjét első sorban a városon kívül lehulló csapadék befolyásolja. Egy jelentős árhullám levonulása napokig, akár néhány hétig is eltarthat. A patakok vízszintje azonban erősen függ a városi burkolt felületekről bejutó csapadékvíz mennyiségétől. A hirtelen lezúduló csapadékot a csatornarendszer percek alatt képes a patakokba juttatni.

Ez pár órás, ám nagy károkat okozó úgynevezett villámárvizekhez vezethet. A patakok mederkialakítása többnyire mesterséges, egyes szakaszok teljesen burkoltan, föld alatt futnak. A megváltoztatott, nyílegyenes nyomvonalevezetés biztosítja a lehető leggyorsabb lefolyást, de megakadályozza a víz visszatartást és az élővilág megtelepedését - a budapesti patakok nagy része napjainkban élettelen. A mesterséges keresztiszelvény helytakarékosági okokból általában meredek részüket használ, így a patakok nem megközelíthetőek, rekreációs lehetőségük kihasználatlan.



3. ábra: Budapest vízfolyásai és elöntésveszélyes területei

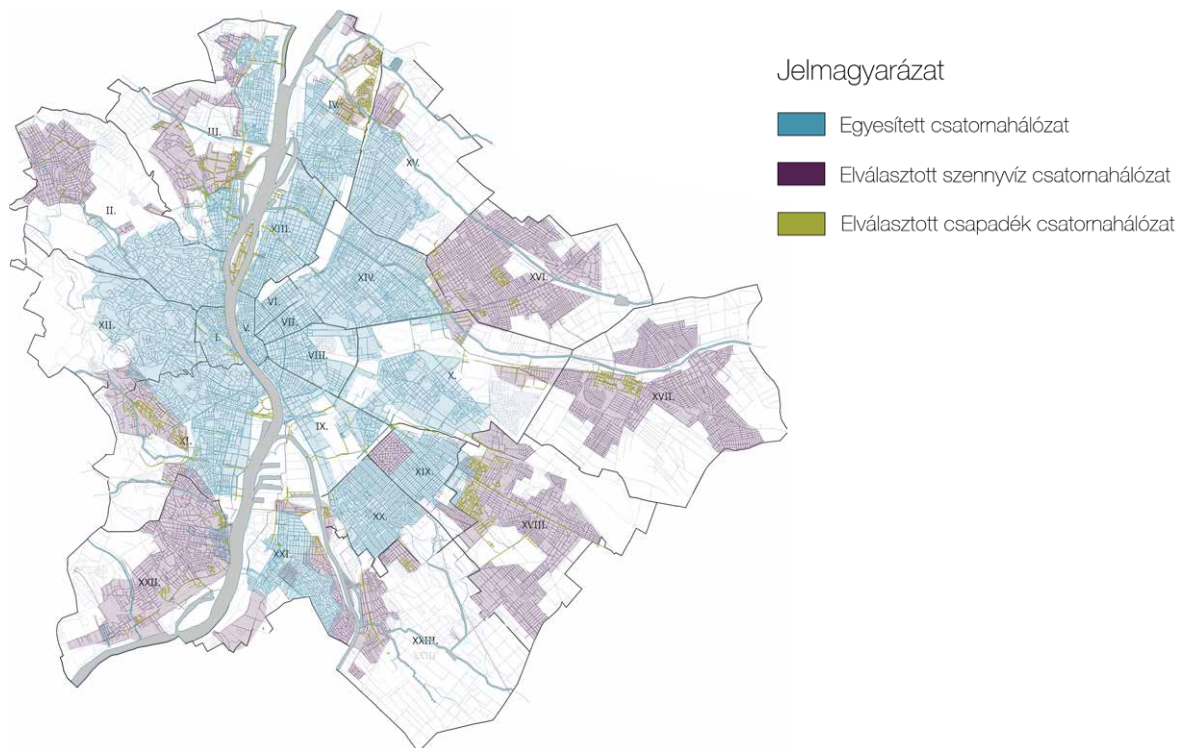
4. fotó: Rákos-patak, Budapest



Csatornarendszer

Budapesten a 19. század második felére a robbanásszerűen növekvő város árvízvédelmi és higiéniai problémái sürgős megoldást igényeltek. Ekkor indult el a pesti Duna-rakpart és ezzel együtt az ivóvíz-, valamint a szennyvíz csatornázás kiépítése. A belváros területén létesített kis lejtésű, egyesített rendszerű csatornahálózatban a szennyvíz és a csapadékvíz keverve, egy vezetékben halad és - az elmúlt évtizedek beruházásainak köszönhetően immár tisztítva - a Dunába ömlik. Heves esőzések idején azonban a tisztítók nem tudják kezelni a többszörösére emelkedő vízmennyiséget, és a többlet víz túlfolyókon keresztül, továbbra is tisztítatlanul kerül a Dunába. A Duna magas vízállásakor átemelőkkal kell a csatornából a

folyóba juttatni a vizet. Az elmúlt évek kiemelkedően intenzív esőzései azonban, amennyiben magas vízállással társulnak, az átemelők túlterhelésével és a szennyvíz visszatörődésével fenyegetnek. A szennyvíz és csapadékvíz különválasztása a külső területek csatornázásakor, '60-as évektől jelent meg. Az elválasztott rendszer elve, hogy a csapadékvíz és a szennyvíz külön csőrendszeren halad. Előnye, hogy a csapadékvíz nem terheli a szennyvíztisztítót és elméletben kisebb szennyvízcső keresztmetszet is elégséges. A legtöbb helyen viszont forráshiány miatt napjainkig csak a szennyvíz csatornázás valósult meg. Emiatt sokan illegálisan rákötik telkük csapadékvíz elvezetését a szennyvízcsatornára. Egy nagy esőzés esetén



4. ábra: Budapest csatornahálózatának rendszere (A Fővárosi Csatornázási Művek tulajdonában lévő hálózati elemek)

ez hatalmas túlterhelést jelent a csak szennyvíz befogadására méretezett csőhálózat számára és kiöntést okozhat. Ez a felszín elöntő kevert víz komoly fertőzésveszélyt jelent. A csapadékvíz-elvezető rendszer tehát kis számú föld alatti (csőhálózat) és föld feletti (árkrendszer) elemből és ezek víznyelőiből áll. Ezek az elemek jelenleg szórányosan jelennek meg és nem alkotnak összefüggő rendszert. Az összegyűjtött csapadék befogadói Budapest patakjai és a Duna. Az egyesített rendszer területén a legnagyobb veszélyt a hirtelen lezúduló, nagy mennyiségű csapadék jelenti, különösen ha ez a Duna

áradásával esik egybe, ezért a csapadékcúcs csökkentése kiemelt cél. Az elválasztott csatornarendszer területén különösen fontos a csapadékvíz helyben tartása, mellyel csökkenthető a szennyvíz hálózat és a patakok terhelése. Lehetőség szerint a nyílt gyepes árkok megtartására kell törekedni, mert azoknak vízelvezető, vízmegtartó és hőterhelést csökkentő szerepe is van: a vizet részben a talajba szivároztatja, részben a növényzet elpárologtatja, részben pedig a patakokba vezeti.

JOGI HÁTTÉR

A magyar vízpolitika az Európai Unió irányelveibe illeszkedik. Ennek alapja a Víz Keretirányelv, melynek célja az Európai Unió tagállamaiban jó állapotba hozni minden olyan felszíni és felszín alatti vizet, amelyek esetén ez egyáltalán lehetséges és fenntarthatóvá kell tenni a jó állapotot. **[Az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK irányelve (2000. október 23.) a vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról].** Ez a föld feletti vizek esetén ökológiai és kémiai, a föld alatti vizeknél pedig kémiai és mennyiségi kritériumok teljesülését jelenti. Mivel a fenntartható városi csapadékvíz-gazdálkodás célja a víz helybentartása, a mennyiségi kritériumok nem jelentenek problémát, ám a városi szennyezések miatt az ökológiai és kémiai kritérium fontos figyelembe veendő szempont.

Közterületi szabályozás

A települések közterületi csapadékvíz-kezelése első sorban az önkormányzatok feladata. **Az 1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról** az önkormányzatok számára feladatokat és kötelező közfeladatokat definiál. A "csapadékvízzel történő gazdálkodás", illetve a "helyi vízrendezés és vízkárelhárítás, az árvíz- és belvízelvezetés" mint feladat, ám nem mint kötelező közfeladat kerül nevesítésre. **[4. § (1)] A 2011. évi CLXXXIX. törvényben Magyarország helyi önkormányzatairól** az önkormányzatok feladat- és hatáskörei között ezt találhatjuk: "A helyi közügyek, valamint a helyben biztosítható közfeladatok körében ellátandó helyi önkormányzati feladatok különösen: [...] helyi környezet- és természetvédelem, vízgazdálkodás, vízkárelhárítás" **[13. § (11)].**

Telken belüli előírások

Az 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet az országos településrendezési és építési követelményekről (OTÉK) leszögezi, hogy "épület csak olyan telken vagy építési telken helyezhető el, ahol a keletkező szennyvíz és a csapadékvíz elvezetése vagy ártalommentes elhelyezése biztosított" **[33. § (1)c)],** azaz amennyiben az elvezetés a csatornahálózattal nem megoldott, a csapadékvizet a telken belül kell tartani. "A telek, terület csapadékvíz-elvezetési rendszerét úgy kell kialakítani, hogy a víz a terepen és az építményekben, továbbá a szomszédos telkeken és építményekben, valamint a közterületen kárt (átázást, kimosást, korróziót stb.) ne okozzon, és a rendeltetésszerű használatot ne akadályozza." **[47. § (8)]** "A csapadékvíz a telken belül elszívárogatható, ha

ez a telek és a szomszédos telkek, továbbá az építmények állékonyságát és rendeltetésszerű használatát nem veszélyezteti." **[47. § (9)].**

Mi engedélyköteles?

Minden olyan vízálléscső tervezéséhez elvi vízjogi engedélyezési eljárás szükséges, mely által szennyező anyag kerülhet a felszín alatti vízrétegbe. A csapadékvíz-gazdálkodási elemek vízálléscsőnek minősülnek, így majdnem minden esetben engedélykötelesek.

A felszín alatti vizek védelmében alapvetően tilos minden olyan tevékenység, mely a talajvizet bármilyen mennyiségben szennyező anyagokkal veszélyezteti. Városi környezetben teljesen tiszta víz jóformán nem létezik, ezért **219/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet a felszín alatti vizek védelméről 10. § (2) d)]**-a alapján a megfelelő határértékeket betartva kivételt képezhetnek szabály alól a "felszíni vizekben az árvizek, belvizek és aszályok hatásának mérséklése céljából, valamint a vizekkel és vízi utakkal való gazdálkodás érdekében történő beavatkozások". Ez a kivétel azonban csak akkor alkalmazható, "ha a vízvédelmi hatóság meggyőződött róla, hogy a felszín alatti vízre - különösen annak minőségére - gyakorolt hatás hatékony figyelemmel kísérése megfelelő módon biztosított", tehát a műtárgy üzemeltetése és monitorozása megfelelő. **[10. § (5)]** A jogszabály 1. számú melléklete tartalmazza a toxikusság alapján két csoportba (K1 és K2 minősítés) osztott szennyező anyagok listáját. Engedély nélkül telepíthetőek a magánterületen létesülő, egyszerű szikkasztófelületek és szikkasztóárkok, melyek csak a tetőről, zöldfelületről vagy gyalogos felületekről lefolyó, tisztának minősülő vizet fogadnak be és azt természetes módon a talajon keresztül szikkasztják.

Engedélyezési folyamat

Az elvi vízjogi engedélyezési eljárást az illetékes helyi vízgazdálkodási hatóság végzi. Ha a terület a felszín alatti víz állapota szempontjából érzékeny területnek minősül, a tervezés előtt a vízügyi igazgatóságtól és a vízbázis üzemeltetőjétől vízügyi szakhatósági állásfoglalást kell kérni. A túlfolyó csatornára vagy élővízre való rákötése esetén a Csatornázási Művekkel is konzultációt kell folytatni.

Az elvi vízjogi engedélyezési eljárás beadandó munkarészeit a **41/2017. (XII. 29.) BM rendelet a vízjogi engedélyezési eljáráshoz szükséges dokumentáció tartalmáról 1. számú**

melléklete ismerteti. A dokumentációt a mellékletekkel együtt elektronikus úton kell benyújtani (illetve magánszemélyek számára postán). Az elbírálásra a hatóságnak 60 napja van. Szükség esetén a vízügyi hatóság egyéb hatóságokat is bevonhat az eljárásba (pl. a Környezetvédelmi Főosztályt, vagy olaj- vagy zsírfogó alkalmazása esetén a Kerületi Népegészségügyi Osztályt). Az eljárás díjköteles, ennek összegét a **13/2015. (III. 31.) BM rendelet a vízügyi és a vízvédelmi hatósági eljárások igazgatási szolgáltatási díjairól** szabja meg. Az érzékeny és különösen érzékeny területek típusait a **219/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet 2. számú melléklete** határozza meg (pl. karsztos terület, ivóvízbázis, természetvédelmi terület, vagy közel fekszik egy természetes vízfelülethez). A vízügyi szakhatósági állásfoglaláshoz szükséges beadandó mellékleteket a **41/2017. (XII. 29.) BM rendelet a vízjogi engedélyezési eljáráshoz szükséges dokumentáció tartalmáról 4. melléklete** ismerteti. A vízvédelmi hatóság a szakhatósági állásfoglalást meghatározott időre, de maximum 12 évre adja ki, és ezt legalább négy évente felülvizsgálja. **[219/2004. 13. § (10)]**

A szabályozás jövőbeli kérdései

Napjainkban számos, még tisztázatlan jogi kérdés van a fenntartható csapadékvíz-gazdálkodás eszközeinek alkalmazása körül, mely akadályozhatja azok használatát. A

víz megtartás jelentős növelését csak egy olyan jogszabályi környezet mozdíthatja elő, amely a helybentartást teszi alapvető elvvé és a víz elvezetését csak akkor engedélyezi, ha a helybentartás semmiképpen nem kivitelezhető.

A pontos definíciók és a műszaki szabványok hiánya a tervezők és az engedélyező szervek számára is okoz bizonytalan helyzeteket. Például pontos mérési adatok hiányában egyes biológiai víztisztítást is végző eszközök tisztítókéességéről még nincsenek hazai adataink, ezért mint vízszűrő elemek, nem engedélyeztetettek. Így az elemekbe vezethető víz szennyezettsége sem határozható meg egzakt módon: a tolerálható vízminőség az engedélyeztetés során mindig egyedi elbírálással kerül eldöntésre. A műszaki szabványokban erre pontos határértékeket lehetne szabni, ami egyszerűbbé tehetné az engedélyezés folyamatát. Ugyanígy szükség van az új infrastruktúraelemek pontos paramétereinek, mennyiségi kapacitásának meghatározásához - ez után válhatnának a vízártéktényezőkkel azonosan engedélyeztethetővé.

Számos országban a rendszer finanszírozását a csapadékvíz-kezelési díj biztosítja. Ez a díj a csatornázási díjból választható le és összege függhet a telek nagyságától és a rajta lévő vízzáró felületek méretétől. A lakosok ebből kedvezményeket kaphatnak, ha csökkentik telkükön a burkolt felületek arányát vagy vízvisszatartó megoldásokat építenek ki, így ösztönzést kapnak a csapadék helyben tartására.

5. fotó: Széll Kálmán tér, Budapest



KITEKINTÉS

A városi csapadékvíz-gazdálkodás hatékony tervezéséhez és hosszútávú működtetéséhez komplex szemléletre van szükség. A fenntartható elemek sikeres integrálásához ezért a jövőben fokozatosan ki kell építeni azt a keretrendszert, ami a tervezők számára egyértelműen meghatározza egy adott területen a lehetőségeket és célokat, valamint rendelkezésre bocsátja a tervezéshez szükséges jogi keretrendszert és műszaki adatokat.

RUGALMAS JOGSZABÁLYI HÁTTÉR

A jelenlegi jogszabályi háttér ellentmondó, akadályozó vagy hiányos elemeinek feltárása. A tervezési jogosultság, engedélyezési folyamat, fenntartási kötelezettség, felelősségvállalás kérdésköreinek, érintettjeinek tisztázása.

FRISS ÉS NYILVÁNOS MŰSZAKI ALAPADATOK

A méretezéshez szükséges adatok (csapadékadatok, a talaj vízáteresztőképessége, a hálózat meglévő elemeinek helyzete és kapacitása) összegyűjtése, egységesítése és nyilvánossá tétele a tervezők számára.

KÍSÉRLETI PROJEKTEK

Mintaprojektek indítása a város több területén az eszközök magyarországi interpretálhatóságának vizsgálatára. Kiemelt feladat a magyar klímán sikerrel alkalmazható növényfajok gyűjtése. Állandó monitoring a tapasztalatok levonására.

SZAKMAI TOVÁBBKÉPZÉS

A szabadterek formálásában résztvevő döntéshozók, tervezők, üzemeltetők, várostervezők, beruházók és a lakosság informálása és továbbképzése. A számítógépes lefolyásszimuláció beépítése a mindennapi és a stratégiai tervezésbe.

INTÉZMÉNYI ÉS FINANSZÍROZÁSI HÁTTÉR

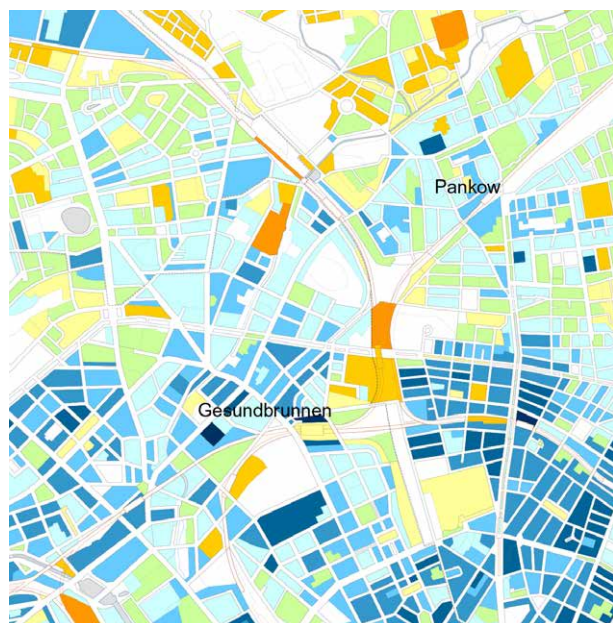
A csapadékvíz-infrastruktúra fejlesztéséhez és fenntartásához szükséges intézményrendszer kialakítása és az ehhez, valamint a hálózat fejlesztéséhez és fenntartásához szükséges pénzügyi keret biztosítása.

MŰSZAKI SZABVÁNYOK ÉS IRÁNYELVEK

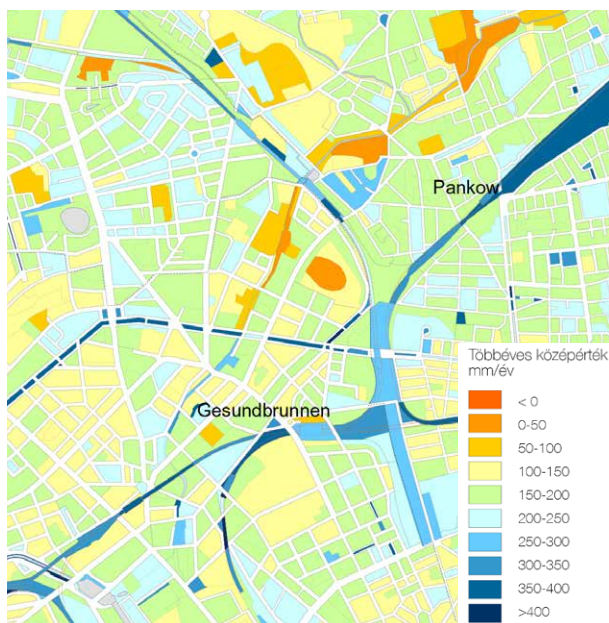
Az eszközök egységes tervezéséhez és káresek felelősségének meghatározásához szükséges az eszközök pontos műszaki paramétereinek meghatározása.

EGYSÉGES VÁROSI FEJLESZTÉSI KONCEPCIÓ

A városi prioritásokat és súlypontokat meghatározó, egységes keretváz kidolgozása a klímaváltozás hatásainak figyelembevételével.



5. ábra: Részlet Berlin felszíni lefolyási potenciálterképéből



6. ábra: Részlet Berlin szikasztási potenciálterképéből

Közösségi ház



A VÍZÉRZÉKENY SZABADTÉRTERVEZÉS ALAPJAI

Az éghajlatváltozás által okozott egyre gyakoribb időjárási szélsőségek rávilágítanak, hogy az elmúlt két évszázad csapadékvíz-gazdálkodási stratégiája, a "természet uralása" egyre nagyobb költségeket emészt fel és egyre nagyobb műtárgyakat igényel. Ehelyett a természetes folyamatok modellezése, az **alkalmazkodás és a megelőzés** a járható út a városok védelméhez és ellátásához. A fenntartható csapadékvíz-gazdálkodás fejlesztési területe a kék-zöld infrastruktúra, azaz a települési zöldfelületek és az ebbe beágyazódó vízfelületek közös rendszere. Működési elve a zöldfelületek természetes vízszűrő és -visszatartó

képességének alkalmazása a csapadékvíz tisztítása és helyben tartása érdekében. Új, megfelelő zöldfelület arányú beépítés esetén akár kiválthatja, meglévő beépítés esetén többnyire kiegészíti a szürke infrastruktúrát és megelőzi annak túlterhelődését. A kék-zöld infrastruktúra elemek az egyszerű tervezési elvektől (burkolat zöldfelület irányába lejtetése, változatos domborzat létrehozása) az összetett, kombinált eszközökig terjednek. Minden szabadtértervezési projekt során akadnak olyan területek, ahol vízérzékeny tervezési szemlélettel elősegíthető a csapadékvíz jelentős hányadának helyben tartása, vagy a felszíni lefolyás késleltetése.

7. fotó: Terméskő burkolat - A burkolat a felületén is tározhat vizet



ELŐNYÖK

A fenntartható csapadékvíz-gazdálkodás kék-zöld elemei egyesével kis jelentőséggel bírnak a városklíma és a vízgazdálkodás egészére, rendszer szinten azonban jelentős műszaki, valamint ökológiai és társadalmi hasznuk lehet.

Műszaki jelentőség

A csapadékvíz helyben tartásának hatására csökken a csatornába jutó vízmennyiség és ezzel a rendszer túlterheltsége. Olyan területek problémáira is megoldást jelenthet, melyek jelenleg egyáltalán nem rendelkeznek csapadékvíz-csatomázással. A lefolyás lassítása és a zöldfelületek tisztító hatása a befogadó patakok vízminőségére is pozitív hatással van és csökkenti a villámárvizek valószínűségét.

