

# SZAKDOLGOZAT

Nagy Eszter  
2023

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet  
Kert- és Szabadtértervezési Tanszék

# ESŐKERT KIALAKÍTÁSI LEHETŐSÉGE PILISCSABÁN

Konzulens: Tóth Barnabás  
Belső bíráló: Dr. Almási Balázs  
Külső bíráló: Dr. Weiszer Ádám Zoltán  
Tanszékvezető: Dr. Balogh Péter István

Nagy Eszter  
Kertépítő specializáció

## Tartalom

1.	Bevezetés .....	6
2.	A település jellemzése .....	8
2.1.	Fekvése és infrastruktúrája.....	8
2.2.	Természeti környezet .....	8
2.2.1.	Domborzati sajátosságok .....	8
2.2.2.	Talajviszonyok.....	9
2.2.3.	Természetes és mesterséges vizek .....	11
2.2.4.	Éghajlat és csapadékviszonyok.....	11
2.2.5.	A település flórája.....	12
3.	A csapadékvíz gazdálkodás kihívásai Piliscsabán.....	13
4.	Integrált csapadékvíz gazdálkodás - fenntartható csapadékvíz kezelés.....	14
4.1.	Csapadékvíz kezelés.....	14
4.2.	Szivacs város koncepció (Sponge City).....	15
4.3.	Fenntartható csapadékvíz kezelési rendszer (SuDS).....	16
4.4.	Fenntartható városi csapadékvíz kezelés (SURM) .....	17
4.5.	Low Impacts Development (LID).....	18
4.6.	Természetalapú megoldások .....	20
5.	Csapadékvíz kezeléshez kapcsolódó szerepek .....	22
5.1.	Szikkasztás .....	22
5.2.	Vízmeztartás .....	22
5.3.	Párologtatás .....	23
5.4.	Lefolyás lassítása .....	24
5.5.	Víztisztítás.....	24
5.6.	Diverzitás erősítése .....	25
5.7.	Puffer funkció.....	25
5.8.	Tájszemlélet, környezeti nevelés .....	25

6.	Az ökológiai csapadékvíz gazdálkodás elemei.....	26
6.1.	Hagyományos elemek, megoldások – a dombvidéki vízrendezés eszközei ....	26
6.2.	Zöld-kék infrastruktúra megoldások.....	27
6.2.1.	Vízáteresztő burkolatok .....	27
6.2.2.	Szikkasztóárok.....	28
6.2.3.	Esőkert .....	28
6.2.4.	Bioárok.....	34
6.2.5.	További eszközök .....	34
7.	Kialakítást befolyásoló tényezők.....	35
7.1.	Tervezési alapelvek.....	35
7.2.	Tényezővizsgálat.....	36
7.3.	Méretezés .....	37
7.4.	Elhelyezés .....	40
8.	A növények szerepe az ökológikus megoldásban.....	41
8.1.	Növényválasztás szempontjai .....	42
8.2.	Növényalkalmazás szempontjai.....	43
8.2.1.	Az esőkert szerepe .....	43
8.2.2.	Az eszköz kialakítása.....	43
8.2.3.	Diverzitás .....	44
9.	Megvalósult esőkertek .....	44
9.1.	Az esőkert fogalom újradefiniálása.....	44
9.2.	Kecskemét, Gerlice utca.....	45
9.3.	Kecskemét, Sosztakovics utcai társasház.....	46
9.4.	Budapest, Pünkösdfürdő Park .....	47
9.5.	Zalakaros, Karos Korzó .....	49
9.6.	Göd, Huzella utca.....	51
9.7.	Külföldi példák.....	52

10. Az ökológikus csapadékvíz gazdálkodási elemek helye a piliscsabai integrált csapadékvíz kezelésben .....	53
10.1. Az esőkertek adaptálhatóság szerinti értékelése.....	53
10.2. Kialakítási lehetőségek.....	54
10.2.1. Terület lehatárolása, kapcsolódás .....	55
10.2.2. A kialakításra ható tényezők vizsgálata.....	56
10.2.3. Méretezés .....	56
10.2.4. A növényválasztás szempontjai.....	57
10.3. SWOT elemzés .....	57
11. A piliscsabai esőkert összevetése a vizsgált esőkertekkel és tényezőkkel .....	58
12. Konklúzió és javaslat a piliscsabai helyszínen történő esőkert kialakításra.....	59
12.1. Tervezési terület adottságai .....	59
12.2. Tájépítészeti szempontok .....	59
13. Összefoglalás .....	63
14. Irodalomjegyzék .....	66
15. Ábrajegyzék.....	72

## 1. Bevezetés

Napjainkban a fenntartható csapadékvíz gazdálkodás témája egyre inkább előtérbe kerül. A klímaváltozásra csapadékvíz-kezelési szempontból az intenzív, sőt extrém intenzív csapadékok gyakoribb megjelenése, illetve az egyre hosszabb, száraz időszakok megjelenése jellemző (Balatonyi, 2022). A 2022-es évben időben egyenetlenül és a mezőgazdaság szempontjából nem jó eloszlásban érkező csapadék miatti gondok még sok laikus figyelmét is a témára terelték, a szakembereket pedig egyre inkább arra ösztönzik, hogy a tervezésnél igazodjanak a megváltozott körülményekhez. Az új utak és megoldások keresése a csapadékvíz gazdálkodásban azonban nem új keletű. Vízyűjtő gazdálkodási terv a vízpolitikai uniós irányelv (Vízpolitika, 2000) alapján először 2009-ben készült Magyarországon, 2010-ben került elfogadásra egy kormányhatározat keretében (VGT1, 2010). A 2016-ban elfogadott felülvizsgálat már tartalmazott egy Települési csapadékvíz-gazdálkodási útmutatót is (Csapadék, 2016), amelyben a tervezőket segítő irányelvek és kialakításhoz szükséges egyes segédletek szerepeltek. A 2018-as Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia (NÉS2, 2018) rövid távú cselekvési irányként határozza meg a vízrendezés víz visszatartó kialakítását a vízvezetésen alapuló helyett. A főváros vízérzékeny tervezéssel foglalkozó Zöldinfrastruktúra füzete (ZIF3, 2018) összetett segítséget nyújt, kitér az esőkertekben alkalmazni javasolt növényekre is. Legutóbbi mérföldkőként a 2021-ben a kiadott Vízügyi Főigazgatói utasításban (OVF1, 2021) közölték a megváltozott körülményekhez igazodóan paradigmaváltást jelentő tervezési elveket.