Társadalmi jelentőség

A kék-zöld infrastruktúra együttes tervezésével a víz ismét a városi élet részévé válhat. A víz látványának, érintésének stresszcsökkentő hatását számos kutatás kimutatta. A folyópartokon vezetett zöldutak, futó- és kerékpárutak a városi rekreáció és egyben az alternatív közlekedés fontos útvonalai lehetnek. A zöldfelületek hűtő hatása csökkenti a kánikulák alatt fellépő egészségügyi kockázatot.

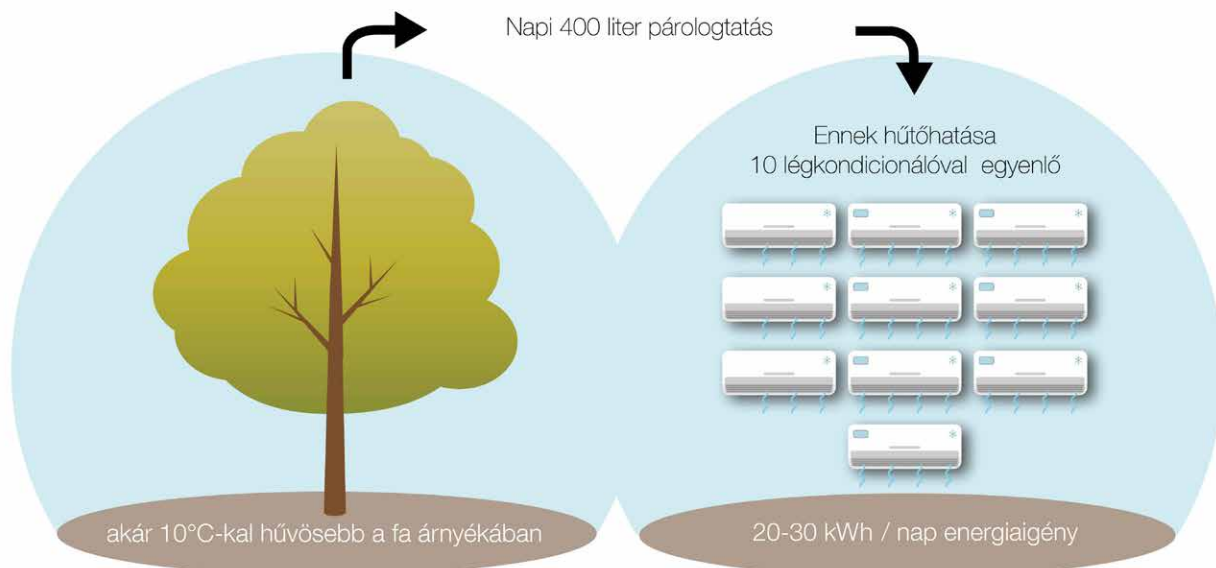
Ökológiai jelentőség

A zöld infrastruktúrába ágyazott vízgazdálkodási elemek fontos élőhelyekké válhatnak. A revitalizált patakok ökológiai folyosóként szolgálnak a fajok számára. Az esőkeretek, zöldtetők virágos fajai védelmet és mézlegelőt nyújthatnak a rovarok számára, melyek száma az elmúlt évtizedekben drasztikusan lecsökkent a permetezőszerek hatására Európában.

8. fotó: Vízgazdálkodási elemek, mint élőhelyek

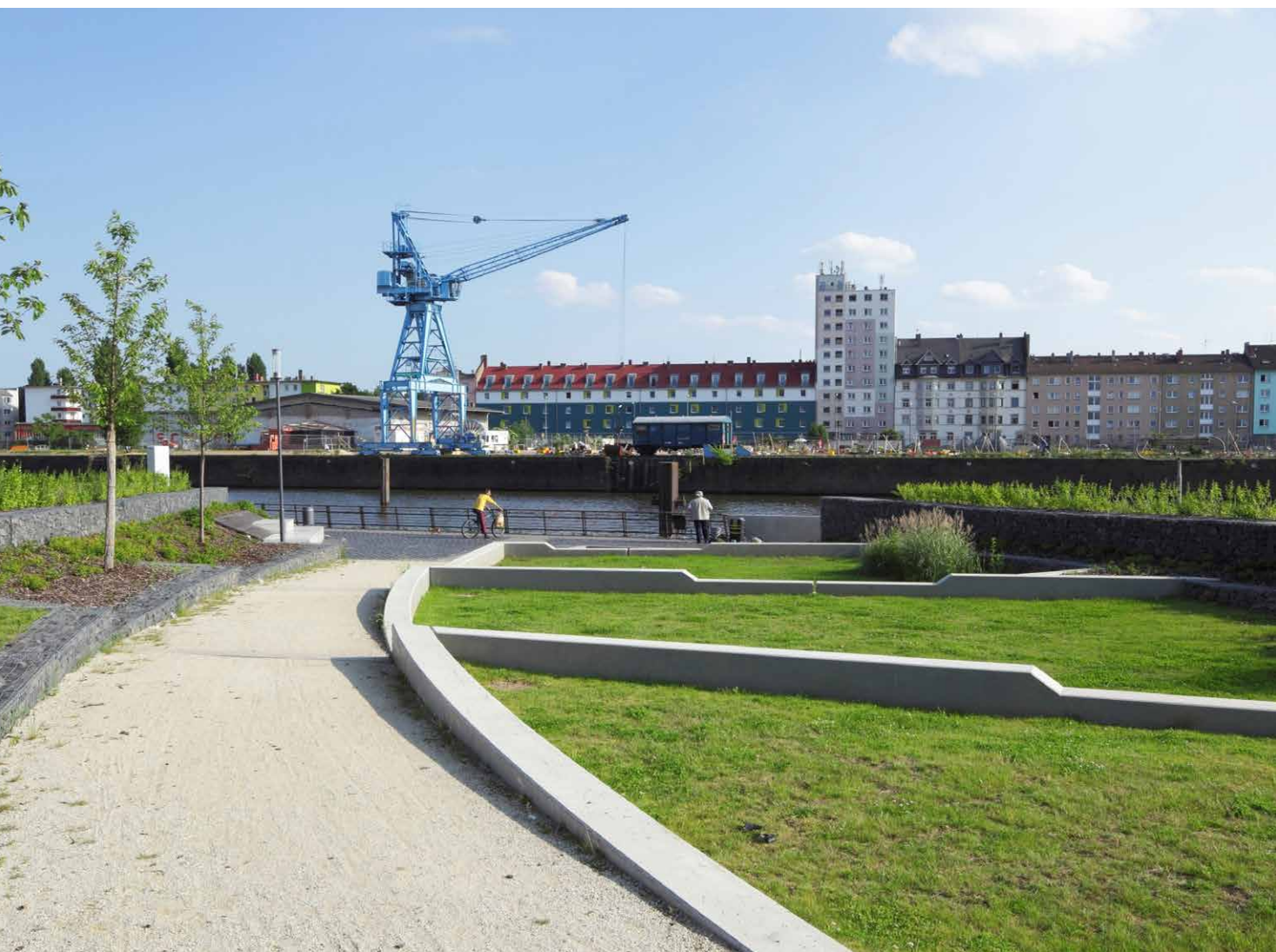


Egy 10 méter lombkorona átmérőjű városi fa



7. ábra: Egy fa hatása a városi klímára

9. fotó: Többszintes, vizet tározó és párologtató zöldfelület, Németország



CÉLOK

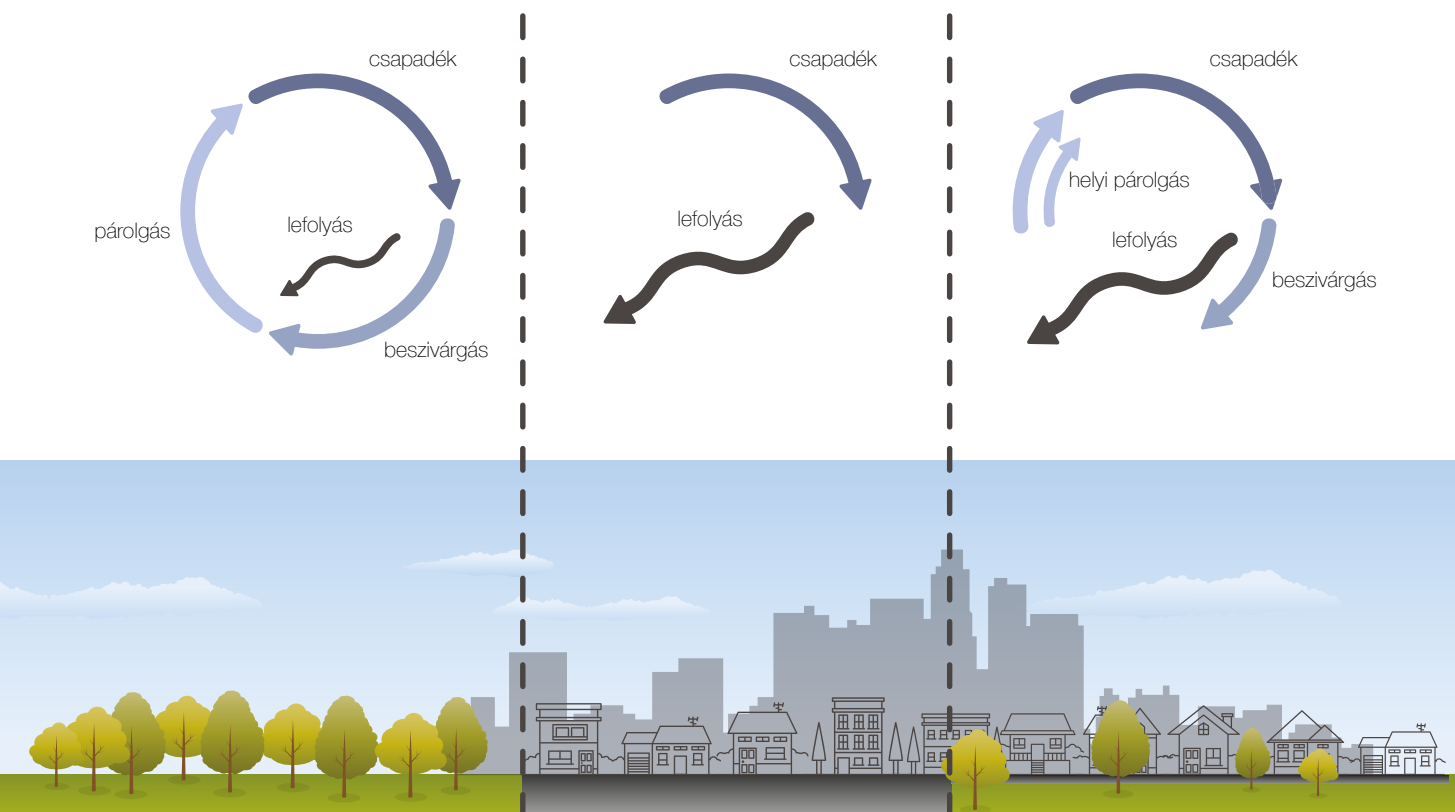
Természetes vízkörforgás helyreállítása

A városi burkolt felületeken drasztikusan lecsökken a talajba beszivárgó víz mennyisége, aminek következménye a megnövekedett lefolyás és a csökkent párolgás. Ennek megfelelően a vízérzékeny tervezés célja:

- a víz helyben tartásával,
- a lefolyás csökkentése és a
- párolgotatásra képes felületek növelése.

Vízminőség megőrzése és javítása

Ha növeljük a vízáteresztő felületek méretét, nőhet a csapadékkal a talajvízbe mosódó szennyeződések mennyisége is. Az alsó vízrétegekbe visszajuttatott víznek nem szabad rontania a talajvíz minőségén. Ezért nagyon fontos a burkolatokról lefolyó víz minőségének ismerete és szükség esetén a szikkasztás előtti tisztítása. Az enyhébb szennyeződések a növények gyökérzónája is kiszűrheti, erősebb terheltség esetén viszont speciális megoldásokra és igény szerint az **előszűrést biztosító kiegészítő műszaki létesítményekre** (ülepítés és olajfogó) is szükség lehet.



8. ábra: A kék-zöld infrastruktúra hatása a városi vízkörforgásra

MŰSZAKI ALAPELVEK

Az alábbiakban néhány általános műszaki tervezési elvet ismertetünk. Fontos megjegyezni, hogy ezeket az elveket számtalan helyi tényező módosíthatja, így minden esetben szükség van a **helyszínen történő vizsgálatokra és egyéni szakvéleményre**. A vízerzékeny tervezés során olyan szabadterek és azokba integrált műszaki megoldások létrehozása a cél, amelyek képesek a csapadékvíz szikkasztására, tározására, lefolyásának késleltetésére, párologtatására és tisztítására.

TOVÁBBÍTÁS

A csapadékvíz szállítására lehetőség szerint a föld feletti megoldások, nyílt vápák és árkok javasoltak.

TISZTÍTÁS

A víz talajba juttatása előtt szükség lehet a víz tisztítására mechanikai és/vagy biológiai megoldásokkal.

SZIKKASZTÁS

Az elsődleges cél a csapadék beszivárgtatása zöldfelületen vagy vízáteresztő burkolaton keresztül.

TÁROZÁS

Ha a terület nem alkalmas a csapadék egészének elsikkasztására, akkor jöhet szóba a csapadékvíz gyűjtése későbbi használatra.

KÉSLELTETÉS

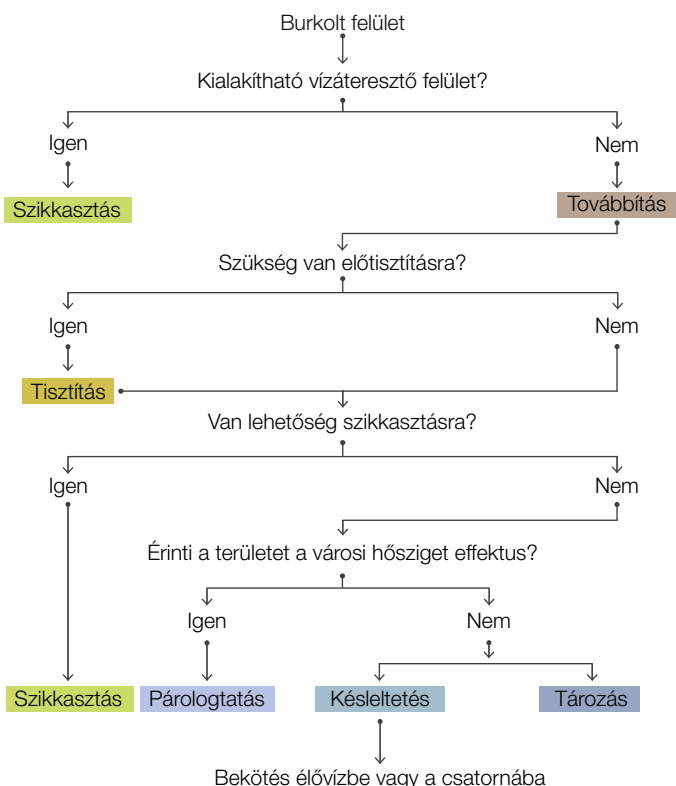
A lefolyás lassítása, a víz ideiglenes visszatartása különböző tervezői eszközökkel.

PÁROLOGTATÁS

Párologtatással nagy mennyiségű csapadékvíz juttatható vissza a körforgásba, és akár olyan helyen is alkalmazható, ahol vízzáró burkolatok vagy a magas talajvíz miatt a szikkasztás nem.

Melyik módszert válasszuk?

Ahogy korábban említettük, a fenntartható csapadékvíz-gazdálkodás elsődleges célja a felszíni szikkasztás, mely nem csak a legolcsóbb, de a legtermészetesebb módszer is. A növényrel fedett felületek nem csak esztétikusak, de a földszemcsék és a gyökek szövetéke alaposan meg is szűri a vizet. Ezért általánosan elmondható, hogy a lassú, nagyobb területen eloszló, zárt növénytakarón átszivárgó szikkasztás a legelőnyösebb. Helyhiány vagy rosszabb vízáteresztő képességű talaj esetén a szikkasztófelület földalatti szikkasztóval való kombinálásra, vagy kiváltásra szorulhat. Ha a csapadékvíz nem a növénytakarón keresztül kerül a szikkasztóba, gondoskodni kell a víz előtisztításáról. Erősen kötött talajtípusoknál már csak a tározás jöhet szóba. Itt szintén fontos a vízminőség ellenőrzése az eutrofizáció és az eltömődés megakadályozására. A lefolyás késleltetésére és a párologtatás növelésére jól megválasztott eszközökkel szinte bárhol lehetőségünk van. Egy érdekes felszíni burkolat, a többszintű növényállomány levélfelülete, a felszíni vízelvezetés elemei szintén jelentős vízmennyiséget képesek tárolni.



9. ábra: Döntésfá az alkalmazott módszer kiválasztására

Hol alkalmazható sikeresen a csapadékvíz-szikkasztás?

A csapadékvíz szikkasztására vonatkozóan a három legfontosabb szempont: a **csapadékvíz minősége** és **mennyisége**, a **talajvíz magassága**, valamint a **talaj típusa**.

Esővíz

A csapadékmennyiség becslése a több évtizedes mérési adatokból becsülhető. Fontos, hogy a használt információk a lehető legfrissebbek legyenek, mivel az éghajlatváltozásnak köszönhetően a régebbi mérési adatok folyamatosan veszítik el megbízhatóságukat. A szennyezés mértéke általában a burkolt felület használatának típusától függ. A vízszikkasztást szabályozó németországi DWA-A138 szabvány ábrája tájékozódást nyújthat a leggyakoribb városi burkolatokról lefolyó víz használhatósága tekintetében, azonban a tervezés során minden esetben egyedileg fel kell mérni a vízminőséget.

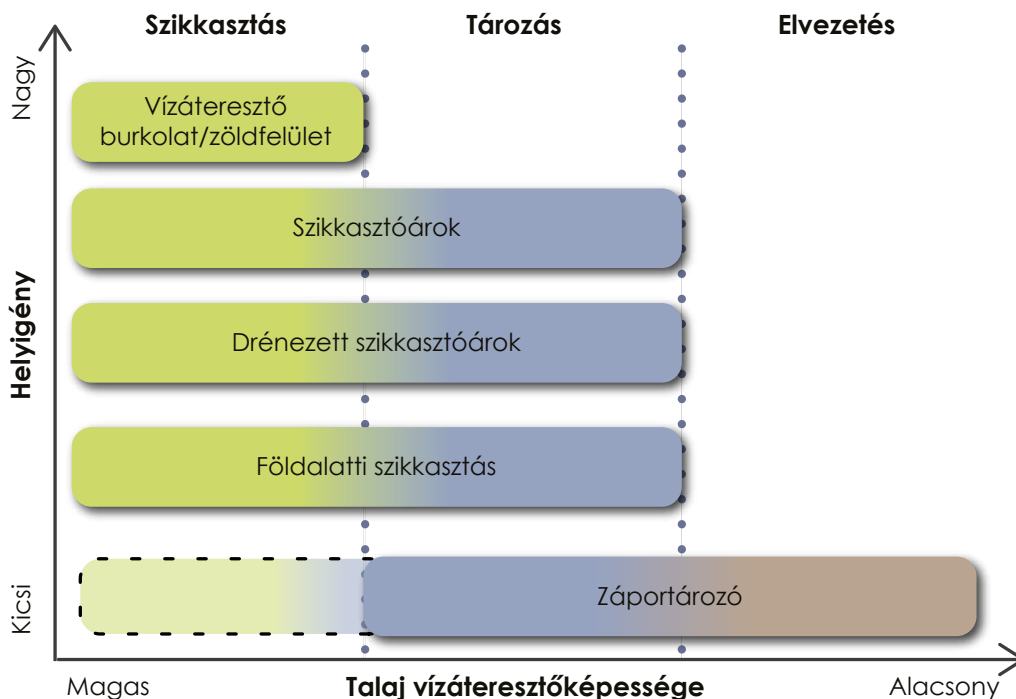
TERÜLET	Szennyezőanyag-tartalom
Zöldtetők, gyepek és művelt területek	Ártalmatlan
Tetők szabad fémborítás nélkül/ teraszok/belső udvarok	
Tetők fémeket tartalmazó borítással (réz, cink vagy ólom)	Elfogadható
Lakóterületi kerékpár - és gyalogutak, kisforgalmú területek (max. 300 autó/nap)	
Időszakos forgalmú udvarok és parkolók és kisforgalmú utak (300-5000 autó/nap)	
Nagyforgalmú utak (5000-15000 autó/nap)	
Jelentős forgalmú parkolók (pl. bevásárlóközpontok)	
Fémborítású tetők/erősen szennyezett utak és szabadterek	
Városi főutak, autópályák	
Erősen szennyezett iparterületek útjai és parkolói	Hasznosíthatatlan
Speciális területek: kamionparkolók, repülőtéri kifutópályák	

Különböző felületekről lefolyó esővíz szennyezettsége. (Forrás: DWA-A138)

Látható, hogy a zöldfelületekről, tetőkről és az alacsony használatú területekről lefolyó víz általában tisztítás nélkül továbbítható a zöldfelületekre. A nagyobb forgalmú utakról, parkolókról lefolyó csapadékvíz a szennyezés típusától és mértékétől függően a szikkasztás előtt tisztítást igényel. A legszennyezettebb területekről lefolyó víz egyáltalán nem juttatható a talajvízbe! A szikkasztandó csapadékvíz minőségével szemben magasabb követelményeket kell állítani felszín alatti víz szempontjából érzékeny területeken.

Talajvíz

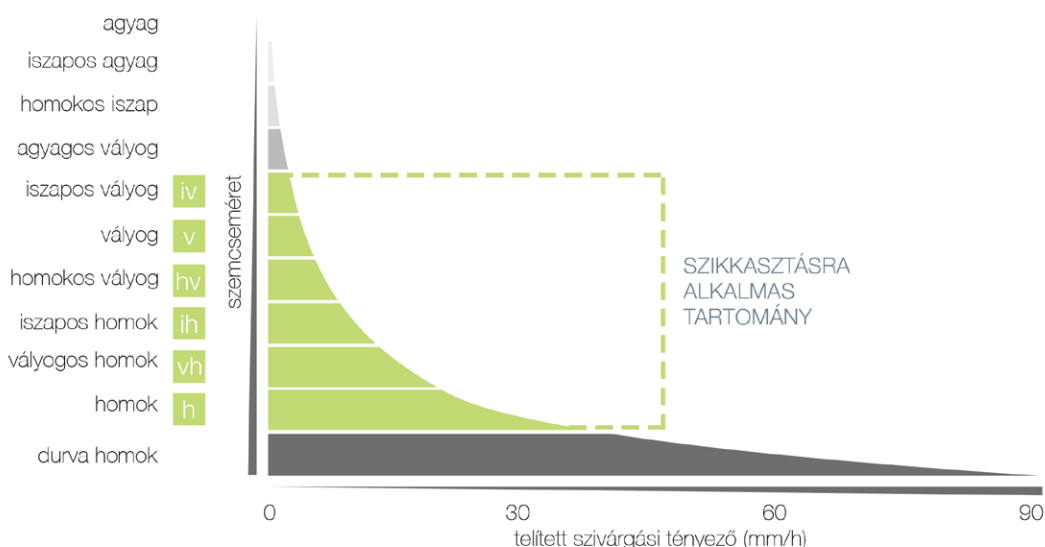
Magas talajvízszint esetén a szikkasztás nem lehetséges - ökol szabályként elmondható, hogy a maximális talajvízszintnek a szikkasztóárok fenekétől legalább 1 méterre kell lennie. Bizonyos helyeken a földalatti vízmozgás megváltozása károsíthatja az épületek szerkezetét. Előnyös, ha a szikkasztófelület távolsága az épületektől legalább a pinceszint magasságának másfélszerese, de ez az épületszerkezet és a szigetelés felmérése alapján, a szakértői véleménynek megfelelően felülbírálnak.