Az ökológikus csapadékvíz gazdálkodással kapcsolatban világszerte sok koncepció, illetve módszertan létezik. Ezeknek közös jellemzője, hogy a természeti képekhez valamilyen módon, illetve mélységben visszanyúlva alakítják ki az eszközöket, valamint többnyire decentralizáltak. A csapadékvíz kezelési szempontból egységnek tekinthető hely, település, térség, régió stb. szintjén, annak sajátosságaihoz illeszkedve – de azokra általánosabb megoldásokat nyújtanak. Ilyenek többek között a 'szivacs város' koncepció (SpongeCity, 2022; QianLi, és mtsai., 2019), a fenntartható szikkasztórendszer koncepció (SuDS), a decentralizált esővíz kezelés (DRM), a fenntartható csapadékvíz kezelés (SURM), stb.

Az ökológikus csapadékvíz gazdálkodáshoz tartozik az esőkert, melynek fogalmát sokféleképpen definiálják, általában mesterségesen létrehozott, növényekkel beültetett,

csapadékvízkezelő megoldást értünk alatta. A dolgozatban a település bemutatását követően nemzetközi kitekintéssel röviden felvázolom az esőkertek alkalmazásának koncepcionális, illetve módszertani hátterét. A későbbi fejezetekben megvizsgálom, hogy milyen funkciói lehetnek egy esőkertnek, valamint milyen tényezőket kell figyelembe venni kialakításánál. Mindezek alapján definiálom, mit értek az esőkert fogalma alatt. Példák alapján megvizsgálom, milyen jellemzők alapján alakítottak ki már működő esőkerteket. Az előbbieket összegzésével javaslatot teszek a településen megvalósítandó esőkert elhelyezésére, illetve kialakítására.

A szakdolgozat Piliscsaba csapadékvíz elvezetési elvi engedélyezéshez készült tervéhez<sup>1</sup> (Leitner, 2022) kapcsolódik, a javaslat kidolgozásához, illetve a helyszín kiválasztásához a tervező mérnökkel is konzultáltam. A terv már az új szemléletben készült, az integrált csapadékvíz gazdálkodást helyezve a fókuszba, új tervezési irányelvek (OVF1, 2021) figyelembevételével, konzervatív módszerrel. A terv a domborzat miatti korlátok figyelembevételével a csapadékvíz helyben tartásának és -használatának elsődlegességére épít, nyílt vízü tározással, illetve szikkasztással.

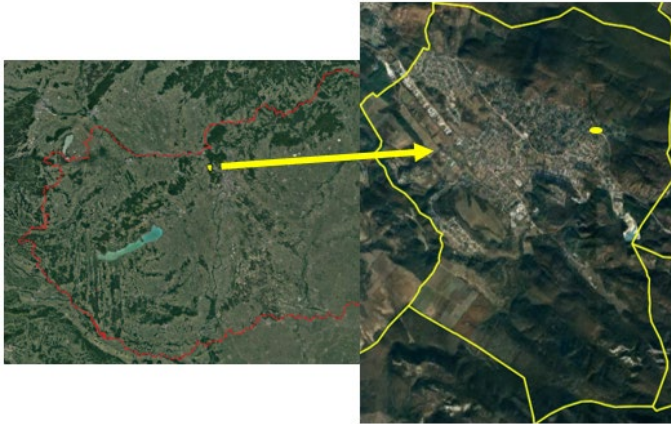
A dolgozatban a hazai és külföldi szakirodalom feldolgozása mellett a kitekintéshez, valamint a 'best practice', illetve a helyi körülményekhez adaptált megoldás kialakításához interjúkat készítettem a témában jártas szakértőkkel, tervezőkkel. Továbbá a témához kötődő szakmai konferenciák és előadások, kiemelten az Ökológiai és gazdasági fordulat szakmai napok, a Természet-Alapú Megoldások Magyarországi Hálózata (TeAM HUB), a GreenCity konferenciák előadásai és szakmai anyagai, valamint azok mentén folytatott további vizsgálatok képezik a dolgozat alapját.

---

<sup>1</sup> Kiadásáról döntött a Fővárosi Katasztrófavédelmi Igazgatóság 35100/1246-29/2022. számon 2022.08.03-án

## 2. A település jellemzése

### 2.1. Fekvése és infrastruktúrája

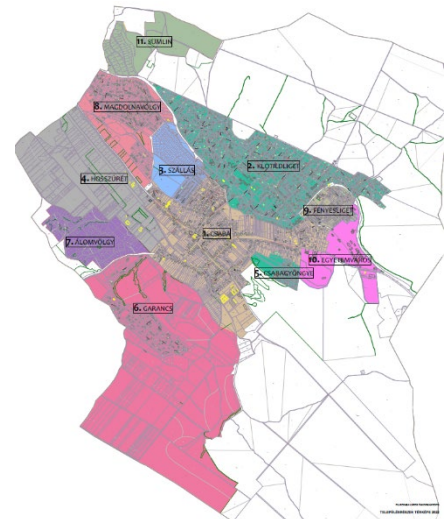


1. ábra Piliscsaba elhelyezkedése (Forrás: saját munka)

Piliscsaba a Dunazug-hegyvidék részeként a Pilisi- és a Budai-hegység között elterülő Dorogi-félmedence legdélebbi települése (1. ábra). Története a bronzkorig nyúlik vissza, 1263-ban jelenik meg először a település írásos nyoma. Jelenleg népessége az 8904 fő. (KSH, 2022)

A népesség növekedése a beépítettség hasonló arányú növelését eredményezte. A település tagolt, az új területekkel egyelőre hiányzik a szerves összeköttetés. 11 településrészről áll: Csaba, Klotildliget, Fényesliget, Szállás, Hosszúrét, Csabagyöngye, Garancs, Álomvölgy, Magdolnavölgy, Egyetemváros, Sumlin (2. ábra)

Közlekedési hálózatát a 10-es számú országos elsőrendű főút és a 2. számú Esztergom-Budapest vasútvonal határozza meg. Piliscsaba a 10. számú főúton, valamint a Zsámbéki-medence felől az 1133. számú mellékúton közelíthető meg. A településen lévő közutak belterületen mintegy fele, külterületen 85%-a szilárd burkolattal nem ellátott. Az átlagos burkolatszélesség 5,6-6,5 m. A gépjárművek által használt úthálózatok burkolata túlnyomó többségben aszfalt, néhány helyen található kiselemes betonkő (Város koncepció).



2. ábra Piliscsaba városrészei (Forrás: Város koncepció)

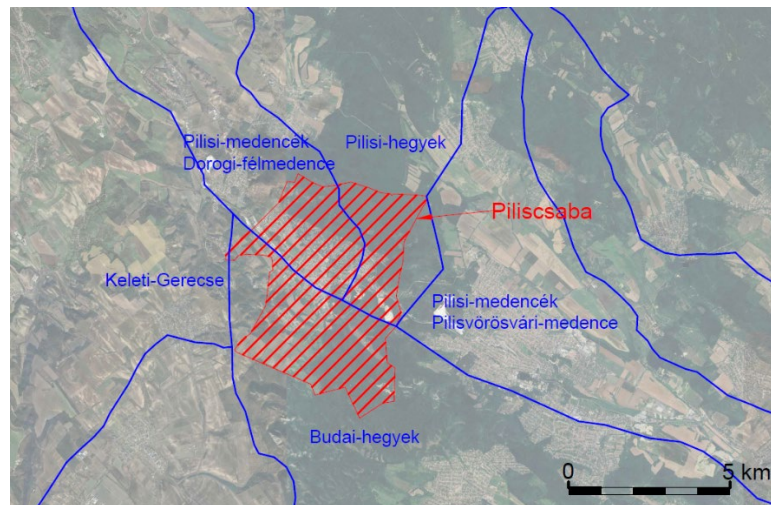
### 2.2. Természeti környezet

#### 2.2.1. Domborzati sajátosságok

A település a Budai-hegység, a Pilisi-hegyek és a Dorogi-félmedence kistájakon helyezkedik el, közvetlenül határolja a Pilisvörösvári-medence és a Keleti-Gerecse (3. ábra). Ennek megfelelően a domborzata tagolt. Közigazgatási határán belül a



legmagasabb pont a Nagy-Kopasz csúcsa (447 m), míg a legalacsonyabb rész a Kenyérmezői-patak mentén található (175 m).



3. ábra A kistájak és a település (Forrás: (Dövényi szerk., 2010) alapján Google Earth műhold felvételen saját munka)

Fényesliget és Egyetemváros településrészek fölé a Széna-hegy magasodik, amelyet 250-255 mBf magasságban a vasút töltése kerít le a település beépített részétől. Csabagyöngye a Kálvária-hegy tetejéhez közel, lankásabb részben, kis szintkülönbséggel (10-20 m) épült be. Garancs jelentős része – a lankásabb részek – mezőgazdasági területként kerülnek hasznosításra, beépítés a Garancs-hegy (325 m) csúcsához közel, a hegyoldalban történt 260-290 m magasságig. A beépített területen a domborzat tagoltsága itt is jelentős. A domborzat helyenként jelentősen befolyásolja a felszíni vizek mozgását, intenzív csapadék estén több helyen eróziós károkat okozva. A településen intenzív csapadékot követően gyakran havária helyzet alakul ki (Tanulmányterv, 2016) .

A kiválasztott terület Klotildliget városrészben található, ennek parcellázása a XIX-XX. század fordulóján az erdőterület kárára történt, a Nagy-Kopasz hegy lejtőjén, így közvetlen kapcsolata van ma is az erdővel. Egy adott közterületre nézve a legnagyobb szintkülönbség 70 m a 735 m hosszú Széchenyi utca hosszában, azonban több utca, a hegyláb vonulatát követve, jóval nagyobb meredekségű, illetve tagoltabb.