10. ábra Eszközök alkalmazhatósága a rendelkezésre álló hely és a talaj vízáteresztő képességének függvényében (H. Dreiseitl, W. Geigler, 2012)

Talaj

Egy kavicsos öntéstalaj könnyedén szívja magába a vizet, míg egy agyagos talaj teljesen vízzáró is lehet. A 10. ábra mutatja a leggyakoribb módszerek és eszközök használhatóságát a talajigény és a helyigény függvényében. A szikkasztás szempontjából sem a túl kötött, sem a vizet túl gyorsan átengedő, így nem kellően tisztító talaj nem előnyös. A 11. ábra mutatja a szikkasztásra legalkalmasabb vízáteresztő képességet. Az ismertetett értékek csak korlátozottan alkalmazhatóak, mert a bolygatott városi talaj néhány méteren belül is gyökeresen eltérő tulajdonságokat mutathat. Ezért az adott terület vízáteresztő képességének pontos megállapításához **megfelelő sűrűségben beszívárgási méréseket kell végezni**.



11. ábra: Talajtipusok vízáteresztő képessége (A. Makó, B. Debreczeni, Cs. Farkas, T. Hermann, P. Marth, F. Máté, 2011)

A tervezéstől a fenntartásig

Formai kialakítás

A fenntartható csapadékvíz-gazdálkodás elemei a vízi infrastruktúra részei, ezért **méretezésükhöz vízépítőmérnök szakember szükséges**. A méretezési előírások betartása mellett azonban formai kialakításuk ezerféle lehet. Ehhez ajánlott szabadtervezésben járatos, **tájépítész tervező bevonása** is - így a vízelvezető elemek, víztározók és szikkasztófelületek a zöldhálózat integrált, illeszkedő részeként, akár a szabadterek kedvelt " attrakciójaként" jelenhetnek meg a városban.

Műszaki részletek

A kék-zöld infrastruktúra elemek képesek csökkenteni a lefolyási csúcspontot, ám nem képesek kezelni egy extrém eső során lezúduló vízmennyiség egészét - ezért **a szikkasztó- és tározó létesítményeket túlfolyóval szükséges bekötni** a csatornába vagy egyéb befogadóba. **A kék-zöld elemeket 10 éves gyakoriságú csapadékra, azok túlfolyóját pedig 100 éves gyakoriságú csapadékra ajánlott méretezni**. Egyesített rendszer esetén a csatornázási művekkel való konzultáció során meg kell határozni, hogy előfordulhat-e visszatörődés. Ilyen esetben műszakilag meg kell akadályozni a kevert szennyvíz visszajutását a szikkasztóárokba! A tervezés részét képezi a talajtömörödés megelőzése is. Gondoskodni kell a parkoló autók távoltartásáról szükség esetén kiemelt szegély, pollerek, vagy egyéb tereptárgyak elhelyezésével. A szikkasztóárok területén kerülendő az olyan elemek használata (gyökérszellőztető cső, gyökérszórás öntözés), melyek mentén a víz gyorsabban lejut a mélyebb talajrétegekbe. A könnyen fenntartható növényzet, az üledékbehordás minimalizálása és a könnyű takaríthatóság fontos tervezői szempont. Ha a vizet nem szűri át kellően a gyökérszórás, ülepítő beépítése szükséges, mely lassítja a földalatti elemek eliszapolódását.

Szakszerű kivitelezés

A felszíni kék-zöld elemek építésénél eltérő az időzítés a klasszikus zöldfelületrendezéstől, hiszen mikorra a burkolatok elkészülnek, az elemeknek már lehetőleg üzemkésznek kell lenni. Ahol ez növénytelepítést is jelent (pl. gypes szikkasztóárok), figyelembe kell venni a vegetációs időszakot is. Az erózióveszély csökkentése érdekében a növényzettelépítésnek minél gyorsabban meg kell történnie – ehhez szükség esetén például gypeszőnyeg, vagy vegetációs matrac is alkalmazható. A szikkasztóelemek területét **ővni kell az építkezés alatti talajtömörödéstől és talajszennyezéstől**, mert ezzel elveszik a szikkasztó képesség és szennyeződhet a talajvíz. Nehézmunkagépek használata és építőanyag deponálás a leendő szikkasztóművek területén tilos!

Rendszeres fenntartás

A fenntartható csapadékvíz-gazdálkodás elemei a vízi infrastruktúra részei, így mint egy gát, zsilip vagy csőrendszer, **rendszeres felülvizsgálatot és fenntartást igényelnek!** Fontos a túlfolyók, lefolyók, beömlőnyílások ellenőrzése, melyek főleg az őszi lombhullás alatt eldugulhatnak. Rendszeresen (minimum 5 évente) ellenőrzendő az eszközök vízáteresztő képessége is, radikális csökkenés esetén felújítás szükséges. A hazai éghajlati adottságok mellett a nyírott gyepek öntözés nélkül nyáron már nem fenntartható. A jövőben szükséges lesz olyan speciális extenzív gyepeverékek kikísérletezése, melyek nem igényelnek rendszeres öntözést és csekély a fenntartásigényük.

10. fotó: Vízparti vegetáció az Elba partján, Hamburg



A VÍZÉRZÉKENY SZABADTÉRTERVEZÉS ESZKÖZEI

VÁROSI SZINT	TÖMB SZINT	TELEK SZINT	KOMBINÁCIÓK
1. KÉK-ZÖLD INFRASTRUKTÚRA BŐVÍTÉSE 2. PÁROLOGTATÓ ESZKÖZÖK 3. SZIKKASZTÁS ZÖLDFELÜLETEN ÉS VÍZÁTERESZTŐ BURKOLATON 4. A VÍZ TOVÁBBÍTÁSÁNAK ESZKÖZEI 5. ÚTFÁSÍTÁS	1. ZÁPORTÁROZÓ 2. GYÖKÉRZÓNÁS VÍZTISZTÍTÁS	1. ZÖLDTETŐ 2. KÉKTETŐ 3. ZÖLDHOMLOKZAT 4. SZIKKASZTÓÁROK 5. DRÉNÁROK 6. FÖLDALATTI VÍZSZIKKASZTÁS 7. ELŐREGYÁRTOTT VÍZTÁROZÓ	1. DRÉNEZETT SZIKKASZTÓÁROK 2. SZŰRŐÁROK 3. SZIKKASZTÓ-TÁROZÓ MEDER

A továbbiakban a fenntartható csapadékvíz-gazdálkodás tervezői eszközeit tárgyaljuk. A többszintű felosztás csak a bemutatást segíti, egy városfejlesztési szinten megjelenő megoldás ugyanúgy értelmezhető lehet kerti léptékben is. Röviden ismertetjük az eszközök előnyeit és hátrányait, valamint az eszközök ökológiai, esztétikai, építési és fenntartási költségét. Ezt típustól függően egyéb adatok egészítik ki. Az eszközöknél feltüntetjük azok körülbelüli helyigényét is (hogyan aránylik az elem vízgyűjtőjének mérete az elem területéhez). Ezt azonban számos paraméter befolyásolja, így csak irányértéknek tekinthető.

←→	Helyigény: az elem területének a vízgyűjtője méretéhez való aránya
	Talaj vízáteresztőképesége (a 11. ábra alapján)
	Ökológiai érték: 1-3 skála
	Esztétikai érték: 1-3 skála
	Építési költség: 1-3 skála
	Fenntartási költség: 1-3 skála



VÁROSI SZINTŰ TERVEZŐI ESZKÖZÖK



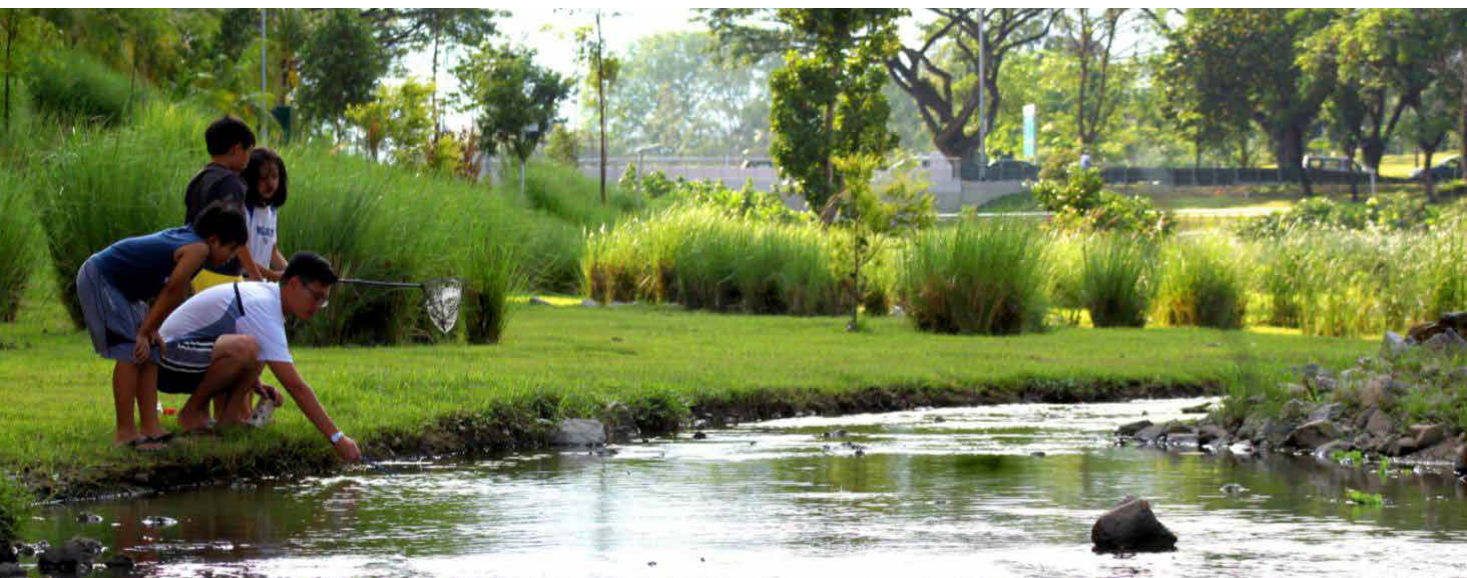
A KÉK-ZÖLD INFRASTRUKTÚRA BŐVÍTÉSE

FŐKERT: Ökológikus zöldfelületek városi alkalmazása

Az települési elöntések fő oka a burkolt felületek túl nagy aránya. A csapadékvíz helyben tartása csak akkor kivitelezhető, ha rendelkezésre áll a helyszínen megfelelő méretű vízáteresztő felület. Ezért is fontos a rossz ellátottságú területeken új zöldfelületek létesítése és azok olyan szempontú fejlesztése, hogy környezetük vízgazdálkodásában is részt vegyenek. A lakosok igényei és a vízgazdálkodási célok egybecsengenek: egy, a várost beszövő, a lakóterületeket jól ellátó zöldfelületi rendszer képes a legtöbb csapadékvíz helyben tartására. A tervezéskor érdemes figyelembe venni az ökológiai és gazdasági szempontokat továbbá figyelmet fordítani a minél egyszerűbb fenntarthatóságra, melyhez a FŐKERT kiadványa nyújt segítséget.

A beavatkozás másik területe a már a patakokba jutott víz számára több teret biztosítani. A vízpart- és patakrevitalizáció során az alkalmas helyeken a természetes árterekhez hasonló, időszakos vízborításra alkalmas elöntési zónák alakíthatóak ki a vízfolyások mentén, melyek egy árhullám idején nagy mennyiségű vizet képesek időszakosan tározni és akár annak tisztításában is részt venni. A patak menti szabadterek nemcsak a zöldbe ágyazott gyalogos és kerékpáros útvonalak létesítésének célterületei, hanem a természetközeli élőhelyek helyreállításának területei is. Az élővilág újbóli megtelepedéséhez természetes patakmeder és változó sebességű vízáramlást biztosító nyomvonalvezetés szükséges.

12. fotó: A Kallang folyó revitalizációja előtte/utána, Szingapúr



ÚTFÁSÍTÁS

/párologtatás / szikkasztás/



13. fotó: Detmold, Németország

	Ökológiai érték	■ ■ ■
	Esztétikai érték	■ ■ ■
	Építési költség	■ ■
	Fenntartási költség	■ ■
+	Előnyök	Hűtő hatás, porszűrés
—	Hátrányok	Csak rossz fajtaválasztás esetén

Az útsorfák kiemelt lineáris elemei a városi zöldinfrastruktúrának. Az útfásításnak különösen azokon a területeken nagy a jelentősége, ahol a sűrű beépítés miatt szinte egyáltalán nincs lehetőség zöldfelületen való szikkasztásra. A fák felveszik a talajból a vizet és nagy felületen elpárologtatják azt, ami akár 10°C-kal is hűtheti a levegőt a közvetlen környezetében. Az útsorfák élettartama általában jóval rövidebb, mint az erdei egyedeké. Mivel egy átlagos fa 20 éves kora körül éri el azt a koronaméretet, mikortól a városi klíma és ökoszisztéma igazán értékes elemévé válik, a lehető legkedvezőbb életkörülményeket kell biztosítani, hogy a fák megérjék ezt a kort.

Tervezés és kivitelezés

 Részletesebben lásd: **Magyar Díszkertészek Szövetsége: Közterületi sorfák jegyzéke 2016**

Számos szakkönyv ismerteti a szakszerű fatelepítést, ezért erre a kiadványban nem térünk ki részletesebben. A klímaváltozás miatt egyre fontosabb, hogy megfelelő várostűrő, a kánikulát is átveszelő fajokat alkalmazzunk. Előnevelt, túlkoros egyedek alkalmazásával lerövidíthetjük a növekedési időt. Az útsorfának ajánlható fajok listája a Közterületi sorfák című kiadványban található. A burkolatban álló fák törzse körül törekedni kell rá, hogy a csurgó (a korona síkbeli vetülete) és egy méteres környezete vízáteresztő burkolatot kapjon, így a csapadékvíz lejuthat a fák gyökérszónájához. A csurgó zónájában mindenképpen meg kell akadályozni - ha kell, tereptárgyakkal, pollerrel vagy kiemelt szegéllyel - a parkoló autók által okozott talajtömörödést. A belvárosban a fásítás egyik leggyakoribb akadályozója a sűrű közműhálózat. A Zöldinfrastruktúra füzetek új kiadványa részletesen foglalkozik majd azokkal a legújabb technikai lehetőségekkel, melyek által ma már olyan helyekre is telepíthetők fák, ahol a közművek miatt korábban ez nem volt elképzelhető.

Fenntartás

Az első három évben elengedhetetlen a megfelelő karózás és a kellő víz- és tápanyag utánpótlás, a későbbiekben pedig a szükséges faápolási teendők elvégzése. Az építkezések során védeni kell a fák gyökérszónáját a roncsolódástól, a talajtömörödéstől és a vegyi anyagok, építőanyagok bemosódásától és kerülni kell a szórósó használatát télen!

PÁROLOGTATÓ ESZKÖZÖK

/párologtatás/



	Ökológiai érték	■
	Esztétikai érték	■ ■ ■
	Építési költség	■ ■ ■
	Fenntartási költség	■ ■ ■
+	Előnyök	Könnyű telepíthetőség
—	Hátrányok	Nagy beruházási költség

14. fotó: Újhegyi sétány, Budapest

A városi köztereken alkalmazott vízarchitektúrák a párologtatás révén hűtőhatást fejtenek ki környezetükre. Használatuk általában időszakos, szerepük a meleg időjárásban a lakosok komfortérzetének javítása. A higiéniai előírások miatt ezek az eszközök csapvízzel üzemelnek, így valójában nem tartoznak szorosan az ökológikus eszközök közé, de kondicionáló hatásuk miatt mindenképpen említést érdemelnek.

A párapapuk és ködfúvókák általában a forgalmas és nyáron forró, nagy burkoltságú tereken kapnak helyet, de gyakran alkalmazzák őket óvodák, iskolák udvarain is. A párologtató medencék és a burkolaton vékony vízréteget képező megoldások megfelelő vízminőség mellett már csapadékvízzel is üzemeltethetők és jelentős mennyiségű vizet képesek elpárologtatni. Az eszközök tervezése és kivitelezése általában egyedi megoldásokat jelent, így a tervezés és kivitelezés részleteivel nem foglalkozik a kiadvány.

15. fotó: Párologtató medence, Potsdamer Platz, Németország





SZIKKASZTÁS ZÖLDFELÜLETEN ÉS VÍZÁTERESZTŐ BURKOLATON

/szikkasztás / továbbítás/



↔	Helyigény	min. 50%
	Ökológiai érték	■
	Esztétikai érték	■ ■
	Építési költség	■
	Fenntartási költség	■ ■
	Talaj vízáteresztő képessége	hv ih (zöldfelület)
+	Előnyök	Széleskörűen használva nagy mennyiségű víz szikkasztására alkalmas
—	Hátrányok	A burkolatok idővel veszíthetnek vízáteresztő képességükből

17. fotó: Terraway vízáteresztő burkolat



Részletesebben lásd **Zöldinfrastruktúra füzetek: Vízáteresztő burkolatok**

A városokban szintén stratégiai kérdés a felületek vízáteresztő képessége. A forgalmas városi területeken sokszor szükséges a szilárd burkolat - ám törekedni kell rá, hogy ez a szükséges mértéket ne lépje túl. Ahol a burkolás elengedhetetlen, még mindig alkalmazható vízáteresztő rétegrend. Ha a gyalogos burkolatok és a családi házas övezetek parkolósávjai vízáteresztő burkolatot kapnának, a lefolyó víz mennyisége városi szinten jelentősen csökkenthető lenne. A lejtésirány helyes megválasztása és a csapadék zöldfelületre vezetése is képes lényeges megtakarítást eredményezni.

18. fotó: A kiseleemes terméskő burkolat áteresztí a vizet a fák gyökeréhez, Lohsepark, Hamburg



Tervezés és kivitelezés

A vízáteresztő felületek alkalmazásánál ügyelni kell rá, hogy a vízzel együtt a szennyeződések is bemosódhatnak a talajvízbe, ezért használatuk csak olyan helyen megengedett, ahol a forgalomból adódó szennyezés nem túl magas (pl. családi házas övezetek alacsony forgalmú útjainak parkolósávjai, gyalogos felületek, játszóterek, sportpályák, kevésbé frekvenciált parkoló felületek). Porózus szórt burkolat esetében ügyelni kell a környező burkolatok típusára is, mert a gyalogosok által lehordott finom por eltömítheti a szomszédos (pl. műgyantás stabilizált) burkolatot, a gyepturkás burkolat esetében a növényzet pusztulását is okozhatja. A gyepturkás burkolatokhoz a termett talaj vízzikkasztó képessége nem elégséges, ezért a fugát homokkal kevert földdel vagy az extenzív zöldtető keverékekhez hasonló kombinációval kell feltölteni. A **"Vízáteresztő burkolatok"** című kiadvány tájékoztatást nyújt a különböző burkolattípusokról és azok tulajdonságairól, tervezési és kivitelezési elveiről. Gyepturkás burkolat csak körültekintéssel, megfelelő környezetben alkalmazható, mert a hazai klíma viszonyok mellett nyáron könnyen kiszárad.

Felület anyaga	Lefolyási tényező*
Térkő burkolat homokágyon	0,7
Térkő burkolat > 15% hézaggal	0,6
Vízáteresztő műfű és gumi burkolat	0,6
Szórt burkolatú sportpálya	0,4
Stabilizált szórt burkolat	0,3
Gyeprács	0,1
Zöldfelület	0,03-0,1

**évente lehulló csapadékra vonatkoztatva
Különböző felületek lefolyási tényezői*

Fenntartás

A növényvel borított felületek fenntartása a klasszikus parkfenntartási rutinfeladatokat jelenti. A vízáteresztő burkolatok idővel eltömődhetnek, ezért szükség lehet a tisztításukra. Fontos szempont, hogy sem a tisztítás közben, sem bármilyen egyéb, a burkolaton zajló tevékenység közben nem használhatóak olyan anyagok vagy vegyszerek, amelyek veszélyt jelenthetnek a talajvíz minőségére. A porózus szórt burkolatok pontszerű terhelés (pl. egy ráhajtó teherautó kereke) hatására betömörödhetnek és csökkenhet a vízáteresztő képességük, ezért ezt lehetőség szerint kerülni kell.