### 2.2.2. Talajviszonyok

Ahogy a Pilisi-hegyek, úgy a település felszínépítő kőzete is jellemzően triász dolomit és mészkő. Piliscsabán jelenleg dolomit külszíni bánya is üzemel. A talaj többnyire rendzinás, agyagbemosódásos barna erdőtalaj, esetenként löszös, homokos talaj. Utóbbira utal pl. a Sandberg elnevezés a település északnyugati részén. A Kenyérmezői patak, illetve a Fényesligeti forrás környékén öntéstalaj található (MBFSz, 2017).

Piliscsaba talaja nagyrészt fluvioeolikus homok, főként a Kenyérmezői patak és más, korábban természetes vízhez kapcsolódó területek környezetében (Fényesliget forrás, Kenderesi tó, stb.) folyóvízi üledék, a Kenyérmező pataktól délnyugatra lösz, Klotildliget



4. ábra Földtani térkép – piliscsabai talajok  
Forrás: MBFSz Földtani térkép alapján saját rajz

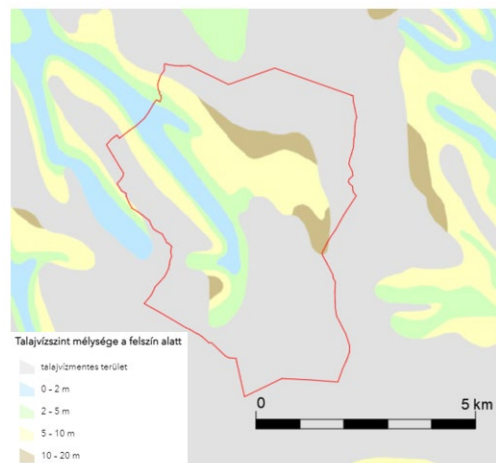
és Fényesliget határán, továbbá Magdolnavölgy egy részén hárshegyi homokkő, az Egyetemváros területén agyagos márga, a Pilisi hegyek felőli részen, illetve a délkeleti részen dolomit, továbbá aleurit, lejtőlész (4. ábra) (MBFSz, 2017).

A 2016-ban készült talajvizsgálati jelentés (Geohidro, 2016) szerint a talaj vízáteresztő képessége a település legtöbb vizsgált részén viszonylag gyenge (5. ábra), a vízáteresztő képességi együttható értéke  $k=5 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-7}$  m/s.

k (m/s)	1,0	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$	$10^{-8}$	$10^{-9}$	$10^{-10}$
vízvezetés	nagyon jó		jó			rossz			gyakorlatilag vízzáró		
talaj	gőrgőteg	kavics	kavicsos homok, homok	homok	iszapos homok	finomhomok	iszapos finomhomok	finomhomokos iszap, iszap	agyag		

5. ábra A különböző talajok vízáteresztő képességi együtthatója (tájékoztató) Forrás: (Nagy, 2018)

A terület mérsékelten vízhiányosnak tekinthető, mivel a csapadékvizek a karsztos kőzetben keresztül részben a mélybe szivárognak. A talajvíz (6. ábra) a völgylejtőkön 4-6 m mélyen fordul elő, mértékadó szintje a völgytalpakon 2-4 m mélyen, de a Kenyérmezői-patak völgyében, valamint a források közelében sekélyebben, a felszín közelében helyezkedik el. A magasabban fekvő területeken ennél jóval mélyebben található (MBFSz, 2017).



6. ábra Talajvízszint mélysége a felszín alatt  
Forrás: MBFSz térképek alapján saját munka

### 2.2.3. Természetes és mesterséges vizek

A település természetes vízfolyása a Kenyérmezői-patak, amely a településen belül ered és az esztergomi Kenyérmezőnél torkollik a Dunába. Ennek hossza 19 km, a teljes vízgyűjtő területe 136 km<sup>2</sup> (Dövényi szerk., 2010). A Kenyérmezői patak 244 m-en ered, és 180 m-en van az alsó folyása. A településen belül településen belüli eltérő mederesedésének következtében lakott területen belül jelentős a hordalék lerakás. A patak vízgyűjtő területe alakjának következtében szintén nagy mennyiségű víz érkezik egyszerre a településre. Ezért a patak a település garanci, illetve csabafalui részén rendszeresen kiönt. A Nagy-Kopasz-hegy irányából, valamint északról, a Pilis-hegyei felől, nagyobb esőzéskor jelentős mennyiségű víz érkezik a lakott területre, házakat is elöntve. A települési utakat több helyen meredek esés jellemzi, a domborzatot követve sokszor ellentétes irányban is (Tanulmányterv, 2016). A településen három forrás található: a Ferenc-forrás Sumlinban, Remény-forrás Garancson és a Fényesliget-forrás. Utóbbi a település épített környezetét is befolyásolja, mivel a 2000-es évek elején a korábban ezen a területen lévő tó, illetve a forrás feltörési helyére építették az egyetemi tanári lakásoknak is helyet adó lakóparkot (Tanulmányterv, 2016). 2006-ban a forrás környékét a rendezték, drén-szivárgóval csapadékvíz elhelyezése is történik a kialakított forrástóban. Magdolnavölgy településrészen található mesterségesen kialakított víztározó, a Kata-tó, amelynek lefolyása van a Kenyérmezői-patakba.

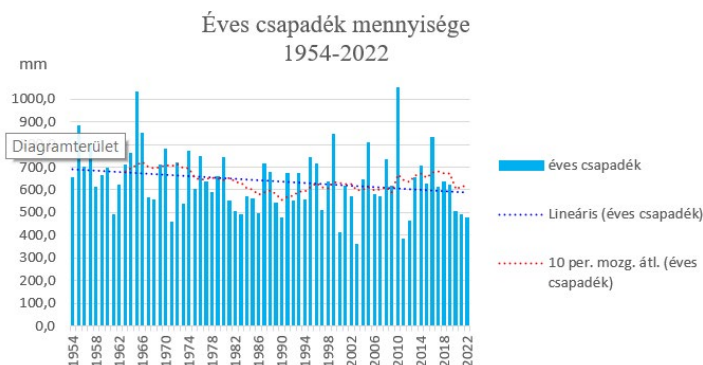
### 2.2.4. Éghajlat és csapadékviszonyok

Éghajlata mérsékelt hűvös, mérsékelt nedves; 9-9,5 °C-os éves átlaghőmérséklettel. A terület klímája nem kedvez a fagyérzékeny, illetve a hőigényes növényeknek (Dövényi szerk., 2010).

Piliscsabán 1954 óta gyűjtik a csapadék mennyiségére vonatkozó adatokat. Ezek az évi átlagos csapadékmennyiség csökkenő trendjét mutatják 700 mm-ről 600 mm körüli értékre (8. ábra). Az egyes évek között is jelentős különbségek vannak, de ahogyan országosan<sup>2</sup>, itt sem jellemző, hogy kiegyenlített, több évig tartó száraz vagy erősen csapadékos időszakok lettek volna (7. ábra).

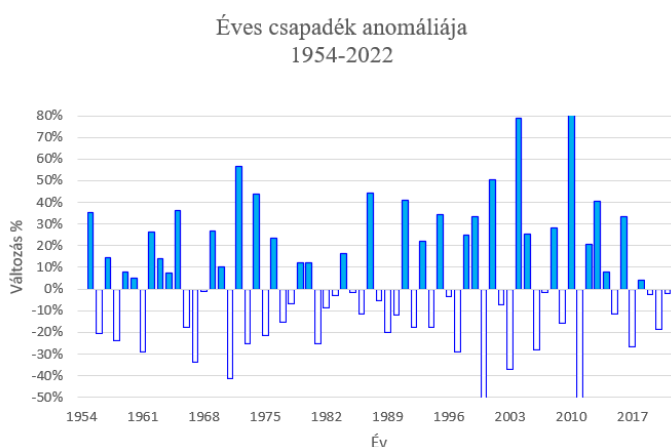
---

<sup>2</sup> Éves és évszakos csapadékösszegek változása - Hőmérséklet- és csapadéktrendek – Forrás: OMSz



7. ábra Éves csapadékmennyiség Piliscsabán 1954-2022 (Forrás: saját feldolgozás Györfi Emil és Lőw Andrea nyilvántartása alapján)

Az egyes évek csapadékmennyisége azonban egyre nagyobb eltérést mutat, példaként 2010-ben 1000 mm felett, 2011-ben 400 mm alatt volt (8. ábra). Mindemellett az éven belüli időbeli megoszlása szignifikánsan változott, a nyári csapadék-intenzitás országosan az 1901-2020. közötti időszakban több, mint 1 mm/nappal növekedett<sup>3</sup>.



8. ábra Éves csapadék anomáliája Piliscsabán 1954-2022 (Forrás: saját feldolgozás Györfi Emil és Lőw Andrea nyilvántartása alapján)

### 2.2.5. A település flórája

A település zöldfelületi rendszere a közigazgatási terület mintegy 70%-át teszi ki. A település zöldfelületi rendszerének fontos részei még a fasorok, az intézményi- és magánkertek, valamint a vízfelületek. Természetes növényzete, az itt található élőhelyek típusa a településen található kistájak – Pilisi-medencék, Keleti-Gerecse, Budai-hegyek, Pilisi-hegyek - alapján határozható meg. A lakott részeken kívül elsősorban tölgyesek: a település menti erdőkben cseres-kocsánytalan tölgyes, a magasabb fekvésű részeken gyertyános-tölgyes, továbbá - főleg a hegyek északi oldalán - bükkösök találhatóak. A Kenyérmezői-patak mentén nem tűzgeképző nádasok, gyékényesek és tavikákások, nyomokban puhafa-ligeterdők, valamint a sík részeken zárt szárazgyepek találhatóak (Zólyomi, 1989). A település közigazgatási területén lévő erdők különböző kategóriákba

<sup>3</sup> Csapadék szélsőségek változása - Hőmérséklet- és csapadéktrendek Forrás: OMSz

sorolhatóak a természetszerű erdőktől a kultúrerdőkhöz; a település északi részén találhatóak zömében a magasabb természetességi fokú erdők<sup>4</sup>. A település bel- és külterületén területén a leggyakoribb özönfajok a bálványfa (*Ailanthus altissima*), zöld juhar (*Acer negundo*), az aranyvessző fajok (*Solidago spp.*), illetve az akác (*Robinia pseudoacacia*). A nedves területeken erősen terjed a japán óriáskeserűfű (*Fallopia japonica*). A településképi rendelet szerint a településen fásítás, a közterületeken növényalkalmazás öshonos és telepítésre javasolt fajokkal végezhető. (Településkép, 2017) Ennek ellenére több helyen – többek között a vizsgált területen is – az invazív növények terjedése folyamatos. A településen több védett fasor, illetve facsoport vagy egyedülálló fa is található (Értékleltár, 2007), valamint Klotildliget egy része helyi védettség alatt áll. Ilyenek a Szent László úti vadgesztenyesor (*Aesculus hippocastanum*, helyenként *Aesculus × carnea 'Briotii'* egyeddel pótolva), a Zrínyi utcai fekete fenyő fasor (*Pinus nigra*), illetve a Kossuth Lajos utcai platánsor (*Platanus × hybrida*).