19. fotó: Szikkasztás és vízelvezetés zöldfelületen, Hamburg



A VÍZ TOVÁBBÍTÁSÁNAK ESZKÖZEI

/továbbítás / párolgtatás/



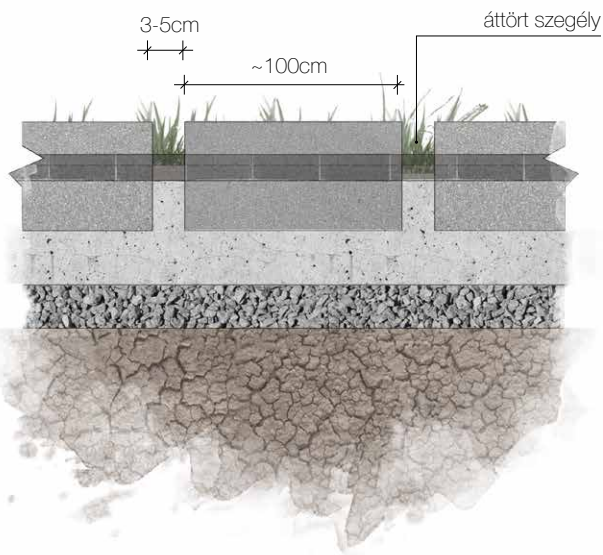
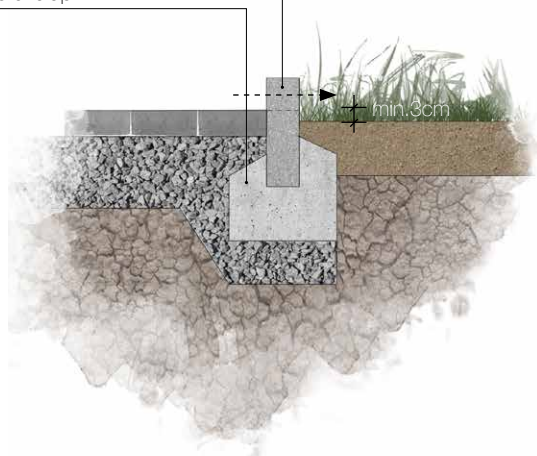
	Ökológiai érték	■
	Esztétikai érték	■
	Építési költség	■
	Fenntartási költség	■
+	Előnyök	A felszíni kialakítás olcsóbb, mint a földalatti, és a hibák azonnal észlelhetők
-	Hátrányok	Rendszeres takarításuk elengedhetetlen (főleg lombhullás idején)

20. fotó: Nyílt terméskő vápa műemléki környezetben, Regensburg

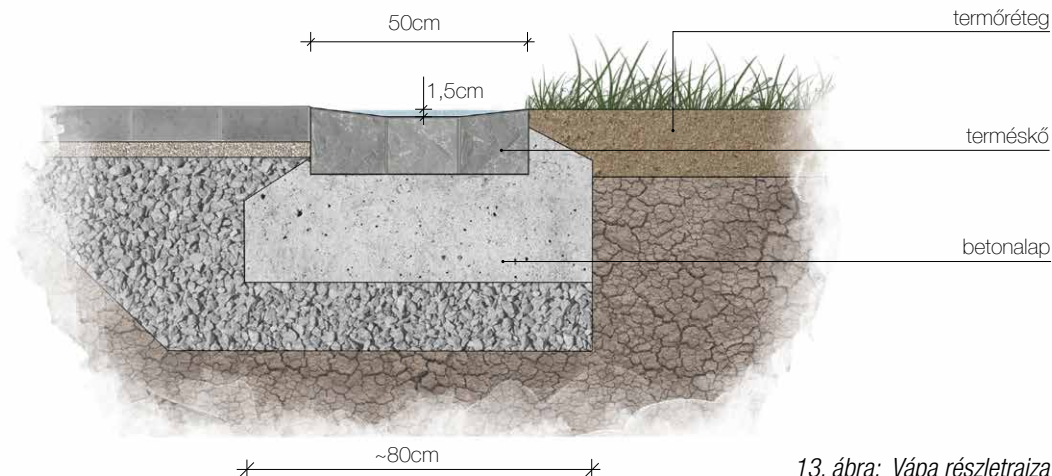
A burkolt felületekről a vizet lehetőleg zöldfelületre kell vezetni. A fenntartható csapadékvíz-gazdálkodás a felszíni vízvezetést támogatja, mert az növeli a párolgást, kialakítása általában olcsóbb és fenntartása sokszor egyszerűbb. A víz zöldfelületre jutását segíthetjük süllyesztett szegéllyel vagy áttört szegélykialakítással, illetve nagyobb távolság esetén a vizet gyűjthetjük nyílt vápában. Ha nem áll rendelkezésre elegendő hely, használhatóak rácsos- vagy résfolyókák, esetleg pontszerű víznyelők. Egyes nagy kapacitású folyókák nem csak a víz elvezetésére, de ideiglenes tározására is használhatóak. Az elvezetett vizet lehetőség szerint egy közeli szikkasztóelembé (szikkasztóárokba vagy földalatti szikkasztóba), esetleg víztározóba érdemes továbbítani, és csak végső esetben a csatornába kötni!

beton vagy terméskő szegélyelem

betonalap



12 ábra: Áttört szegély metszet/oldalnézet



13. ábra: Vápa részletrajza

Tervezés és kivitelezés

Süllyesztett szegély alkalmazásakor a burkolat széle egy rejtett megtámasztást, sokszor a burkolattal szintben lévő fém szegélyt kap, vagy a szélső, nagyobb méretű elemsor ül beton ágyazatban. Egyes esetekben azonban - esetleg éppen a zöldfelületek védelme érdekében - kiemelt szegély szükséges. Ilyen esetben javasolt a kiemelt szegélyt helyenként megszakítva kialakítani, hogy a víz a zöldfelületre jusson. A folyókákat és vápákat érdemes úgy kialakítani, hogy minél ritkábban tömődjének el. Ha a folyókák messze esnek egymástól és várhatóan nagy sebességgel érkezik a csapadék, a víz útjába helyezett kövekkel vagy egyéb akadállyal lassíthatjuk a víz sebességét. A zöldfelületek magassága idővel a fagy és a növények hatására néhány centit emelkedik, ezt figyelembe véve kell megtervezni a vízelvezetéshez a terepet.

Fenntartás

A vízelvezető vápák, folyókák és átfolyók tisztításáról folyamatosan - de különösen az őszi lombhullás idején - gondoskodni kell. Már a folyóka kiválasztásánál érdemes figyelembe venni annak tisztíthatóságát és dugulásra való érzékenységet.

21. fotó: Terméskő vápa / 22. fotó: Áttört szegély, Berlin





TÖMB SZINTŰ TERVEZŐI ESZKÖZÖK



ZÁPORTÁROZÓ

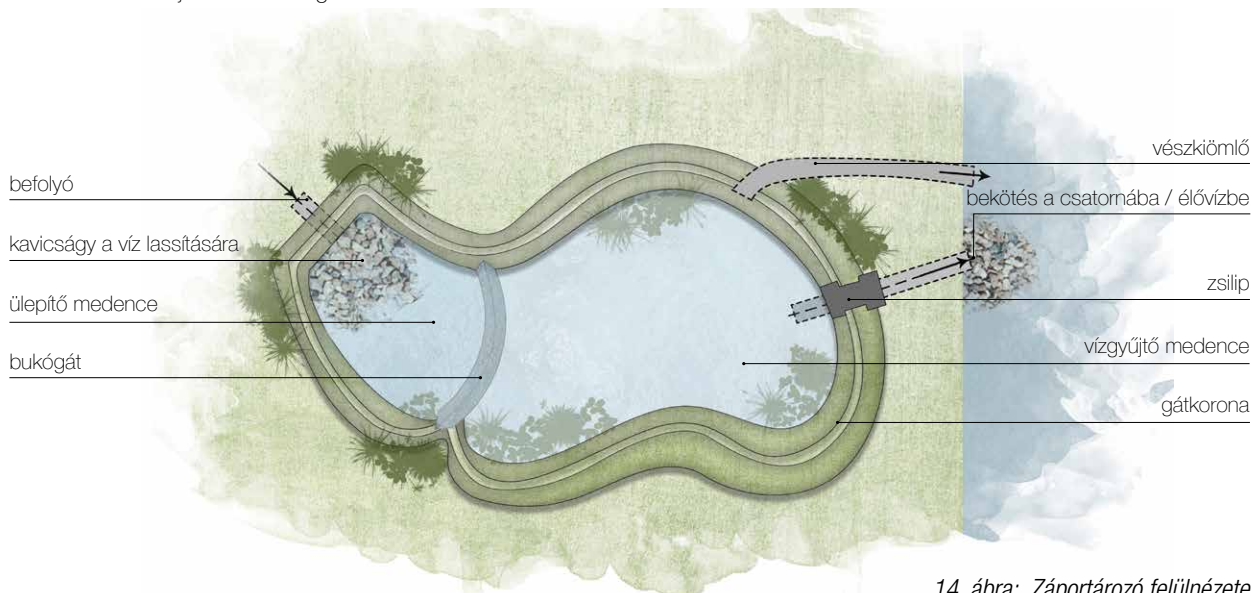
/visszatartás / tározás / párologtatás/



←→	Helyigény	5-10%
	Ökológiai érték	■ ■ ■
	Esztétikai érték	■ ■ ■
	Építési költség	■ ■ ■
	Fenntartási költség	■ ■
+	Előnyök	Csökkentik az árvízvesztélyt, megfelelő tervezés esetén esztétikai és rekreációs érték
—	Hátrányok	Kis tisztítóképesség, esetleges eutrofizáció, biztonsági kockázat kisgyermek számára

24. fotó: Víz tározó tó, Hamburg

A záportározók célja a csapadékból keletkező árhullám csúcsszámarának ideiglenes visszatartása. A tározóban gyűjthető egy adott terület burkolatairól vagy a tetőről lefolyó, kevésbé szennyezett csapadékvíz. A tározóknak, a be- és az elvezetés speciális kialakítása nélkül csak korlátozott tisztító hatása van. Típusai a tározótavak, a tározómedencék és a földalatti tározóterek. A tározótavak lehetnek ideiglenes vagy állandó vízborításúak. A tározótavak fontos szerepet tölhetnek be a vízfolyások vízminőségének és -mennyiségének szabályozásában is. A tározótér előtt általában egy ülepítőtér is szükséges, ahol a csapadékvízzel szállított lebegő részecskék leülepednek. A tárolt csapadék befogadója többnyire egy közeli patak. Az állandó vízborítású tavak jelentős ökológiai értékkel is rendelkezhetnek.



14. ábra: Záportározó felülnézete

Tervezés és kivitelezés

A föld feletti záportározók kialakítása betonból, beton elemekből, agyagból vagy vízzáró műanyag fóliából történik, de egy idő után a tó akár saját magát is tömíteni tudja az eliszapolódással. Alakjuk többnyire művi és épületekhez, infrastruktúra elemekhez kapcsolódnak, de minden esetben ajánlott figyelembe venni a településképi illeszkedést.

Az állandó vízborítottságú tavak javasolt mélysége az eutrofizáció csökkentése érdekében legalább 1,5 méter. A partfal meredeksége annak anyagától függ. A lejtés megválasztásánál ügyelni kell az erózióra, továbbá a be- és kifolyó környezetében külön betonvápával, kőszórással vagy biológiai rézsűstabilizációval javasolt védekezni ellene. A zsilippel kialakított bekötés mellett, amely a csatornába vagy élővízbe vezeti a vizet, javasolt vészkiömlőt is kialakítani. Városi környezetben ügyelni kell a balesetveszélyre, kisgyermekek számára a nyílt vízfelület kockázatot jelenthet. Kisebb városi terek, belső udvarok csapadékjának gyűjtésére medencék is használhatóak, melyek esetenként jobban illeszkednek az épített környezetbe.

A földalatti tározás történhet előregyártott elemekkel (pl. tófoliával burkolt szikkasztóládákkal, tartállyal) vagy beton tározó építésével. Méretük és alakjuk nagyon változatos lehet. A földalatti tározók a legköltségesebbek, így többnyire a helyhiány miatt kerülnek alkalmazásra. A víz változó szintje miatti nyomáskülönbség kiegyenlítésére szellőzőnyílásokat igényelnek, így ezeknek a településképhez illesztése is tervezői feladat.

Fenntartás

Az ülepítő tér kotrása a szedimentáció miatt időről időre esedékes, a tározóteret azonban csak korlátozottan szabad kotorni. Az ülepítő térben nem, de a tározóban már kiüledő finom iszap adszorpciós képessége védelmet nyújt a nehézfémek talajvízbe kerülése ellen, ugyanakkor fokozatosan csökkenti a szivárogtató képességet. Ennek a helyreállítása miatt az időnkénti kotrás elkerülhetetlen. A tó műtárgyai rendszeres felülvizsgálatot igényelnek. A zsilippel kialakított bekötés mellett, amely a csatornába vagy élővízbe vezeti a vizet, javasolt vészkiömlőt is kialakítani.

25. fotó: Ideiglenes vízborítású záportározó, Csehország / 26. fotó: Víz tározó medence városi környezetben, Malmö



GYÖKÉRZÓNÁS VÍZTISZTÍTÁS

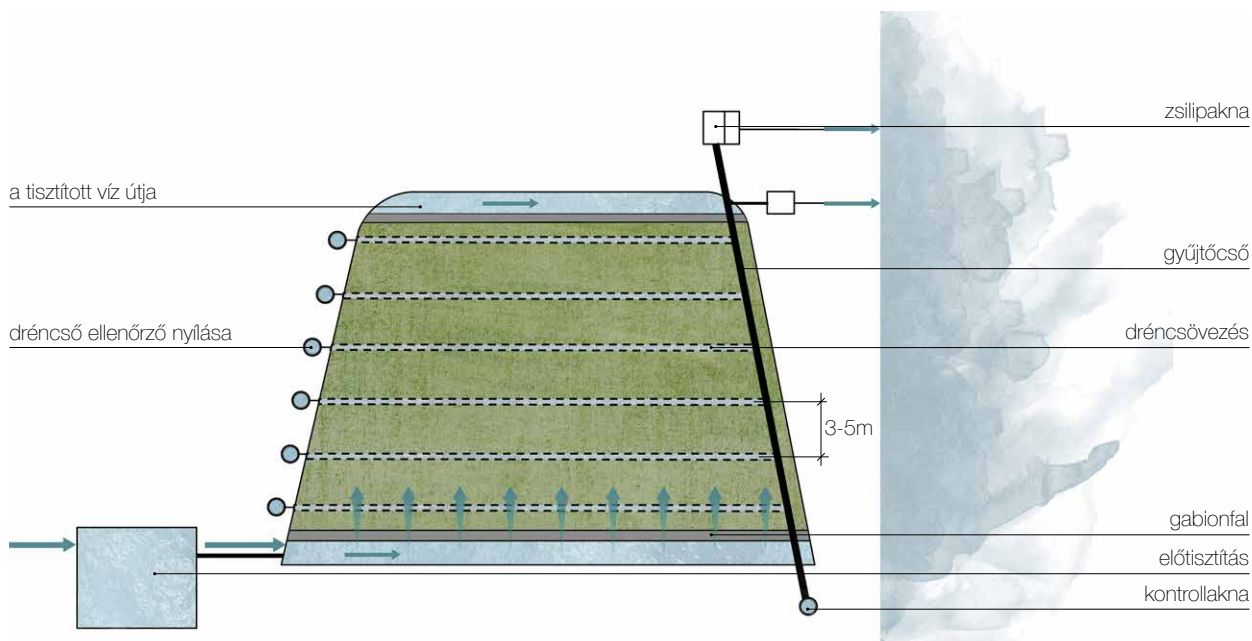
/visszatartás / tisztítás / párologtatás/



↔	Helyigény	2%
	Ökológiai érték	■ ■ ■
	Esztétikai érték	■ ■
	Építési költség	■ ■ ■
	Fenntartási költség	■ ■ ■
+	Előnyök	Természetes megjelenés, nagy tisztítókapacitás
—	Hátrányok	Nagy helyigény. A vegetáció pusztulása esetén a tisztítóképesség megszűnik

27. fotó: Gyökérzónás víztisztító, Berlin

A gyökérzónás víztisztító a természetes mocsarakat imitáló, a vizet tározó, valamint a talaj és a növényzet segítségével tisztító terület. Alkalmas lehet például az egyesített hálózat túlfolyóiból kijutó, vagy a csapadécsatornában gyűjtött víz tisztítására a befogadóba kerülés előtt. A víz előtisztítás után kerül a náddal borított területre, majd a talajrétegen lassan átszűrődve a gyökérzóna alatt lévő dréncsöveken keresztül távozik. A gyökérzónás tisztítók optimális működésének számos kritériuma van, ám ha ezek teljesülnek, hatékonyak és kevés beavatkozást igényelnek. Teljes tisztítóhatásukat a növényzet beálltától (kb. 3 év) fejtik ki.



15. ábra: Gyökérzónás tisztítás felülnézeti elvi rajza

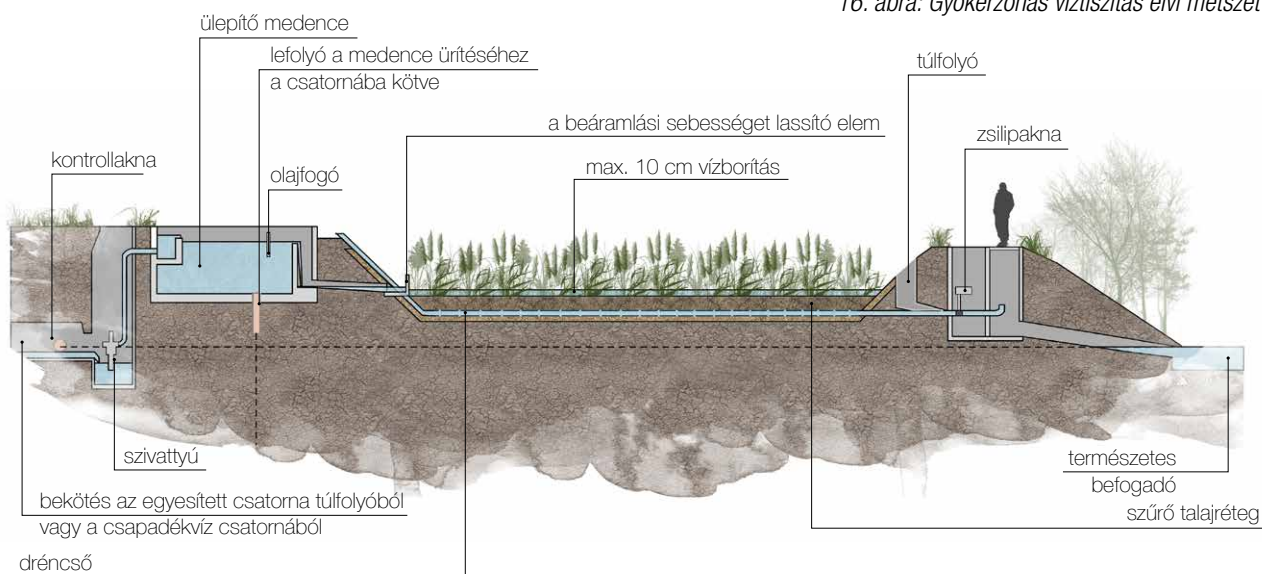
Tervezés és kivitelezés

A növényzet mind az alul-, mind a túlhasználatra érzékeny, ezért törekedni kell a pontos méretezésre. A tisztítót a talajvíz védelmében vízzáró fólia választja el az altalajtól. A mocsárszóna mind az időszakos elöntést, mind a száraz periódusokat igényli, ezért az egyenletes vízellátás érdekében az aljzatnak tökéletesen vízszintesnek kell lennie. A fóliára fektetett finom kavicsrétegre egy vízszintes dréncső hálózatot fektetünk, amely az egyenletes vízkivezetést garantálja. A tökéletes szintezés érdekében csak merev műanyag csövek használata megengedett. Fektetés után geotextília csíkokkal érdemes letakarni a csöveket, mely megakadályozza a gyökerek benövését.

Fenntartás

Az előtisztító és a víz továbbítását szolgáló elemek rendszeresen felülvizsgálandóak, a lerakódásokat szükség esetén el kell távolítani. A dréncsövek tisztításához egyik végük a felszínre ér és nyitható. A vízminőség rendszeres ellenőrzést igényel.

16. ábra: Gyökérzónás víztisztítás elvi metszet



28. fotó: Ang Mo Kio park. Egy különleges kialakítású gyökérzónás tisztító, Szingapúr





TELEK SZINTŰ TERVEZŐI ESZKÖZÖK



EXTENZÍV ZÖLDTETŐ

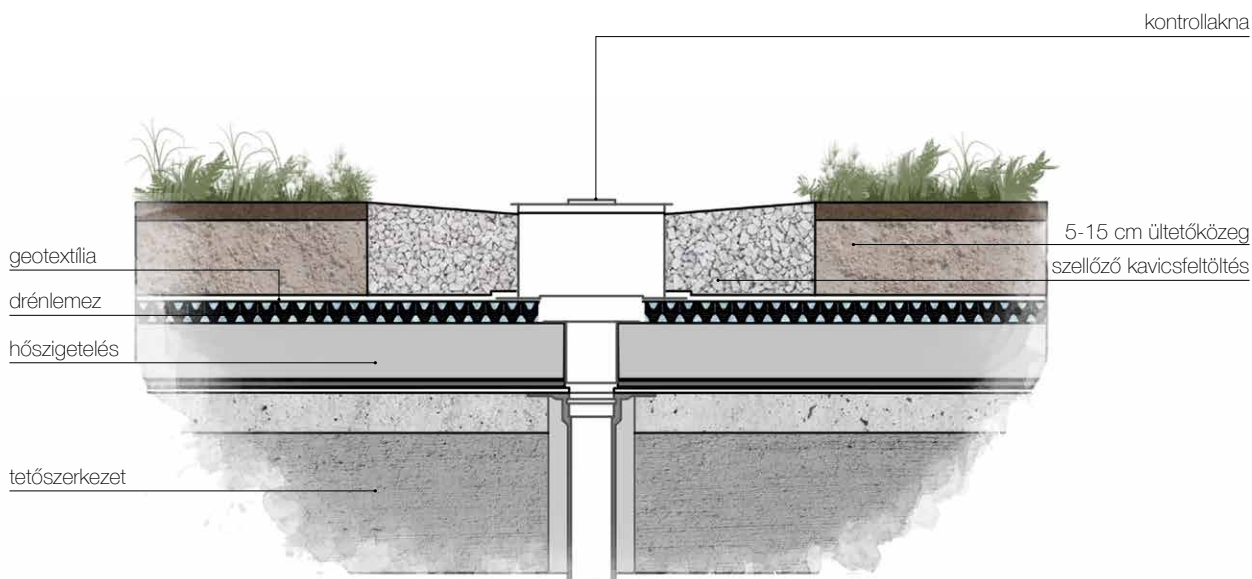
/visszatartás / tisztítás / párologtatás/



....	Talajtípus	Speciális extenzív talajkeverék
≡	Talaj vastagság	5-15 cm (15-25 félintenzív)
⚖	Súly	90-180 kg/m ²
🌿	Ökológiai érték	■ ■ ■
✂	Esztétikai érték	■ ■
💰	Építési költség	■ ■
🔧	Fenntartási költség	■
+	Előnyök	Kis súly, és az alacsony fenntartási igény
-	Hátrányok	Nincs rekreációs érték

30. fotó: Extenzív zöldtető, Egyesült Államok

Az extenzív zöldtetők könnyű talajszerkezettel rendelkező, igen kevés fenntartást igénylő növényzettel borított, rekreációs használatl nem rendelkező felületek. A tetők növényzete többnyire varjúháj fajokból álló keveréket, vagy gyepekkeveréket jelent, amelyek elviselik a hosszabb száraz időszakokat is, így öntözést nem igényelnek. Az úgynevezett félintenzív tetőkön már a vadvirágos rétekhez hasonló, virágos, gyepes-félcserjés növényzet is megjelenik 10-25 cm-es talajrétegen. A tetőkertek kedvezően befolyásolják a mikroklimát és egyben az épület természetes klimatizálásában is segítenek. A virágos fajok táplálékul és élőhelyül szolgálnak számos rovarfaj számára, így növelik a városi biodiverzitást.