### **3. A csapadékvíz gazdálkodás kihívásai Piliscsabán**

Piliscsabán a csapadékvíz gazdálkodással kapcsolatos problémák vízügyi tervezési értelmezésben a dombvidéki vízrendezés témakörébe tartoznak. Bár a dombvidéki vízrendezés fogalmát elsősorban a mezőgazdasági területekre alkalmazzák, a település problémái hasonló okokra vezethetők vissza. A területen lévő vízgyűjtők a terephez illeszkednek, így a hidrometeorológia befolyása alapvető. Jellemzően a legnagyobb problémát az jelenti, hogy az erős lefolyás kezelésére a meglévő eszközöknek nincs elegendő kapacitásuk, a lejjebb fekvő területeket elárasztja az intenzív csapadék. A dombvidéki vízrendezés definiált feladatai a lejtők vízrendezése, amely a csapadék helyben tartását jelenti, a fölös rész befogadóba vezetésével; a vonal menti szabályozás (patakszabályozás) és a víz ellenőrzött lefolyását biztosító utak rendbetétele. (Sziebert, 2018) Piliscsaba esetében a település magasabban fekvő régióiból nagyjából 6 perc alatt ér le a csapadék a mélyebben fekvő 10-es útra – jelentős fennakadást okozva.

A megoldásnak Piliscsaba esetében igazodnia kell a terület lakott jellegéhez – településszerkezet, beépítettség, az egyes területek meglévő vagy tervezett funkciói, közlekedési hálózat -, továbbá lehetőség szerint ökológiai szempontból is előremutatónak kell lennie (Leitner, 2022).

---

<sup>4</sup> NÉBIH Erdőtérkép adatai alapján

A tervezővel történt beszélgetések alapján Piliscsabán a csapadékvízzel kapcsolatos problémák megoldása összetett, a legfontosabb feladatok összegzése az alábbiakban:

- 1) A külterületen keletkezett vizeket lehetőleg a lakott terület határán kell megfogni;
- 2) Az összegyülekezési időt különböző műtárgyakkal, eszközökkel növelni – a lefolyást lassítani;
- 3) Lehetőség szerint a vizeket helyben szikkasztani, illetve tározni;
- 4) A Kenyérmezői-patak ökológikus módon történő szabályozásával az árvizes helyzetek kialakulásának esélyét csökkenteni (patak revitalizáció).

#### **4. Integrált csapadékvíz gazdálkodás - fenntartható csapadékvíz kezelés**

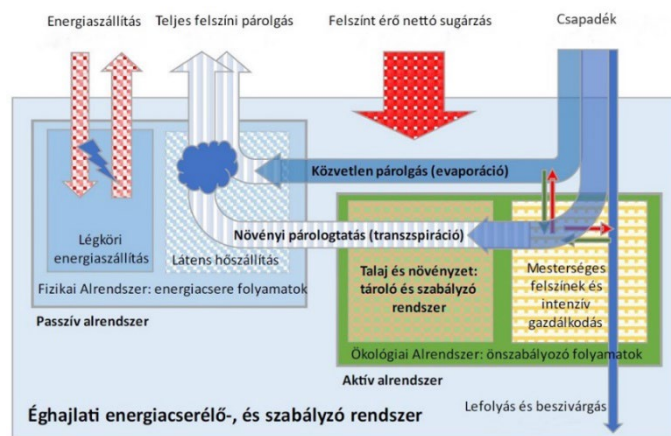
A koncepciók alapján számbavételre kerülnek az ökológikus csapadékvíz gazdálkodás elemei, valamint a funkciói. Az esőkert fogalmát ezek terében definiáltam, majd meghatároztam, mely jellemzői lényegesek az esőkerteknek dolgozatom szempontjából. A jellemzők alapján összehasonlítottam 5 meglévő esőkertet, különböző szempontok szerint, annak fényében, hogy a piliscsabai viszonyok között mennyire lenne alkalmazható az adott esőkert.

Mivel a téma vizsgálata során sokszor más szakterület kifejezéseit használom, fogalomtár elkészítését látom szükségesnek, amely az 1. számú mellékletben található.

##### **4.1. Csapadékvíz kezelés**

A csapadékvíz kezelésére világszerte több módszertant alkottak meg (Nagy-Csizmadia, 2022), ezekben nagyon sok közös vonás van. A korábban említett okok miatt szélsőségesebbé vált csapadékesemények kezelése, a villámárvizek hatásának mérséklése napjainkban elsődlegessé válik a csapadékvíz kezelésben. Mindezt azonban komplex szemlélettel kell megközelíteni, a víz lehetőség szerinti visszatartásával és az ökológikus kialakítás előtérbe helyezésével. A kék-zöld infrastruktúra – szükség és lehetőség szerint a szürke infrastruktúrával kombinálva – egyre inkább teret nyer a tervezői gondolkodásban. A tervezésben és kialakításban sokszor természeti előképekre alapoznak és kevés olyan műtárgyat alkalmaznak, amely magas karbon lábnyommal rendelkezik.

Az éghajlati szélsőségek mérséklésének lehetőségei a vízkörforgás modelljén (9. ábra) keresztül szemléltethetőek (Báder, 2023). Ebben a párolgásnak kiemelkedő szerepe van, amely származhat a talaj, a felszíni vizek és a növények párolgásából is. A talaj és a kapcsolódó növényzet



9. ábra Vízkörforgás (Forrás: (Báder, 2023))

együttese az ökológiai alrendszer részeként jelenik meg a modellben, amely a csapadék tárolását és vízkörforgásba jutásának szabályozását végzi.

Piliscsabán a csapadékvízzel kapcsolatos legnagyobb kihívás a változatos domborzat miatt hirtelen lezúduló, nagy mennyiségű csapadékvíz kezelése. A hagyományos megközelítés szerint elsődleges cél a havária helyzetek kezelése, a biztonságos és gyors elvezetés, a közvetlen kárveszély elhárítása. Piliscsaba másik – még talán kevésbé nyilvánvaló – problémája a vízmegtartáshoz kapcsolódik. A villámárvizek közötti időszakban, a hosszabb száraz időszakok nyomán a talaj kiszárad. Erre példa a Fényesliget-forrás időszakos elapadása, a talajvíz szintjének süllyedése – bár utóbbira több más tényező is hatással lehet. A megismert csapadékvíz elvezetési terv is ezekre épül, a 100 éves 10 perces, azaz havária helyzet modellezésével – azonban már új szemléletben készült, ezért a tározás, illetve szikkasztás kialakításával a csapadékvíz helyben tartásának elve is érvényesül.

#### 4.2. Szivacsváros koncepció (Sponge City)

A szivacsváros koncepció célja a csapadékcúcsok kontrollálása; továbbá a csapadékvíz kezelés megújítása a (kék-) zöld infrastruktúra alkalmazásának kiterjesztésével. Ennek keretében a meglévő élővizeket bevonják a rendszerbe és törekednek a különböző eszközök széleskörű alkalmazására (Chan, F. et al., 2018). A koncepció Kínából indult 2010-es években. Valójában jóval hosszabb időre nyúlik vissza, a Han-kortól (Kr.e. 3. – Kr.u. 3. század) kezdődően már – a többek között ma dombvidéki vízrendezésben alkalmazott – teraszolással védekeztek a csapadékvíz káros hatásai ellen. A tetőkről leérkező csapadék hasznosítása növényekkel történt, a felesleges csapadékot pedig

árkokkal vezették el a szivárgó rendszerekbe. Ha a domborzat változatosabb volt, a településeken belül is teraszokat alakítottak ki, a villámárvizeket pedig a ma záportározóként ismert eszközökkel, illetve városi levezető megoldásokkal kezelték, teljes rendszereket kialakítva (Yin, D. et al., 2022). A koncepció városi méretekben (nagy kiterjedés) és nagyrészt a sűrűn lakott településen elérhető eszközökkel és módszerekkel valósítja meg a csapadékvíz kezelést. Ilyenek a vizenyős területek (wetland), zöldtetők, süllyesztett zöldfelületek, vízáteresztő burkolatok, esőkertek stb. Bár kistelepülési méretekben kevésbé releváns szivacsvárosról beszélni az eltérő jellemzők, a kevesebb burkolt felület, illetve a többnyire családi házas környezet miatt, de maga a vízvisszatartási koncepció és bizonyos elemei minden viszonylatban érvényesek lehetnek. A koncepció lényege a városi megoldások átfogó, komplex rendszerekben történő kezelése a víz helyben tartásával, tompítva a villámárvizek és vízhiányos időszakok szélsőségeit. Tervezési



10. ábra Meishe folyó Forrás:  
<https://worldlandscapearchitect.com/tag/fengxi-ang-park/?v=35b5282113b8>

megközelítésben a szivacsváros nagyobb városi területek integrált csapadékvíz gazdálkodása, melyben szükség szerint ötvözik a hagyományos elemeket, az urbanizáltság fokától függően. Más megközelítésben a szivacsváros koncepció komplex módon integrálja a különböző technológiákat – ezek közé sorolva a későbbiekben tárgyalt LID-et is (Shao, W. et al., 2016).

#### 4.3. Fenntartható csapadékvíz kezelési rendszer (SuDS)

Nagy-Britanniában indult útjára a Sustainable Drainage System - SuDS (Woods Ballard, W. et al., 2016); mint a fenntartható csapadékvíz kezelés komplex módszertana. Az ökológikus megközelítés itt nem annyira természeti előképek, mint inkább a vízkörforgás fenntartásán alapulnak. Ezért ebben a megközelítésben a természetben kialakult folyamatokat veszik a tervezésben alapul. Elsődleges a csapadékvíz helyben kezelése, az evapotranszpiráció elősegítése. A



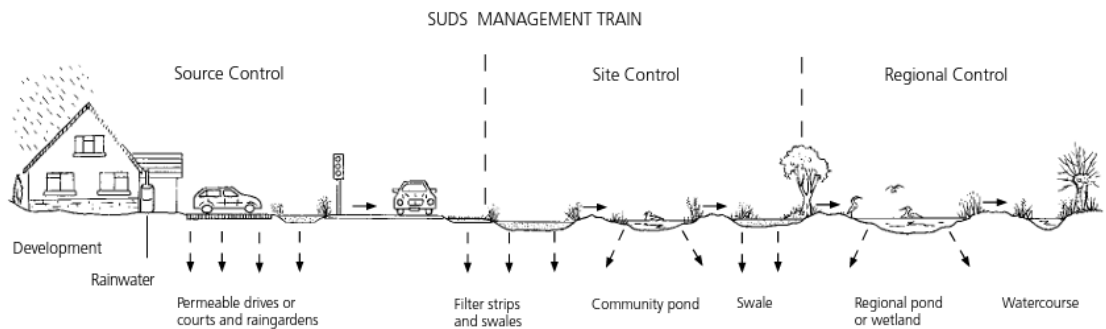
11. ábra Zalakaros SuDS Forrás:  
Magnólia Art Facebook



módszertan elsősorban tervezők számára nyújt segítséget.