17. ábra: Extenzív zöldtető metszet

Tervezés és kivitelezés

A zöldtetők felépítéséről és tervezési elveiről bő szakirodalom érhető el, valamint a gyártók és az építők is tájékoztatást nyújtanak a tervezéshez. A zöldtetőn mindig szükséges túlfolyót és a legmélyebb ponton lefolyót elhelyezni. A növényzet telepítésére a leggyorsabb megoldás a kész vegetációs szőnyeg vagy előnevelt növények használata. Magvetéssel is történhet az ültetés, de ez esetben a zárt növénytakaró kialakulása több időt igényel. A kifolyók fenntartására tisztítóakna szolgál, ahol eltávolíthatóak a lefolyó vízből kiüledett esetleges szennyeződések, növényi részek. A félintenzív tetők az extrém száraz időszakokban és közvetlenül a telepítés után öntözést igényelnek.

Fenntartás

A tető műszaki létesítményeit (a túlfolyókat, tisztítóaknát és a szigetelés állapotát) rendszeresen ellenőrizni kell. Egy extenzív zöldtető jól beállt növényzete nagyon kevés fenntartást igényel. Ha az élőhely összetétele az évek alatt erősen megváltozna és egy faj egyoldalúan kiszorítja a többit, szükség lehet a növények újratelepítésére vagy felülvetésre.

31. fotó: Félintenzív zöldtető, Budapest



INTENZÍV ZÖLDTETŐ

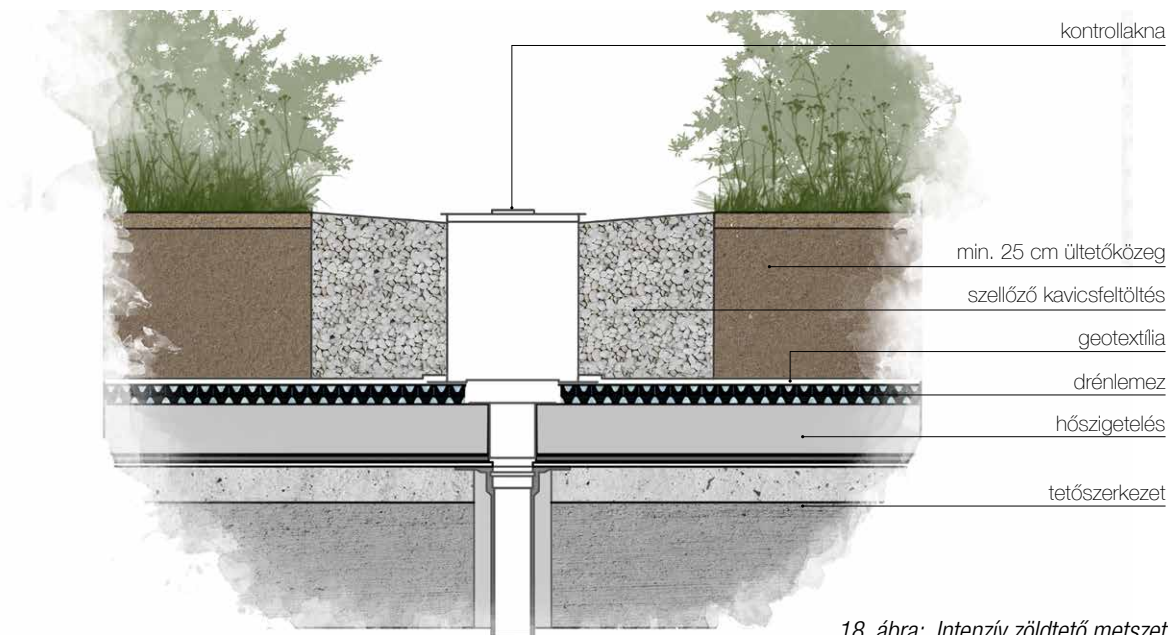
/visszatartás / tisztítás / párologtatás/



....	Talajtípus	Speciális intenzív talajkeverék
≡	Talaj vastagság	min. 25 cm
⚖	Súly	>180 kg/m ²
🌱	Ökológiai érték	■ ■ ■
🌸	Esztétikai érték	■ ■ ■
💰	Építési költség	■ ■ ■
🔧	Fenntartási költség	■ ■ ■
+	Előnyök	Rekreációs funkció, magas biológiai aktivitás
—	Hátrányok	Nagy súly, magas fenntartási költség, öntözés

32. fotó: Intenzív zöldtető

Az intenzív zöldtetők legalább kétszintű növényállománnyal rendelkező, magas fenntartásigényű, rekreációs használatra alkalmas zöldfelületek. A termőföld vastagsága legalább 25 cm, 120 cm-nél vastagabb termőréteg vastagság felett már fák ültetése is lehetséges. Az intenzív zöldtetők öntözést és rendszeres karbantartást igényelnek. A dúsabb növényzetnek megfelelően ökológiai értékük és vízvisszatartó szerepük is jelentősebb lehet, mint az extenzív tetőké, viszont alkalmazási területük szűkebb - a vastag talajréteg és nagyobb növénytömeg miatt nagyobb teherbírású födém szerkezetre van szükség.



18. ábra: Intenzív zöldtető metszet

Tervezés és kivitelezés

Intenzív zöldtető megfelelő teherbírású és maximum 10% lejtésű tetőn alakítható ki. Intenzív tetők tervezésénél és a növényválasztásnál figyelembe kell venni a szélnyomás hatását. A sekély talajrétegben gyökerező fákat a kitett zöldtetőkön kicsavarhatja a szél, ezért szükség lehet a növény földfeletti vagy -alatti rögzítésére.

Fenntartás

A fenntartási feladatok megegyeznek az extenzív zöldtetőével, kiegészítve a növényzettől függő klasszikus zöldfelület-fenntartási feladatokkal. Az intenzív zöldtetők rendszeres öntözést és intenzív ápolást igényelnek.

33. fotó: Intenzív zöldtető, Budapest



KÉKTETŐ

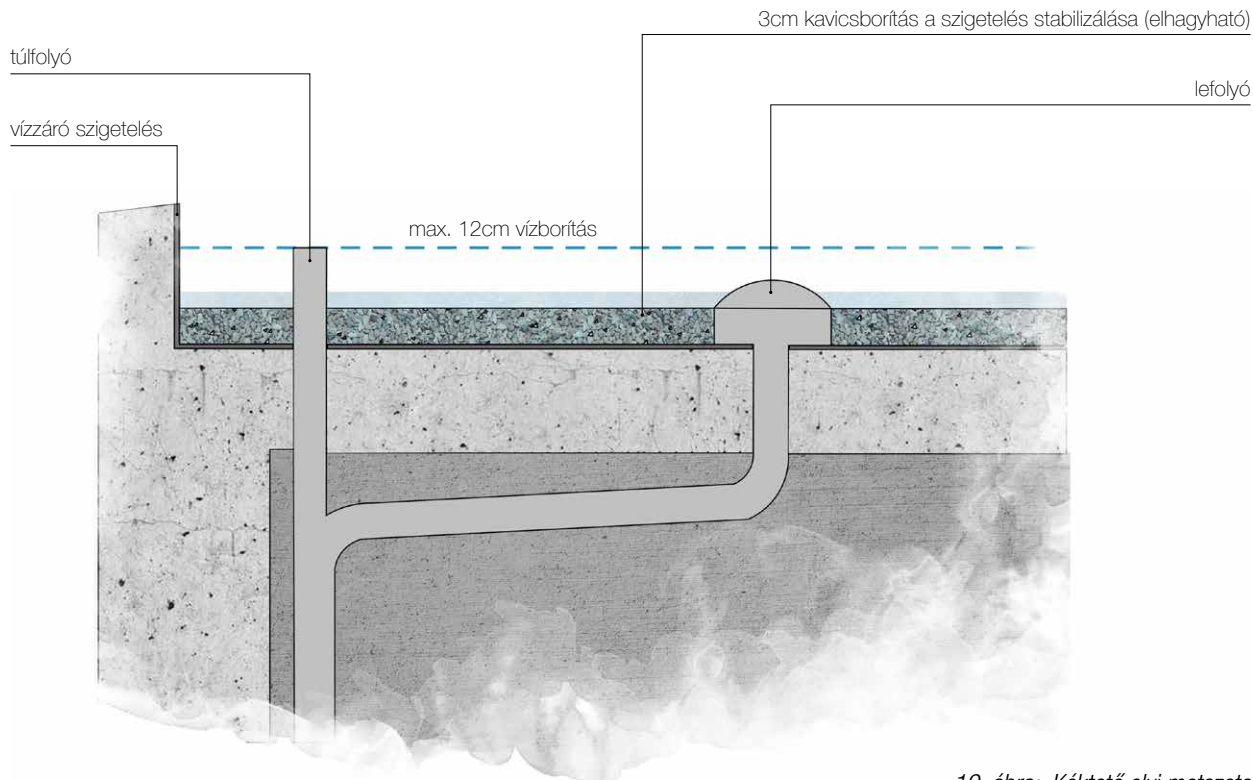
/visszatartás / tározás / párologtatás/



	Ökológiai érték	■
	Esztétikai érték	■
	Építési költség	■
	Fenntartási költség	■
+	Előnyök	Olcsó kialakítás, jól alkalmazható városi környezetben, komoly párologtató szerep
—	Hátrányok	Nagyobb teherbírású tetőszerkezetet igényel

34. fotó: Kéktető alkalmazása

Különösen a sűrű belvárosi környezetben lehet nagy jelentősége a lapostetők potenciális víztározó kapacitásának. A lapostetők felületét sekély medenceként hasznosítva jelentős mennyiségű csapadék tartható vissza, melynek nagy része elpárolog. Ezzel csökkenthető a csapadékcúcs és a városi hősziget effektus.



19. ábra: Kéktető elvi metszete

Tervezés és kivitelezés

Megfelelő teherbírású épületszerkezet esetén a kéktető kialakítása egyszerű és olcsó megoldás. Kéktető legegyszerűbben a 2%-nál kisebb lejtésű tetőkön alakítható ki, ennél nagyobb lejtés esetén osztóelemek építhetők be, melyek növelik a kapacitást és lassítják a lefolyást. Kritikus szempont, hogy a tető vízszigetelésének tökéletesnek kell lennie. A vízréteg vastagsága maximum 12 cm. A tározótér a szigetelés ballasztjaként sokszor mosott kavicsréteggel borított. A medencékhez hasonlóan szükség van lefolyóra, mellyel a tető vízteleníthető, és túlfolyóra, mely a tető kapacitásán felüli csapadékot vezeti el. A lefolyó víz bevezethető felszíni vagy felszín alatti tisztító, szikkasztó elemekbe. A lassú lefolyás előnyös, mert növeli a párolgást, de az algsodás megakadályozása érdekében a víz maximális tartózkodási ideje a tetőn 72 óra.

Fenntartás

A túlfolyó és lefolyó dugulásmentessége, valamint a tető szigetelésének épsége időről-időre ellenőrizendő. Elkoszolódás esetén a tározótér felülete vagy a kavicsréteg tisztításra szorulhat.

35. fotó: Kéktető túlfolyókkal, USA



ZÖLDHOMLOKZAT

/szikkasztás / párologtatás/



	Ökológiai érték	■ ■
	Esztétikai érték	■ ■ ■
	Építési költség	■ ■ ■
	Fenntartási költség	■ ■ ■
+	Előnyök	Az épületek és a város klimatizálása. A természetes zöldfalak kialakítása és fenntartása olcsó és egyszerű
—	Hátrányok	A mesterséges zöldfalak fagyérzékenyek lehetnek, és magas a fenntartási költségük

36. fotó: Zöldhomlokzat, Szingapúr

 Részletesebben lásd **Zöldinfrastruktúra Füzetek: "Zöldhomlokzatok" című kiadványa**

A zöldfalak függőleges felületek növényvel való borítását szolgálják. Két fő típusra oszthatóak. A természetes zöldhomlokzatok esetében a futónövények a talajban gyökereznek és innen kúsznak fel a falon vagy a falhoz rögzített támrendszeren. A mesterséges zöldfalak esetében a növények egy, a falra rögzített ültetőközegbe kerülnek, így kiépített öntözőrendszert igényelnek. Utóbbiak építése és fenntartása jóval költségesebb és a növények érzékenyebbek a téli fagyokra is. A zöldfalak az árnyékolással és párologtatással nyáron segítenek az épületek és a városi szabadterek hűtésében. A zöldfalak vízigényét csapadékvízről ajánlott biztosítani, ez szükség esetén csapvízzel kiegészítendő.

37.fotó: Zöldfal, Svájc





SZIKKASZTÓÁROK

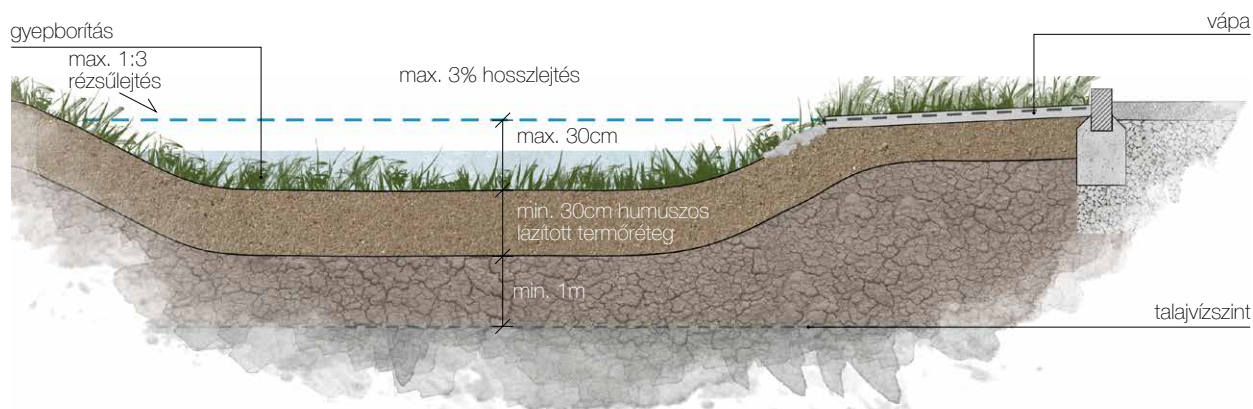
/szikkasztás, továbbítás, párologtatás/



↔	Helyigény	20%
	Talaj vízáteresztő képessége	ih hv v
	Ökológiai érték	■ ■
	Esztétikai érték	■ ■
	Építési költség	■
	Fenntartási költség	■ ■
+	Előnyök	Egyszerű felépítés, tájba illeszthetőség, vízsűrítés
—	Hátrányok	Felszíni helyigény

39. fotó: Gyepes szikkasztóárk, Németország

Ha az egyszerű zöldfelület kapacitása nem elegendő a lefolyás befogadására, a terület lesüllyesztésével ideiglenes tározásra is alkalmas területet, szikkasztóárkot hozhatunk létre. Az árkot borító gyep sűrű gyökérzete megszűri a vizet. Az esőkert növényborítása előntéstűrő évelő és fásszerű fajokból áll, így fenntartásigényesebb, de egyben dekoratívabb eleme lehet a zöldfelületeknek.



20. ábra: Szikkasztóárk metszet

Tervezés és kivitelezés

A szikkasztóárkok és esőkertek alapelve a felszín süllyesztése, formai kialakításuk bármilyen lehet. A kialakításukra alkalmas talaj vízszikkasztó képessége: $1 \cdot 10^{-3}$ – $1 \cdot 10^{-5}$ cm/s között van, ha a talaj ennél kötöttebb, drénezésre is szükség van. Ha az árok vízmagassága maximum 30 cm-re méretezett, nem alakul ki tartós vízborítottság, amely tönkretenné a növénytakarót. A rézsűfelület az erózió megakadályozása és a könnyű fenntarthatóság érdekében maximum 1:4 meredekségű. Az árok hosszlejtése maximum 3%. Ennél nagyobb terepesés esetén az árok megszakítása vagy lépcsőzetes kialakítás javasolt, ahol magas vízállás esetén a csapadékvíz átbukhat a szintek között. Ha a víz koncentráltan, adott pontokon jut be a szikkasztóárkokba, a műszaki kialakításkor – kellően sekély rézsűfelülettel, esetleg kőszórással vagy vápa kialakításával – gondoskodni kell a kimosódás megakadályozásáról.

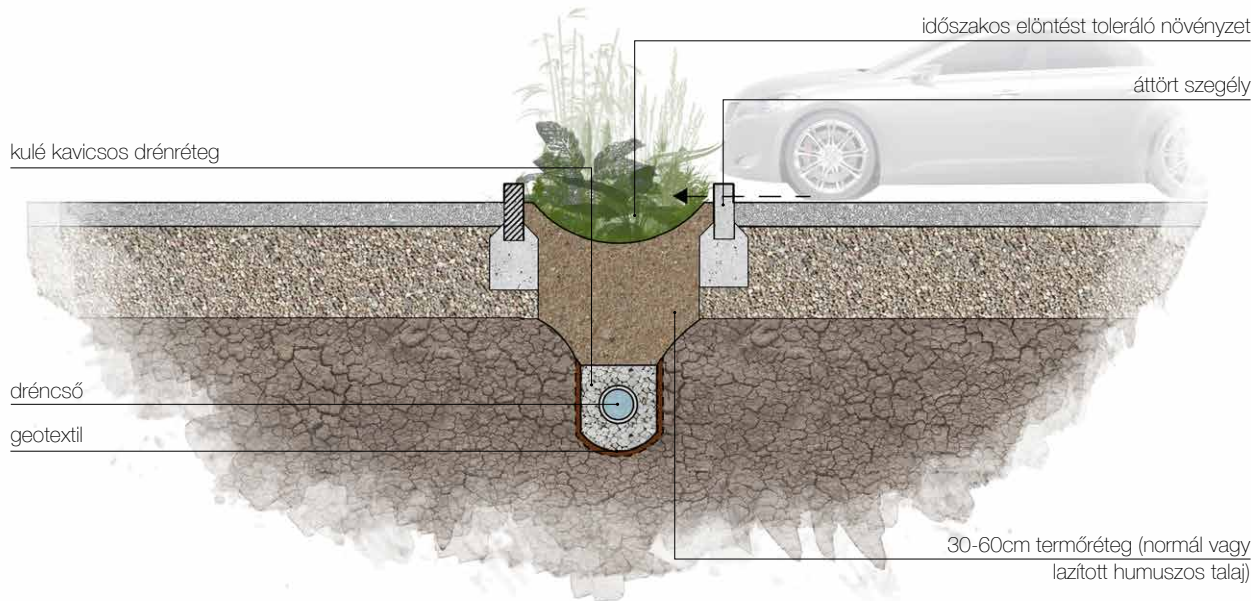
A növényvel borított szikkasztók csak akkor látják el szerepüket, ha a növényzet már egybefüggő felületet képez és a gyökerek átszövik a földet - ezért kivitelezés során ezen elemeket ajánlott időben előbb elkészíteni, hogy mire a burkolatok elkészülnek, az árok működőképes legyen! Ellenkező esetben az árkot az erózió fenyegeti, valamint az útról bemosódó finom por elszápolhatja a fenéket és tönkreteszi a szikkasztóképességet. A gypesítés 8°C feletti hőmérsékletben történjen, lehetőleg a nyári száraz időszakon kívül. A növénytelepítés ideje lerövidíthető előregyártott gypszőnyeg fektetésével. Az építés során kerülni kell a nehézgépek használatát, áthaladását vagy építőanyagok tárolását a szikkasztóárkok területén, mert a tömörödött talaj nem képes vízszikkasztásra!

A szikkasztóárkok extenzív gypfelülettel is kialakíthatók, mely csupán évi 1-2 kaszálást igényel. Még nem zajlott nagyobb kutatás szikkasztóárkok speciális gypkeverékeire és az esőkertek Magyarországon alkalmazható növényfajaira, ezért ajánlott, kipróbált magkeverékkel egyelőre nem rendelkezünk.

A kiadvány függeléke kísérleti jelleggel tartalmaz egy fajlistát olyan növényekről, melyek feltételezhetően alkalmasak lehetnek esőkerti növénynek Magyarországon.

40. fotó: Esőkert / 41. fotó: Beömlő kialakítása / 42. fotó: Túlfolyó kialakítása, Egyesült Államok





Fenntartás

21. ábra: Esőkert részletrajz

A gyepes szikkasztóárok hasonló fenntartást igényel, mint egy normál gyepfelület. A gyep nyírásakor azonban ügyelni kell a talajtömörödés megelőzésére - a fűnyírás csak kézzel vagy könnyű gépekkel ajánlott, olyan időben, mikor a talaj nincs túlzottan átnedvesedve. Fontos, hogy a növénytakaró tömött és egybefüggő maradjon, ezért ha a gyep sérül, vagy a föld lemosódik, a növényzetet felülvetéssel helyre kell állítani. Emellett ügyelni kell rá, hogy minél kevesebb finom üledék rakódjon le az árok felé, ami eltömíti a pórusokat és csökkenti a szivárgató képességet. Ez főleg az őszi lomb összetakarítását jelenti. Az esetenkénti gypszellőztetés is segít a szikkasztóárok vízáteresztő képességének fenntartásában. A spontán megjelenő fásszárú növényzet eltávolítandó. Az esőkertek fenntartásához nagyobb kertészeti szaktudás és az adott növények ismerete szükséges.

43. fotó: Többszintes szikkasztóárok, Németország





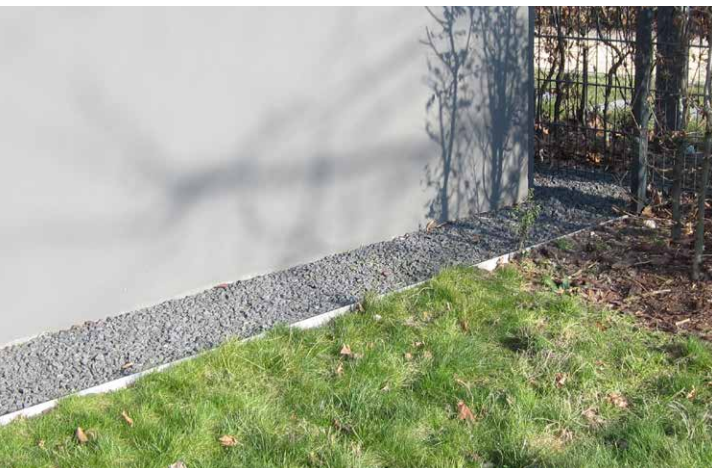
44. fotó: Új telepítésű esőkert túlfolyókkal, Egyesült Államok



45. fotó: Esőkert építés, Egyesült Államok

DRÉNÁROK

/szikkasztás/



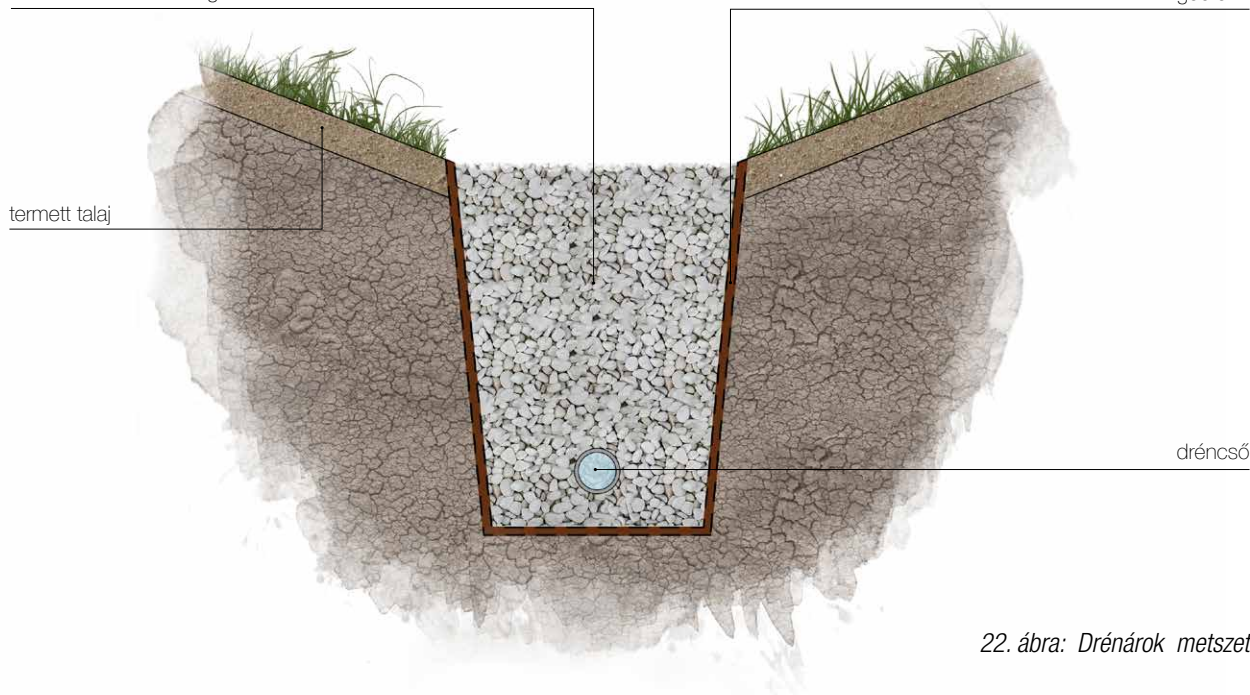
↔	Helyigény	min. 10%
	Talaj vízáteresztő képessége	h vh ih hv v iv
	Ökológiai érték	■
	Esztétikai érték	■
	Építési költség	■
	Fenntartási költség	■
+	Előnyök	Gyors szikkasztás
—	Hátrányok	Fenntartást igényel, nincs víztisztító hatás

46. fotó: Épület melletti drénárok andezit zúzalékkal

A drénárok esetében az érkező csapadékvíz közvetlenül a drénrétegbe, majd onnan a környező talajrétegbe kerül. Előnyük a nagy kapacitás és az igen gyors vízfelvétel. Mivel a kavicsréteg felett nem található növényzet és finomabb talajréteg, a csapadékvíz hordalékaival együtt szűretlenül kerül a drénbe. Ez előbb-utóbb eltömíti a pórusokat, ezért a drénárok rendszeres tisztításra szorul. Emellett a szűretlen csapadékvíz a talajvíz minőségére is kockázatot jelenthet. Az említett hátrányok miatt ezen eszköz alkalmazása kevésbé javasolt.

kulé kavicsos drénréteg

geotextil



22. ábra: Drénárok metszet

Tervezés és kivitelezés

A drénárok méretezése a szükséges kapacitástól függ, a kulékavics töltést geotextília választja el a termett földtől. Szükség esetén az árok alsó felében dréncső vezethető, mely a többletvizet egy másik földalatti szikkasztóba vagy végső esetben a csatornába vagy kisvízfolyásba továbbítja.

Fenntartás

Az drénárok hátránya, hogy eltömődhet, ezért néhány évente (a környezetből bemosódó szennyeződések mennyiségétől és típusától függően) tisztításra szorul. Az elkoszolódott felső kavicsréteget ki kell emelni, és a szennyeződések eltávolítása után visszahelyezni.

47. fotó: Drénsáv közterületen, Németország



FÖLD ALATTI SZIKKASZTÁS

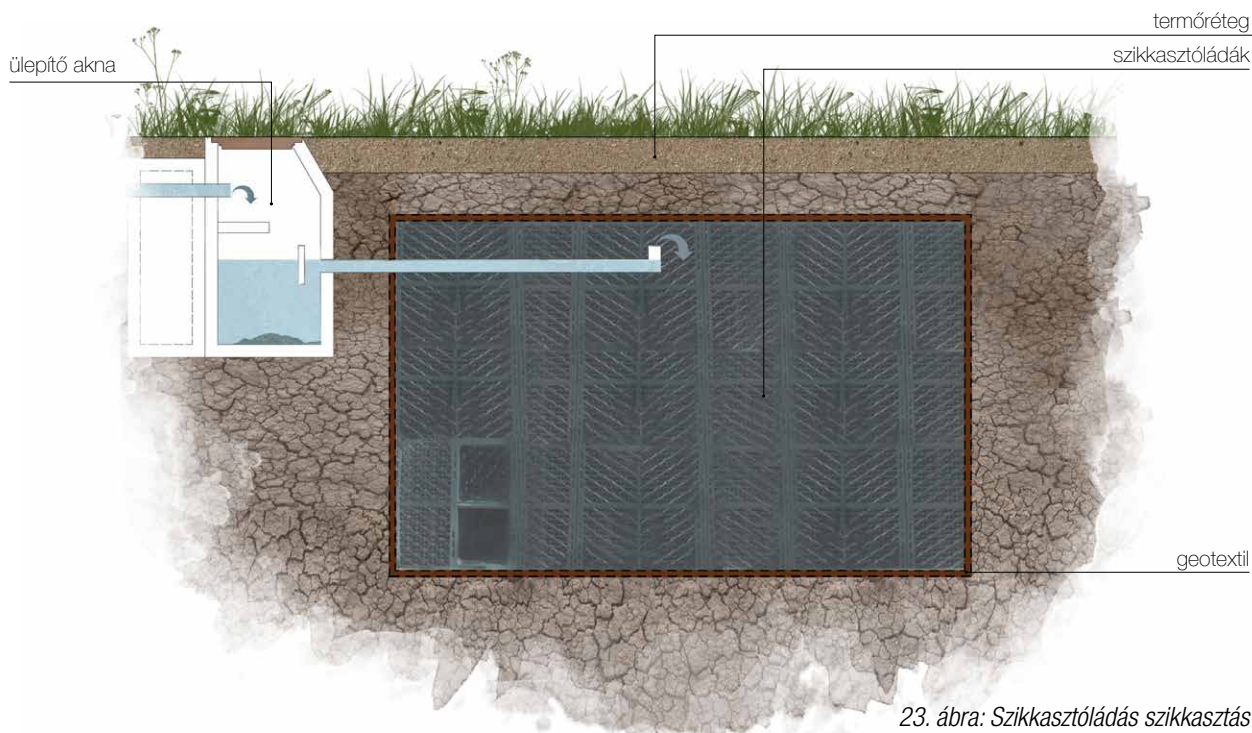
/szikkasztás/



↔	Helyigény	min. 1%
	Ökológiai érték	■
	Esztétikai érték	-
	Építési költség	■ ■ ■
	Fenntartási költség	■ ■
+	Előnyök	Nincs felszíni helyigénye, tetszőleges kapacitás
-	Hátrányok	Drága kialakítás, előtisztítás szüksége

48. fotó: Szikkasztóládás csapadékvíz szikkasztás

A földalatti drénaknak helytakarékos megoldást jelentenek a csapadékvíz föld alatti szikkasztására magas burkoltság esetén. Főbb típusai a szikkasztóládák, dréncsövek és a drénkutak. Kialakítása általában költségesebb és jelentős földmunkát igényel, de lehetőséget ad a szikkasztásra akár burkolt parkolófelületek alatt is. A drénkutak funkciója egy vízzáró talajréteg "átdőfése" is lehet, így a csapadékvíz ezen átjutva a mélyebb rétegekbe juthat. A talajvízszintet pontoszerűen megemelhetik, ezért épületek környezetében körültekintéssel alkalmazandóak.



23. ábra: Szikkasztóládás szikkasztás

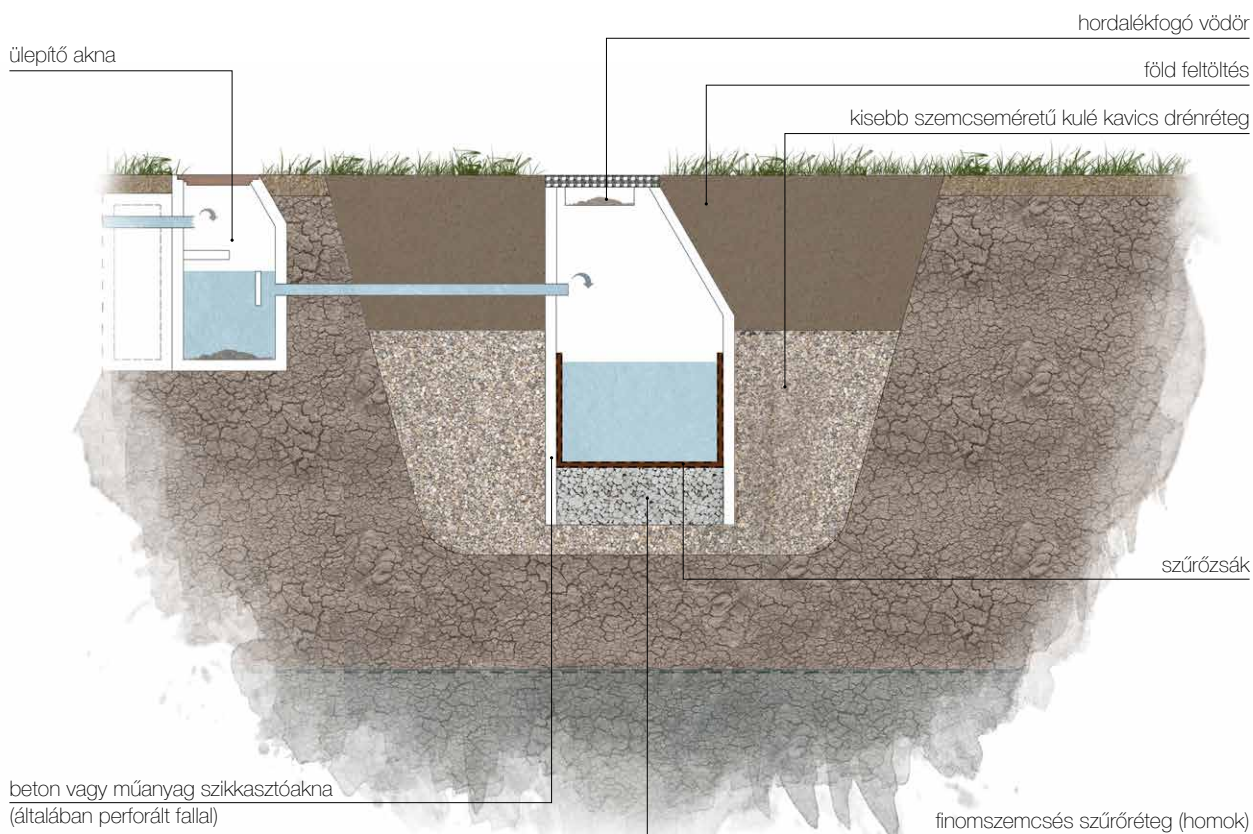
Tervezés és kivitelezés

A szikkasztótér méretét a szükséges kapacitás határozza meg, a környezettől a talaj bemosódásának megakadályozására geotextília választja el. Ha a szikkasztótérre burkolat kerül, fontos az altalaj megfelelő tömörítése és a terhelésnek megfelelő vastag teherbíró réteg kialakítása a szikkasztóládák vagy dréncsövek alatt/felett. Az eszközöknek fagyhatár alá kell kerülniük. Ha a víz nem a felső talajrétegen átszűrődve kerül a drénrétegbe, hanem egy mesterséges befolyón keresztül, mindig gondolni kell a bejutó víz előszűrésére tisztítóakna beépítésével, ahonnan csak az üledéklerakódás és az olajleválasztás után jut tovább a csapadékvíz a drénbe. A földalatti szikkasztótérek mindig rendelkeznek túlfolyóval, mely a vizet egy másik szikkasztótérbe, vagy más megoldás hiányában a csatornába vezeti.

A szikkasztóládák és dréncsöves szikkasztó kapacitása az elemek sorolásával tetszőlegesen alakítható. A drénkút alulról nyitott, általában perforált falú beton vagy műanyag elemekből áll. Belsejében szükség esetén geotextília akadályozza meg a talaj bemosódását. Ennek az eszköznek a kialakítása a legolcsóbb és legkisebb helyigényű, ugyanakkor a pontszerű vízszintes kiterjedés miatt igen jelentősen emelheti közvetlen környezetében a talajvízszintet.

Fenntartás

A szikkasztók ülepítője és a drénkút rendszeres ellenőrzést és tisztítást igényel. Egyes előszűrő berendezések már képesek érzékelni és digitálisan is jelezni, ha a kiüledett olaj és üledék kritikus szintet ér el. A földalatti drénaknak állapotát legalább évente egyszer szükséges ellenőrizni a kontrollaknán keresztül és eltávolítani az esetleges szennyeződések. Dugulás esetén magasnyomású vízzel átmosható a rendszer. A tisztításhoz semmilyen, talajvízre veszélyes vegyszer nem használható!



24. ábra: Drénkút ülepítőaknával

ELŐREGYÁRTOTT VÍZTÁROZÓK

/szikkasztás/



↔	Helyigény	2%
	Ökológiai érték	■
	Esztétikai érték	-
	Építési költség	■ ■ ■
	Fenntartási költség	■
+	Előnyök	Könnyű telepíthetőség
—	Hátrányok	Nagy beruházási költség

49. fotó: Fém vízgűjtő tartályok

A földalatti előregyártott víztározó elemek általában 1-10 m³ kapacitásúak, de több elem összekapcsolásával ennél nagyobb kapacitás is elérhető. Kiépítési költségük a talajmunka miatt nagy. Általában egy épület közvetlen környezetében, a tetővíz gyűjtésére telepítik, mely aztán újrahasznosítható öntözésre vagy szűrkevízként wc öblítésre. Magyarország klimatikai viszonyai miatt sajnos jelentős vízszintingadozással kell számolni a tározóban, így racionális beruházási költségek mellett nem képes teljes mértékben kiváltani a csapvíz használatot.

A felszíni tározók általában kisebbek és családi házas környezetben a legjellemzőbbek. Előnyük egyszerű telepíthetőségük (közvetlenül csatlakoztathatóak az ereszcsonomára), ám csekély kapacitásuk miatt nagyobb területeken nem befolyásolják jelentősen a vízgazdálkodást.

Tervezés és kivitelezés

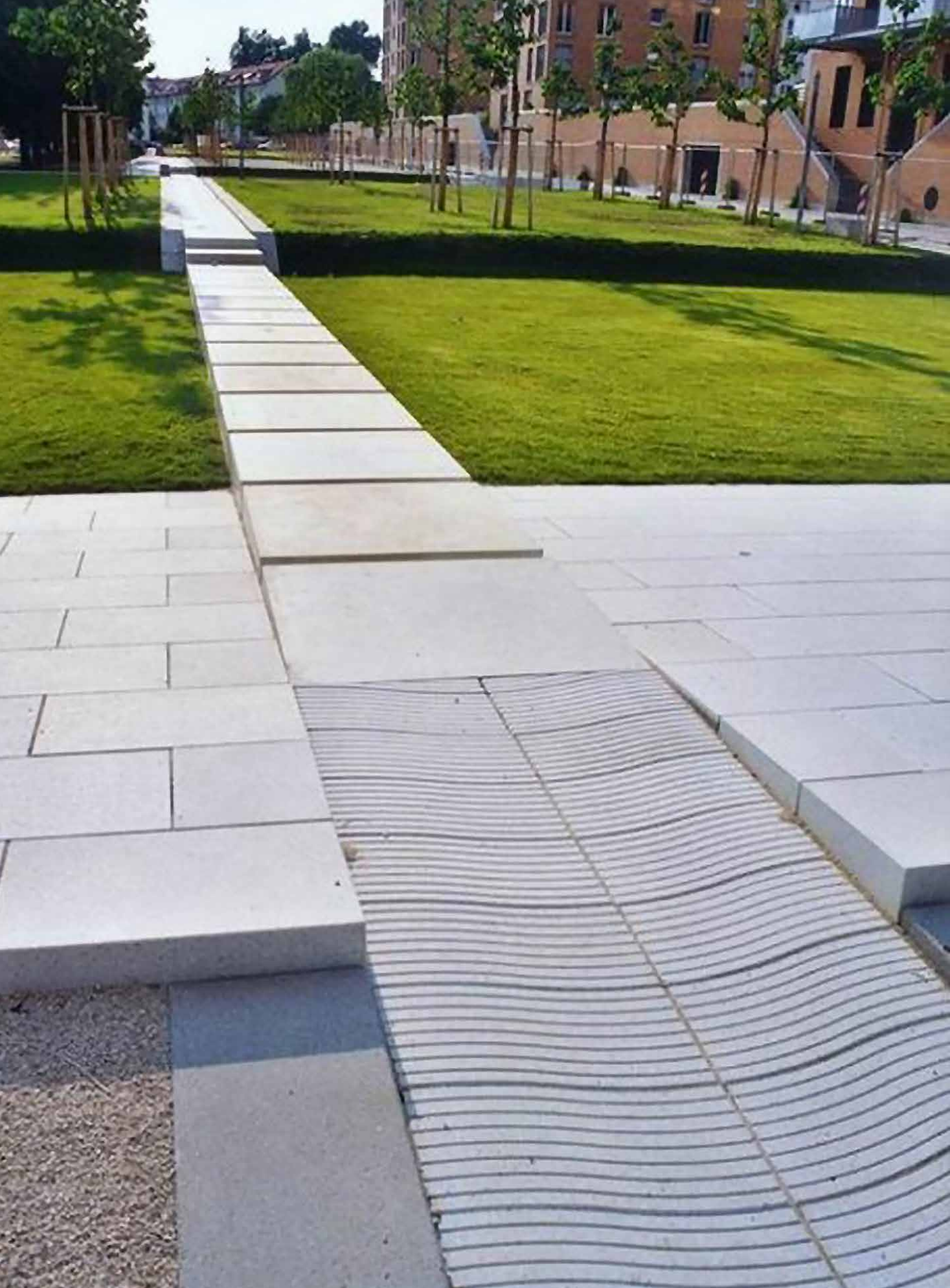
A tartály méretét a víztározó területe szabja meg. Mivel a tározók tisztítása körülményes, mindenképpen ajánlott könnyen fenntartható előszűrő beépítése. A tartályt túlfolyóval kell ellátni. A föld alatt tározott víz felhasználásához szivattyú szükséges, melyet érdemes szárazon elhelyezni, mivel a búvárszivattyúk gyakrabban hibásodnak meg. A tervezés és kivitelezés fázisai mérettől és anyaghasználatától függően eltérőek lehetnek, ezért ehhez a gyártó nyújt segítséget.

Fenntartás

A szűrő rendszeres tisztítása minden tározó esetén lényeges. Bővebb fenntartási útmutatót a gyártótól érdemes kérni.



50. fotó: Nagy tározókapacitású részfolyóka beépítése



KOMBINÁCIÓK



VÍZTÁROZÓ ZÖLDTETŐ

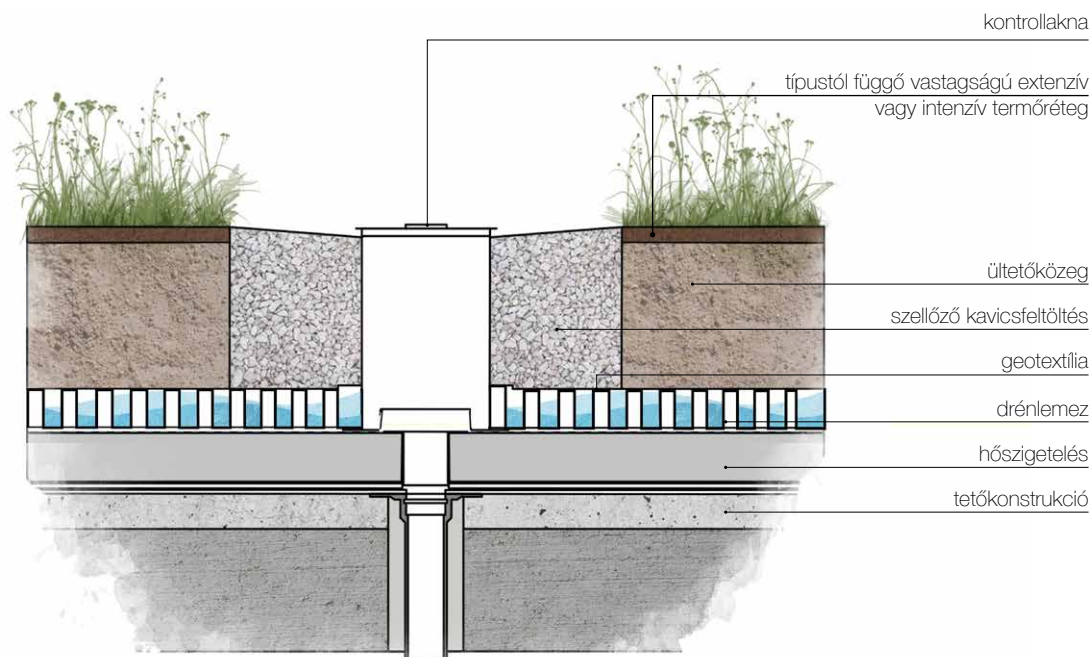
/párologtatás / szikkasztás / továbbítás / tisztítás/



.....	Talajtípus	Extenzív vagy intenzív talajkeverék
≡	Talaj vastagság	Szerkezettől függ
⚖	Súly	90-310 kg/m ²
🌱	Ökológiai érték	■ ■ ■
✂	Esztétikai érték	■ ■
💰	Építési költség	■ ■ ■
🔧	Fenntartási költség	■
+	Előnyök	Alacsony fenntartási igény, víztározó kapacitás
-	Hátrányok	Nincs rekreációs érték

52. fotó: Félintenzív zöldtető

A zöldtetők termőrétege alá speciális vízvisszatartó elemek is beépíthetőek. Ezek tojástartószerű mélyedésekben kialakítástól függően 20-80 l/m² víz visszatartására képesek, valamint lassítják a víz eljutását a kifolyóba. Egyes gyártmányok képesek a tartós víztározásra is. A tervezés, kivitelezés és fenntartás fázisai megegyeznek a normál zöldtetőkével.



25. ábra: Extenzív zöldtető metszet

DRÉNEZETT SZIKKASZTÓÁROK

/párologtatás / szikkasztás / továbbítás / tisztítás/

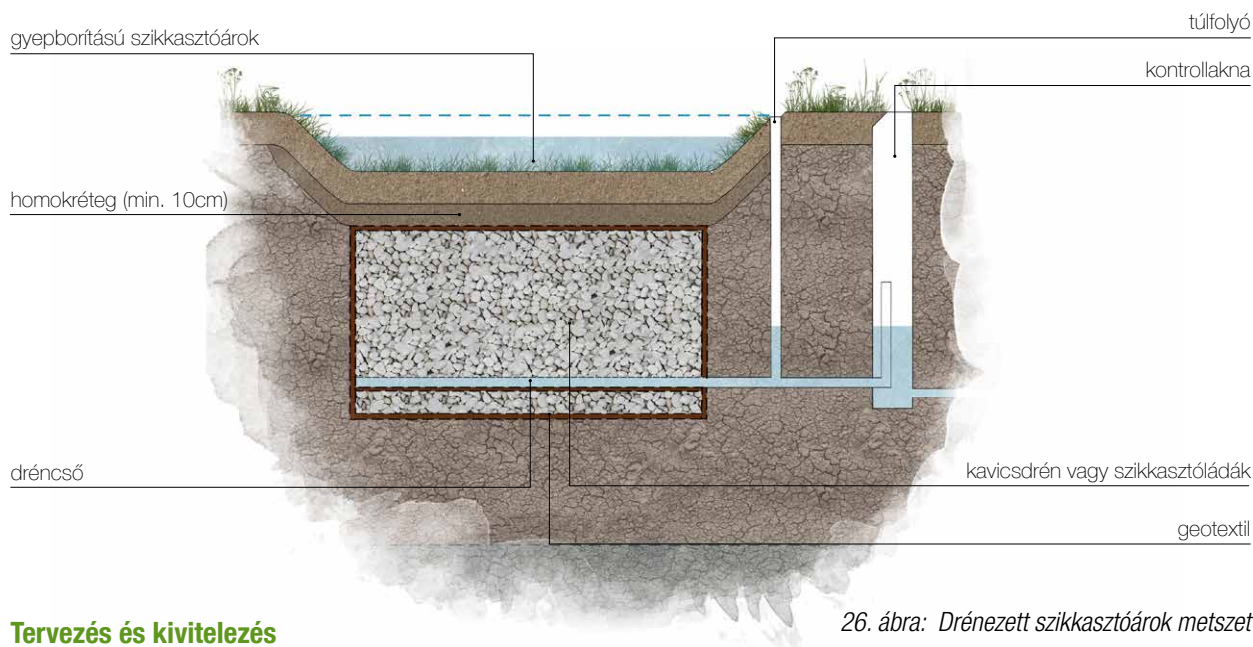


←→	Helyigény	10%
	Talaj vízszikkasztó képessége	v iv
	Ökológiai érték	■ ■
	Esztétikai érték	■ ■
	Építési költség	■ ■
	Fenntartási költség	■

53. fotó: Többszintes drénezett szikkasztóárok

Ha a talaj vízáteresztő képessége nem elégséges sima szikkasztóárok kialakításához, a kapacitását földalatti drénezéssel javíthatjuk. Ez a rendszer tulajdonképpen a szikkasztóárok és a földalatti drén kombinációja. A drénrétegbe a felső talajrétegen átszűrődő, tisztult víz jut be, így az eltömődés nem jelent veszélyt. Szükség esetén a kavicsrétegben vezetett dréncsővel vihető el a drénrétegben összegyűlt víz.

gyepborítású szikkasztóárok



Tervezés és kivitelezés

26. ábra: Drénezett szikkasztóárok metszet

A drénezett szikkasztóárok építése során először a környező talajtól geotextillel elválasztott földalatti drén (kavics vagy szikkasztóládák) kerül kialakításra, melybe szükség esetén dréncső is kerül. A drénréteg fölé minimum 30 cm talajborítás kerül, hogy a talaj víztisztító hatása elégséges legyen.

Fenntartás

A szikkasztóároknál és a földalatti szikkasztásnál ismertetett elvek alapján.

SZŰRŐÁROK

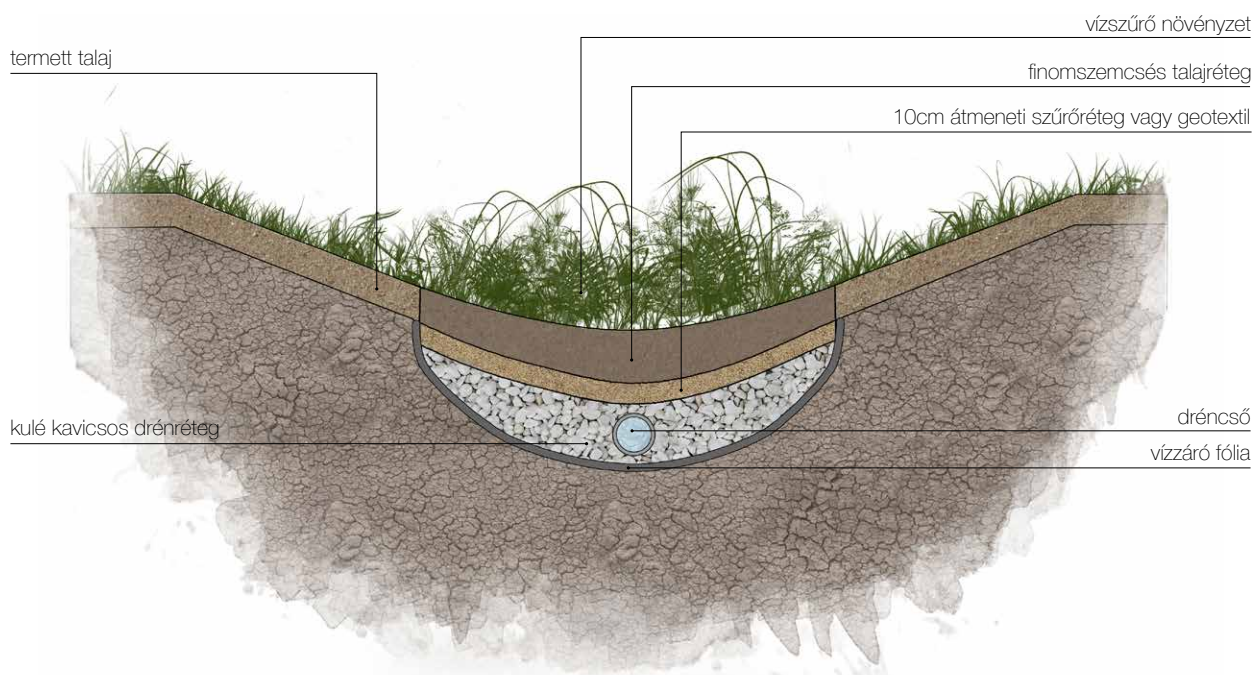
/párologtatás / késleltetés / tisztítás/



	Ökológiai érték	■ ■ ■
	Esztétikai érték	■ ■ ■
	Építési költség	■ ■
	Fenntartási költség	■ ■
+	Előnyök	Nagy tisztítóképesség
—	Hátrányok	A tisztítóképesség függ a növények állapotától és az eliszapolódástól

54. fotó: Szűrőárok túlfolyóval, USA

A szűrőárok az esőkerthez hasonlóan beültetett süllyesztett terület, ám fő funkciója a víztisztítás. A kettő közötti szerkezeti különbség a talajréteg felépítése és a vízszigetelt fenék. Az enyhén szennyezett csapadékvizet először az árokba ültetett növényzet gyökere és egy finom szemcsés talajréteg szűri meg. Ezután a víz egy átmeneti rétegbe kerül, amely megakadályozza a homokos termőréteg bemosódását a drénbe. A szűrt víz végül egy kavicsos drénrétegbe jut, ahonnan dréncső vezet el egy szikkasztó- vagy tározóelembe, vagy végső esetben a csatornába. A gyökérzónás tisztítóhoz hasonlóan a szűrőárkot általában vízzáró fólia választja el az altalajtól, ezért szikkasztásra nem alkalmas. Az árok rézsűs oldalfala a szikkasztóárokhoz hasonló, gyepes kialakítású is lehet, így növelhető a kapacitása.



27. ábra: Szűrőárok metszet

Tervezés és kivitelezés

A beültetett tisztítózóna mélysége maximum 30 cm, termőrétege 20-30 cm vastag. Ezalatt 10 cm vastag, kisebb szemű átmeneti kavicsréteg vagy egy réteg geotextília, majd a kapacitástól függően méretezett drénréteg következik. A rézsűfelület maximum 1:2 meredekségű. Alkalmazása a vízzáró réteg miatt független a meglévő talaj minőségétől, akár szennyezett talaj esetén is alkalmazható. Az eliszapolódás megakadályozásához fontos, hogy az erózió minimális legyen az árok környezetében. Fontos a csapadék bejutási pontjainak megfelelő kialakítása (a beömlési pontnál a víz útjának burkolása, illetve szükség esetén a lefolyás lassítása kőszórással). A növényzet beálltáig a rézsűfelület kókuszrosttal stabilizálható.

Fenntartás

A kontrollakna rendszeres tisztítást, a növényzet pedig karbantartást igényel. Az árok feneke az évek során eliszapolódhat és csökkenhet a tisztító kapacitás, ilyen esetben a felső talajréteget fel kell újítani.

55. fotó: Alacsony forgalmú autótűt csapadékvizét tisztító szűróárok, Egyesült Államok



SZIKKASZTÓ-TÁROZÓ MEDER

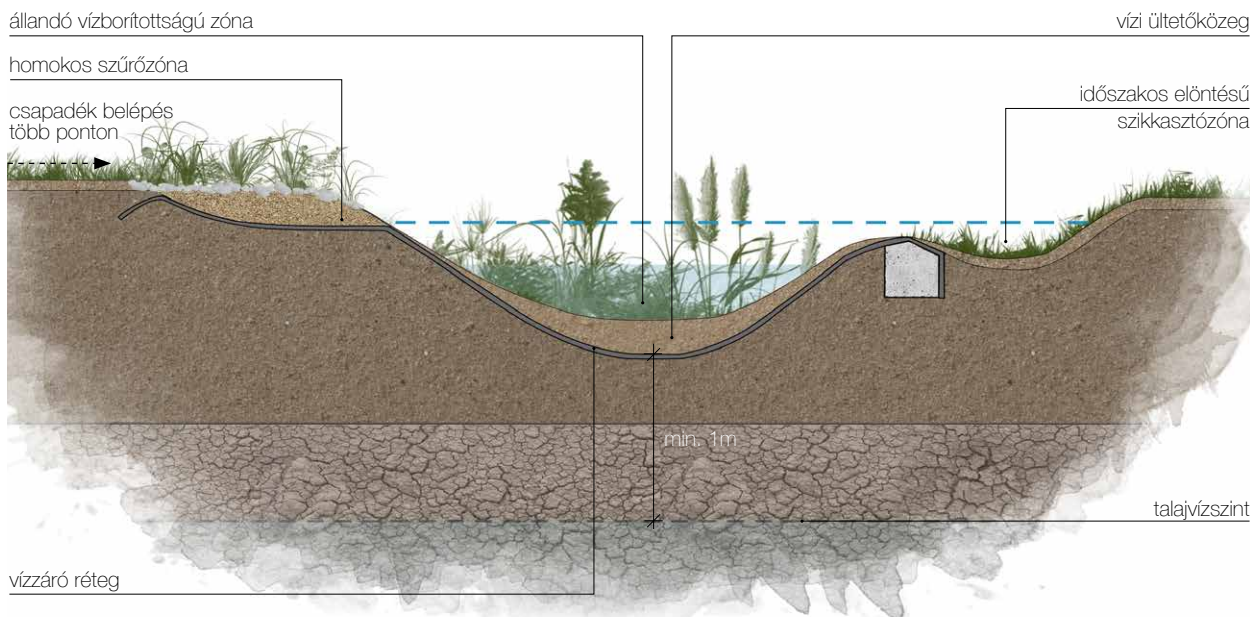
/párologtatás / késleltetés / tisztítás / tározás / szikkasztás/



	Ökológiai érték	■ ■ ■
	Esztétikai érték	■ ■ ■
	Építési költség	■ ■ ■
	Fenntartási költség	■ ■ ■
+	Előnyök	Relatív csekély helyigény, jó vízviszatarító képesség, magas esztétikai érték
—	Hátrányok	Rendszeres fenntartási igény

56. fotó: Szikkasztó-tározó meder, Hamburg

A szikkasztó-tározó meder egy mélyebb, állandó vízborítású tározó és egy magasabb, szikkasztó zónával rendelkezik. A víz-záró mederkialakítású tóból zápor idején a víz kiléphet a szikkasztóárokba, így a víz nagy része elszikkad és elpárolog. Alacsony vízállás esetén a rendszer fordítva is működik: a szikkasztóárból a csapadék a tóba folyhat, így növelve a szikkasztóárok kapacitását.



28. ábra: Szikkasztó-tározó meder metszet

Tervezés és kivitelezés

A tó vízfelülete a fenntarthatóság érdekében minimum 20 m², vízmélysége minimum 80 cm, a talajvízszintnek minimum 1 m-re kell lenni a tó fenekétől. A tó vízszintingadozása maximum 30 cm lehet. A minél több ponton, elosztva befolyó víz először egy magasabb fekvésű, homokos talajszerkezetű mocsárszónába jut, ahol lelassul az áramlás és megtörténik a szedimentáció. Az állandó vízborítású vízfelület szerkezeti felépítése a kerti tavakhoz hasonló, fóliával szigetelt. A partfal lejtése maximum 1:2. A tóban dekoratív növénykiültetés hozható létre a víztisztítást segítő növényekből. A szikkasztó zóna kialakítása a szikkasztóárkokkal megegyező. A beömlőnyílás környezetét a záportározókhoz hasonló körütekintéssel kell kialakítani, hogy egy nagyobb zápor esetén a víz ne legyen képes kimosni a talajt.

Fenntartás

A tó növényzete gondozást igényel, a környező szikkasztófélület fenntartása pedig megegyezik a szikkasztóárkok esetében leírtakkal.

57. fotó: Szikkasztó-tározó meder / 58. fotó: Szikkasztó-tározó meder vízállásai, Németország

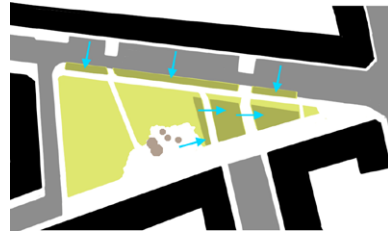




HAZAI ÉS NEMZETKÖZI PÉLDÁK



TAASINGE TÉR



Helyszín: Koppenhága, Dánia
Építető: Városi Önkormányzat
Tervező: GHB Landskabsarkitekter
Építés éve: 2014

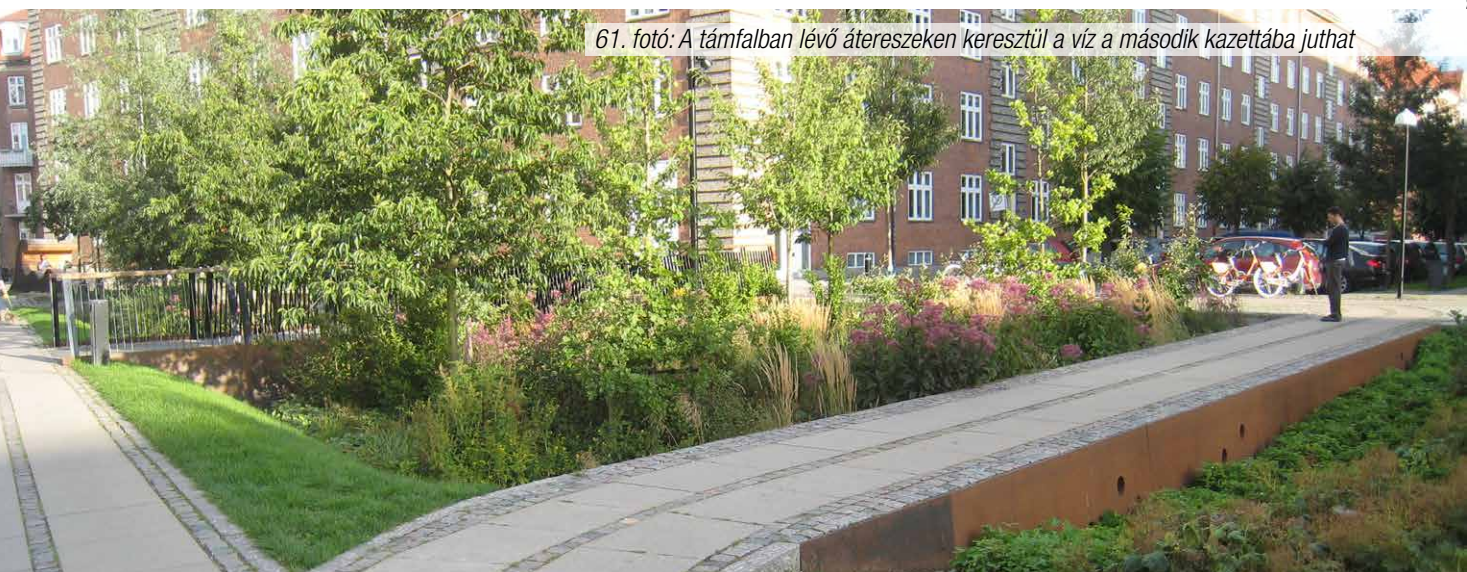
A tér Koppenhága első klímaadaptációs ("climateresilient") lakóterületében található. Célja a jövőben egyre gyakoribbá váló heves esőzések csapadékvízének visszatartása és a fenntartható csapadékvíz-gazdálkodás játékos bemutatása és oktatása. A park képes visszatartani és elszikkasztani a környező 6000 m² burkolt felület és a tetőfelületek csapadékvizét.

A tér zöldfelületei kelet felé haladva egyre nagyobb süllyesztést kapnak. A három süllyesztett mezőben elöntést toleráló növények találhatók. A víz a túlfolyókon keresztül fokozatosan képes feltölteni a három mezőt, majd teljes telítettség esetén a túlfolyóból a víz a közeli patakba kerül.

A tér közepén fordított esernyő alakú szobrok gyűjtik a csapadékot, mely a vízcsepp alakú szobrokban raktározódik. A burkolatba épített billenő kövekre állva a víz kipumpálható a "cseppekből", majd a téren végigfolyva a szikkasztóterületekre kerül.



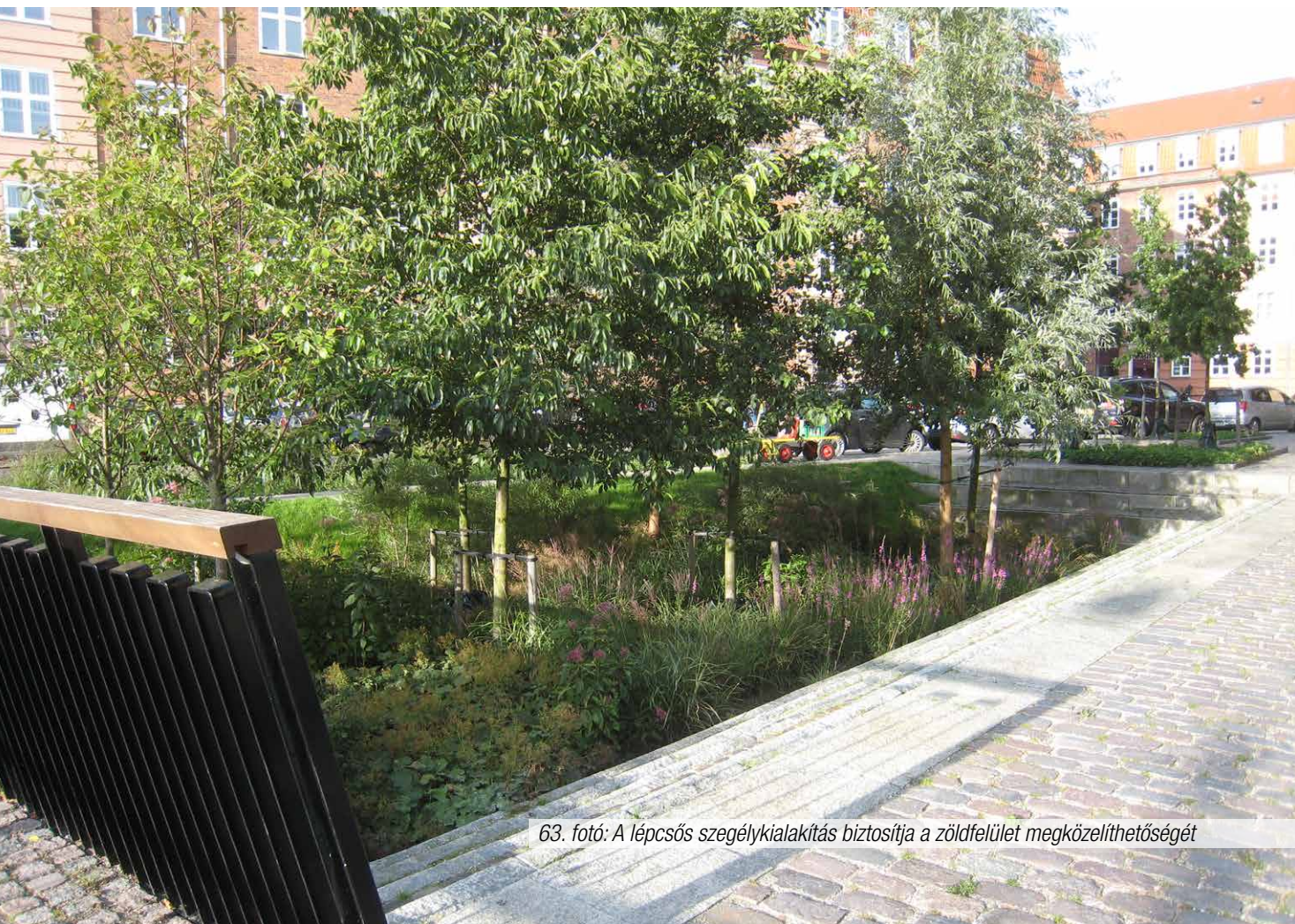
60. fotó: Esernyő alakú vízgyűjtők és csepp alakú víztározók



61. fotó: A támfalban lévő átereszekon keresztül a víz a második kazettába juthat



62. fotó: Süllyesztett zöldterület előntéstűrő növényzettel



63. fotó: A lépcsős szegély kialakítás biztosítja a zöldfelület megközelíthetőségét

TRABRENNBAHN LAKÓNEGYED



Helyszín: Hamburg, Németország
Építettő: Trabrennbahn Hamburg Farmsen GbR
Tervező: Kontor Landschaftsarchitekten
Építés éve: 1996-2000

Ahogy a név is utal rá, a lakópark egy egykori hamburgi lóversenypálya helyére épült. A tervezés legfőbb kihívása a magas talajvíz és az agyagos, vízzáró talaj volt, melyhez társul a város csapadékos klímája. Az 1160 lakásos lakóterület és az ezt kiszolgáló óvoda, iskola és idősgondozó az egykori pálya vonalára épültek, középen pedig megtartásra került a zöldfelület és az egykori agyagbányászatból visszamaradt kis tavak. A területen nyílt csapadékvíz-elvezetést alakítottak ki. A nyílt vízelvezetés különösen ajánlott, ha a szikkasztás nem lehetséges, mert nagy vízmennyiség képes párolgás útján "kijutni" a területről. A házakról lefolyó csapadékokat ideiglenes vízborítású terméskő vápák és nyílt gyepes árkok gyűjtik össze és vezetik tovább. A vizet a két ovális épületsor közötti, állandó vízborítású, több ponton visszaduzzasztott, lassú folyású csatorna gyűjti össze. A csatorna kialakítása a központi sétány felől mesterséges, lépcsős kialakítású, így a vizet meg lehet közelíteni. Az épületek felőli oldala egy természetes tópartra hasonlít, melynek növényzete szűri és tisztítja a csapadékvizet. A víz végül a csatornából a központi bányatavakba jut. Innen a víz túlfolyón keresztül a közeli patakokba kerül.



64. fotó: A lakóterület csapadékvizét befogadó egykori bányatavak egyike



65. fotó: Parkolófelület csapadékvizének gyűjtése



66. fotó: A víz a vápákon keresztül a fő csatornába kerül

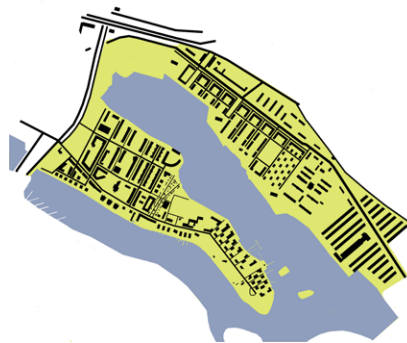


67. fotó: Az épületek közötti gyalogos sétány és a csapadékvizet összegyűjtő mesterséges vízfolyás



68. fotó: A lakónegyed külső karéjának csapadékvizét nyílt gyepes árok gyűjti és köti be a központi vízfolyásba

LAKÓNEGYED A RUMMELSBURGI ÖBÖL MELLETT



Helyszín: Berlin, Németország
Építető: Wasserstadt GmbH Berlin
Tervező: Sieker GmbH (csapadékvíz-gazdálkodás)
Építés éve: 1994-

A Kelet-Berlinben található Spree-öböl három fontos csapadékvíz-csatorna befogadója. Az 1990-es évek első felében született döntés a kelet-berlini Spree-öböl körüli rozsdamezős terület lakó- és irodanegyeddé alakításáról. A tervezést megelőző környezeti hatásvizsgálatból kiderült, hogy a 41 km²-es terület csapadékvízét befogadó öböl vízminősége nem kielégítő. Az új negyednél ezért alapelv volt a további terhelés megakadályozására a csapadékvíz teljes helybentartása és egyben tisztítása is. Az öböl mentén egy 5,5 km-es zöldfolyosó létesült, mely egyben a lakóterület fontos gyalogos és kerékpáros tengelye is. A vízparti területek élővilágának megtartása, ökológiai értékének további növelése is a projekt fontos célja volt, melyet az öböl vízminőségének javításával, új élőhelyek kialakításával és háborítatlan vízparti területek kijelölésével is elősegítettek. Az épületek jelentős részét extenzív tetőkert fedi, innen a víz az intenzív tetőkertként kialakított mélygarázs födémre jut. Az utak mentén a forgalom mértékétől függően egyszerű szikkasztóárkok illetve egyedülálló, hálózatba kötött valamint alulról szigetelt drénezett szikkasztóárkok kerültek kialakításra. A csapadékvíz vezetése és kezelése a szabadterek arculatának meghatározó eleme.



69. fotó: A lakónegyed és az öböl látképe a déli oldalról



70. fotó: Gyepes kerékpártárolók és szikkasztóárkok



71. fotó: Vízáteresztő burkolatok és szikkasztó zöldfelület



72. fotó: Az utak esővizét gyűjtő süllyesztett zöldfelület, mely kisebb eső idején szikkasztóároként, felhőszakadás esetén ideiglenes víztározóként működik.



73. fotó: Többszintes zöldfelület és játszótér vízáteresztő burkolattal. Az enyhén visszafelé lejtő teraszok tárolják és szikkasztják a csapadékot.

XVI. KERÜLET, BUDAPEST

A XVI. kerület önkormányzata az elsők között kezdett el a kerület adottságaiból adódó számos csapadékvíz-kezelési problémára innovatív megoldásokat keresni.

Kihívások

Az egyre gyakoribb intenzív esőzések mellett a kerület változatos domborzata speciális problémákat teremt. A felszín alatt vízhiány, a talajvíz csökkenése tapasztalható, míg a felszínen gyakran túl sok is: a mélyebb pontokon a csapadék koncentráldik és a külterületről is a beépített területek irányába folyik a csapadékvíz. A kerület népessége az ötvenes évek óta majdnem megkétszereződött. Az egyetlen befogadó, a Szilas-patak nem képes felvenni az egyre növekvő beépített területekről lefolyó vizet. A beépítéssel megszűntek a patak melletti természetes tározóterek is. Emellett a csatornarendszer is túlterhelt, a csapadékvíz-elvezető hálózat elemei pedig nem alkotnak összefüggő rendszert.

Intézkedések

Az önkormányzat 2006-ban készítette el csapadékvíz-kezelési koncepcióját, mely részletesen felmérte a kerület lehetőségeit. Felmérés készült a kerület talajvízszintjéről és talajtípusairól, valamint lehatárolásra kerültek a vízgyűjtő területek. Ezekre ezután részletes intézkedési tervek készültek, melyekre már támaszkodni tudott a kiviteli szintű tervezés.

Ahol a talajvízszint megengedi, cél a víz maximális helyben tartása. Közterületen erre használt eszközök a szikkasztóárkok, esőkertek, földalatti szikkasztódrén, és szikkasztóládás szikkasztás. A szikkasztóárkokat gyakran földalatti szikkasztóelemekkel kombinálják, így növelve a szikkasztókapacitást. A víz tározására egyszerű záportározók, illetve tájba illesztett, állandó vízborítású tározótó is kialakításra került. A kerület fontos szempontja, hogy amennyiben lehetséges, az eszközöknek rekreációs célja is legyen. Az önkormányzat igyekszik olyan módosításokat is beépíteni, mint például egy projekt során a járda lejtésirányának megváltoztatása, ami szintén befolyásolni tudja egy terület vízgazdálkodását. Magánterületen más típusú beavatkozásra van lehetőség - elsősorban a szemléletformálás és a pozitív ösztönzés a cél. Az önkormányzat több csatormán keresztül - lakossági fórumokon, a helyi újságban, ingyenes tanácsadás útján - igyekszik informálni a lakosságot. Ezen kívül a Környezetvédelmi Alap terhére minden évben 550 db 500 és 300 literes csapadékgyűjtő tározót osztanak ki a lakosok számára.

Eredmények és tapasztalatok

Az elmúlt évtized munkájának eredményeként szinte megszűntek a nagyobb záporok utáni mélyponti elöntések, melyek egykor igen gyakoriak voltak a kerületben. Fontos tapasztalat, hogy a megfelelő üzemeltetés a sikeres működés egyik kulcsa, melyre rá kell szólni a szakértelmet és a megfelelő pénzügyi keretet. A lakosság szemléletformálása időt és munkát igénylő folyamat. Sok lakosnak idegen az ideiglenesen elárasztott területek látványa. Ennek célja és haszna alapos kommunikációt igényel.



74. fotó: Szikkasztóárkok építés közben



75. fotó: Gyeprács zúzottkővel feltöltve



XIII. KERÜLET, BUDAPEST

A XIII. kerület tíz éve, az Angyalföld Program meghirdetésével nyilvánította ki, hogy fejlesztési stratégiájának egyik fontos prioritása a kerület zöldhálózati fejlesztése. Az önkormányzat a meglévő hálózat fenntartása mellett a fejlesztésre és innovációra is hangsúlyt fektet: kísérleteket folytat virágos gyepfelületek és ökológikus évelőágyak alkalmazására, és az újabb projekteknél a csapadékvíz helybentartását is szem előtt tartja.

Kihívások

A Duna közelsége miatt a kerület nagy része homoktalajjal rendelkezik. Emiatt a zöldterületeken a talaj gyorsan elvezeti a csapadékot, ritka a pangó víz. A kerületi lakosság folyamatosan növekvő száma miatt a kerületi zöldfelületek használata egyre intenzívebbé válik. A klíma változások miatti extrém esőzések időszakosan túlterhelik a meglévő vízvezető csatornahálózatot.

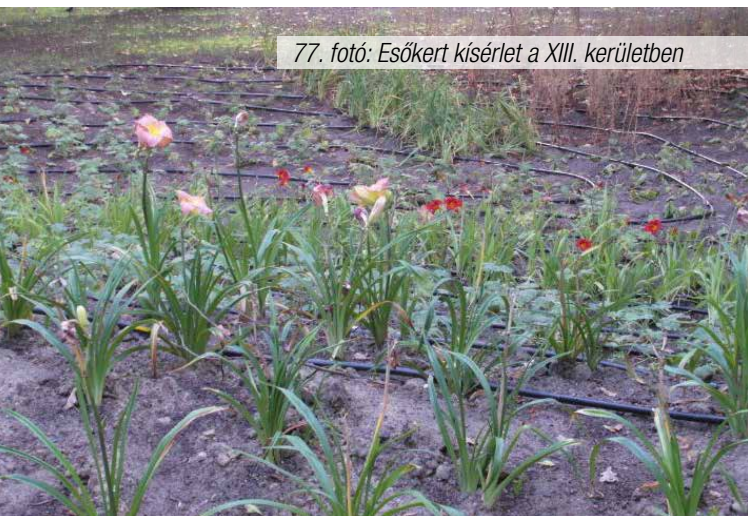
Intézkedések

A kerület fő csapadékvíz-gazdálkodási prioritása a csapadék helyben való elszikkasztása. Ennek érdekében a zöldterületi megújítások során előnyben részesített a vízáteresztő rétegrendű burkolatok használata. A parkolósávok esetében is törekszenek a vízáteresztő burkolatok használatára, melyek tekintetében a "gyephézagos" beton térkő burkolatok zúzottkő töltéssel, 20 cm-es homokos kavics ágyazattal vált leginkább be. A Pozsonyi út 2014-ben elkészült gyalogos és zöldfelületi fejlesztés során az útsorfák vonalában "öko térkő burkolat" kerültek fektetésre, ennek széles fugái szintén zúzottkő töltést kaptak. A 2017-ben elkészült, Objekt Tájépítés Iroda által tervezett Dagály-sétány beruházás nem csak közlekedési útvonalként és rekreációs területként működik, de a zöldfelületben való vízvisszatartással a fenntartható csapadékvíz-gazdálkodásban is részt vesz. A sétány két oldali gyalogos felületei a középső zöldsáv felé lejtnek, ilyen módon a csapadékvíz a helyszínen marad, a zöldsávban telepített fák, évelők és cserjék a vizet felhasználhatják. A zöldsáv alatt drénrendszer épült ki, amely tározó aknába vezeti az extrém esőzések esetén megjelenő többlet csapadékvizet. A két tározó aknából a túlfolyó egy tisztító aknán keresztül viszi a vizet az egyesített rendszerű csatornába. A 2 db tározó akna rácsos fedlappal épül, így a fogadóterek burkolt felületeinek vizeit is összegyűjtik. A tervezés során a csapadékvíz elvezetésre vízjogi engedélyezési terv készült és a Csatornázási Művekkel egyeztetve született meg vízvisszatartás és elvezetés műszaki megoldása.

A kerület két esőkerttel folytat kísérleteket, a Béke-téren és a Duna teraszán. A beültetés az árnyékos fekvés miatt Hosta, Hemerocallis, Geranium, Pulmonaria egyedeket tartalmaz. Az eddigi tapasztalatok vegyesek, a kültetés a száraz időszakokban egyelőre öntözést igényel, a telepített növényeket az illegális kutyás használat miatt gyakran kell pótolni.

Eredmények és tapasztalatok

A parkoló sávok vízáteresztővé alakítása, illetve a gyalogos sétányok fejlesztése és üzemeltetése jól működik, mivel a kerületen belül egy szervezet végzi a közútkezelés és a környezetgazdálkodás feladatait. A gyephézagos burkolatok sajnos zöldfelületként nem bizonyultak életképesnek. Az esőkertekkel a tapasztalatok még igen frissek. Probléma, hogy az zöldfelületek iránti magas igény miatt a lakosok és a kutyák az esőkertek területét is intenzíven használják, és ezt a növényzet megsínyli. A növények nagyon eltérően reagálnak különböző környezetben, ezért további kutatásra lenne szükség a megfelelő fajok kikísérletezésére. A jó vízáteresztő képességű föld miatt a víz hamar eltűnik a gyökérszónából, ezért a növényeket száraz időszakban öntözni kell. Ez mutatja, hogy nem csak a növény fajok, de a megfelelő ültetőközeg terén is szükségesek további vizsgálatok.



77. fotó: Esőkert kísérlet a XIII. kerületben



78. fotó: A Pozsonyi út vízáteresztő burkolata



79. fotó: A két sétány csapadékvize a középső drénezett szikkasztóárokba kerül



FÜGGELÉK

AJÁNLOTT ESŐKERTI NÖVÉNYEK

A lista olyan növényfajokat tartalmaz, melyek szakértői vélemény szerint alkalmasak lehetnek esőkerti környezetben, ám használatuk még nem került tesztelésre. (Szabó Krisztina docens, dendrológus (SZIE-TÁJK, Kert- és Szabadtertervezési Tanszék) ajánlása)

Évelők

Agastache auranticana és egyéb fajtái
Anaphalis
Asclepias tuberosa
Aster novae-angliae
Coreopsis verticillata
Eupatorium fajok
Hibiscus moscheutos
Lobelia × speciosa
Lysimachia nummularia

Lythrum salicaria, L. virgatum
Mentha fajok
Monarda taxonok
Nepeta taxonok
Persicaria taxonok
Phlomis russeliana
Physostegia virginiana
Saponaria taxonok
Veronica longifolium

Díszfüvek, sások

Acorus gramineus
Carex fajok
Chasmanthium latifolium
Imperata cylindrica
Juncus effusus
Koeleria glauca
Luzula sylvatica

Melica ciliata
Molinia taxonok
Panicum virgatum
Phalaris arundinacea
Sorghastrum nutans
Spodiopogon sibiricus

Fásszárúak

Amelanchier lamarckii
Cornus sericea (stolonifera)
Diervillea sessilifolia
Physocarpus taxonok

Salix taxonok
Sambucus sp.
Viburnum opulus

SZAKSZAVAK GYŰJTEMÉNYE

Eutrofizáció: a vizekben a túl magas foszfor- és nitrogénkoncentráció miatt bekövetkező elalgásodás

Fenntartható csapadékvíz-gazdálkodás: a természetes vízkör visszaállítására törekvő vízgazdálkodási módszer, melynek célja a csapadékvíz helyben tartása és tisztítása a kék-zöld infrastruktúra integrált fejlesztésével.

Kék infrastruktúra: az ivóvíz, csatorna és csapadékvíz-elvezető hálózat, valamint a felszíni és földalatti víztestek összessége.

Kék-zöld infrastruktúra: a zöld infrastruktúra-elemek és ezekben elhelyezkedő illetve hozzájuk kapcsolódó kék infrastruktúra elemek összessége. A tervezés során mindkét infrastruktúra minél nagyobb arányú, egymáshoz kapcsolódó alkalmazására kell törekedni.

Lefolyási csúcs: Egy adott területre lehulló csapadékvíz felszínen lefolyó hányadának a maximuma. Mennyisége függ a felületől annak lejtésétől és érdességétől és a csapadék intenzitásának időbeli alakulásától.

Szürke infrastruktúra: általában az épített, művi jellegű infrastruktúra-elemeket jelenti (úthálózat, csatornarendszer).

Villámárvíz: általában egy heves esőzés következményeként bekövetkező, gyors kialakulású és lefolyású áradás. Jellemző a kisebb vízfolyásokra.

Vízérzékeny tervezés: a fenntartható csapadékvíz-kezelés elveit szem előtt tartó és integráló tervezői szemlélet.

Zöldinfrastruktúra: A zöldinfrastruktúra a természetes területeknek, művelt területeknek és egyéb szabadtereknek stratégiai tervezett és fenntartott hálózata, mely hálózat elemei megőrzik az ökoszisztéma értékeit és funkcióit, és így az ezekhez kapcsolódó, a társadalom számára általuk biztosított előnyöket is.

VONATKOZÓ JOGSZABÁLYOK JEGYZÉKE

Az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK irányelve (2000. október 23.) a vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról

1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról

2011. évi CLXXXIX. törvény Magyarország helyi önkormányzatairól

253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet az országos településrendezési és építési követelményekről (OTÉK)

219/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet a a felszín alatti vizek védelméről

101/2007. (XII. 23.) KvVM rendelet a felszín alatti vízkészletekbe történő beavatkozás és a vízkútfúrás szakmai követelményeiről

13/2015. (III. 31.) BM rendelet a vízügyi és a vízvédelmi hatósági eljárások igazgatási szolgáltatási díjairól

41/2017. (XII. 29.) BM rendelet a vízjogi engedélyezési eljáráshoz szükséges dokumentáció tartalmáról

IRODALOMJEGYZÉK

Buzás Kálmán, Budai Péter, Clement Adrienne és Horváth Adrienn. Települési Csapadékvíz-gazdálkodás.

Budapest: Terc Kiadó, 2012.

Dreiseitl Herbert, és Wolfgang Geiger. Neue Wege für das Regenwasser: Handbuch zum Rückhalt und zur Versickerung von Regenwasser in Baugebieten. 3rd ed. München: Deutscher Industrieverlag, 2009.

DWA, DVW. Merkblatt DWA-A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. 2005.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, 2005.

Mahabadi, Prof Dr Ing Mehdi. Regenwasserversickerung, Regenwassernutzung: Planungsgrundsätze und Bauweisen.

Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 2012.

Makó András, Debreczeni Béláné, Farkas Csilla, Hermann Tamás, Marth Péter és Máté Ferenc. MARTA: Magyarországi Részletes Talajfizikai Adatbázis létrehozása és alkalmazása a talaj vízgazdálkodásának jellemzésére szélsőséges időjárási körülmények között. Munkabeszámoló, OTKA, 2011

A KURAS (Konzepte für urbane Regenwasserbewirtschaftung und Abwassersysteme) kutatási projekt eredményei

(www.kuras-projekt.de)

www.bluegreencities.ac.uk/

www.optigruen.de

www.sieker.de

www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/oekologisches_bauen/de/modellvorhaben/kuras/oekologischer_stadtplan.shtml

www.werkstatt-stadt.de/de/projekte/248/

AJÁNLOTT IRODALOMJEGYZÉK

Magyar Díszkertészek Szövetsége. Közterületi Sorfák Jegyzéke 2016.

Csibi K., Dezsényi P., Fári M. G., Koroknai J., Pataky R., Szentkirályi-Tóth F. Zöldinfrastruktúra füzetek 2. Zöldhomlokzatok.

Budapest: Budapest Főváros Városepítési Tervező Kft., 2016.

Dr. Almási Balázs, Csizmadia Dóra. Zöldinfrastruktúra füzetek 1. Vízáteresztő burkolatok.

Budapest: Budapest Főváros Városepítési Tervező Kft., 2016.

Pápai Veronika, Biró Borbála. Ökológikus zöldfelületek városi alkalmazása. Budapest: FŐKERT Nonprofit Zrt., 2016.

KÉPEK FORRÁSA

Aaron Volkening, flickr.com	54-55
ACO Magyarország Kft.	48
Arlington County, flickr.com	30
Atelier Dreiseitl	9, 12, 23, 28, 51, 58, 80
AxelHH, flickr.com	53
Berliner Wasserbetriebe	27
Bezzeg Gyula	16
Brett VA, flickr.com	42
BVA Kft.	1, 2, 3, 5, 11
Csizmadia Dóra	7, 10, 15, 18, 19-22, 24, 26, 38-39, 41, 43, 46-47, 56-57, 60-73
Glázer Attila	6, 14
Hauraton Kft.	50
Ikiwaner, Wikimedia Commons	37
Moraru Beatrice	29, 31, 33, 52
New York City	34
Objekt Tájépítész Iroda Kft.	79
Oshokim, flickr.com	32
Petr Kratochvil, Wikimedia Commons	8
Philadelphia Water Department, flickr.com	35, 40, 44
ProjectManhattan, flickr.com	36
Pureco Kft.	49
Stefanics Beáta	59
Terraway Kft.	17
Tsungam, Wikimedia Commons	13
US Fish & Wildlife Service	45
Vander, Wikimedia Commons	4
V Jiří Komárek, Wikimedia	25
XIII. kerület Önkormányzata	77-78
XVI. kerület Önkormányzata	74-76

ÁBRÁK FORRÁSA

Budapest Főváros Városépítési Tervező Kft.	1
Lépték-terv	2-4, 7-28
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen, Berlin	5-6

Megbízó:

Budapesti Fővárosi Önkormányzat

Szakmai irányító:

Budapesti Fővárosi Főpolgármesteri Hivatal, Városépítési Főosztály

Mártonffy Miklós
Maczák Johanna
Deák Krisztina Erzsébet
Németh Annamária

főosztályvezető, főépítész
osztályvezető, okl. építészmérnök
csoportvezető, okl. építészmérnök
okl. tájépítészmérnök

Kiadó:

Budapesti Fővárosi Főpolgármesteri Hivatal

1052 Budapest, Városház utca 9-11.

web: www.budapest.hu

ISBN 978-963-9669-12-3 nyomtatott változat

ISBN 978-963-9669-40-6 digitális (pdf) változat

Szerzők, közreműködők, szakmai lektorok:

Felelős szerkesztő: Szakács Barnabás

Szerkesztők:

léptékterv
tájépítész iroda

Lépték-Terv Tájépítész Iroda Kft.
1136 Budapest, Hegedűs Gyula utca 15.
web: www.leptek.hu

Galambos Máté
Moraru Beatrice Vivien
Magyarosi Dóra
Michelle Knopf
Stefanics Beáta

Szerző: Csizmadia Dóra

Közreműködők: Fővárosi Csatornázási Művek
Fővárosi Katasztrófavédelmi Igazgatóság
Ramboll Studio Dreiseitl
Pureco Kft.
Dr. Szabó Krisztina
Constantin Möller

Szakmai lektorok: Báthoryné Dr. Nagy Ildikó Réka
Dr. Buzás Kálmán