A fenntartható csapadékvíz-kezelés hat összefüggő rendszerből áll:

- A csapadékvíz összegyűjtése és épületen belüli felhasználása;
- Vízáteresztő felszíni burkolatok (ide sorolhatjuk a zöldtetőket is);
- Szivárgó rendszerek, tározó zónák, amelyek segítenek lassítani a lefolyást;
- Csapadék továbbító eszközök mélyedésekkel, fenékküszöbökkel a lefolyás lassításához;
- Tározó rendszerek – ellenőrzés alatt tartják, lassítják a lefolyást vagy csökkentik a lefolyó víz mennyiségét: tározó tavak, mocsaras (elárasztott) területek, időszakos vízgyűjtő medencék;
- Tisztító, kezelő rendszerek.



12. ábra SuDS eszközök Forrás: (Simpson, 2012)

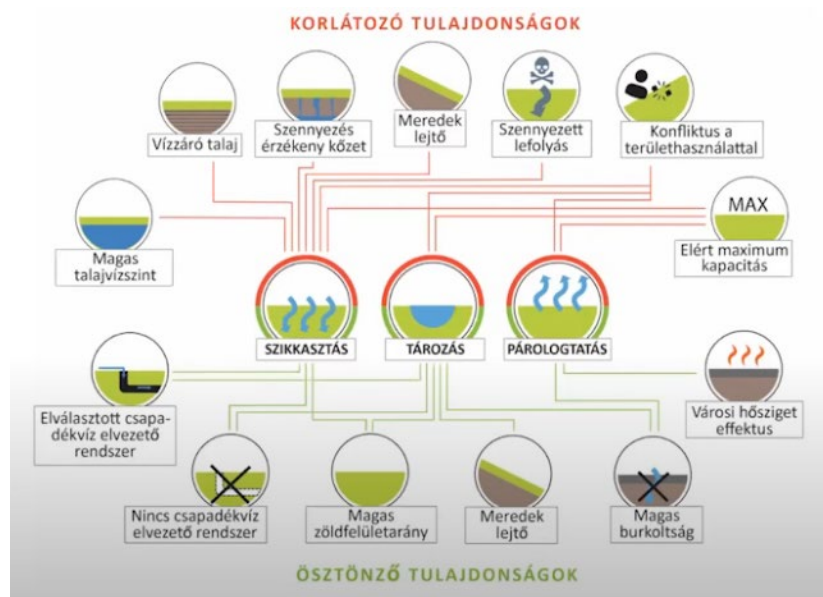
A SuDS megközelítései a tervezés során a vízmennyiség, a vízminőség, az esztétikai élmény és a biodiverzitás (SuDS, Bridget Woods Ballard, 2015). A SuDS monitoring rendszere (Natural Environment Research Council, 2023) vizsgálja a felszín alatti vizek állapotát is, mivel a rendszer a megfelelő minőségű és mennyiségű, ellenőrzött beszívásra alapoz.

#### 4.4. Fenntartható városi csapadékvíz kezelés (SURM)

A Sustainable Urban Rainwater Management - elsősorban a fővárosi (nagyvárosi) viszonyokra alkalmazható. Három fenntartható csapadékvíz kezelési módot emel ki, ezek lehetséges alkalmazási területeit keresi fővárosi viszonylatban (Csizmadia, 2020 a).

A módszertan részletesen leírt eljárásokkal, döntési fákkal és növényalkalmazással (ZIF3, 2018) segíti a felhasználót. Konkrét kritériumok társításával segít annak felmérésében, hogy a talajjal kapcsolatos jellemzők és a vizsgált terület városi adottságai a csapadékvíz

kezelés mely formáját teszik lehetővé. A csapadékvíz kezelést a tervezési aspektusból közelíti meg; a tervezés folyamatához a hazai viszonyokra adaptált segédletet ad, a jogi környezet figyelembevételével.



13. ábra Döntéselőkészítő segédlet Forrás: (ZIF3, 2018)

A városi csapadékvíz gazdálkodásnak három fő módja van ebben a megközelítésben, amelyeknek a vízkörforgás részeként alapvető szerepük van a városi mikroklíma javításában: a szikkasztás, a visszatartás és a párologtatás. A módszertan a természeti és az épített adottságokat vizsgálja meg és a vizsgált területekre alkalmazhatósági térképet készít. Téziseiben gyakorlati, kiemelt területekre vizsgálja a csapadékkezelés módjainak alkalmazhatóságát és a vízmérlegre gyakorolt előnyös hatását. A gyakorlati megközelítésben folyamatábrák, döntési fa, listák és segédletek szerepelnek (Csizmadia, 2020 a). Az eszközök is a városi jellemzőkhöz igazodnak, a vízáteresztő burkolat, a lefolyás intenzitását csökkentő, de szikkasztást és párologtatást is elősegítő zöldtetők és zöldfalak (ZIF3, 2018) is ide tartoznak.

#### 4.5. Low Impacts Development (LID)

Az Amerikai Egyesült Államokban 1990-es évek elején indult, holisztikus, fenntartható városi tervezési megközelítés, ökológiai mérnöki gyakorlat. Alapja a természetes vízmegtartás (bioretenció), amelyet a szárazföldi vizek vízminőségi és -mennyiségi szabályozási folyamatokként értelmezhetünk. A bioretenció alkalmazásával visszaállíthatjuk vagy közelíthetjük egy terület hidrológiai mechanizmusát (mennyiség, csúcsok és a lefolyás ideje) a terület fejlesztése előtti állapotba (Yan, 2019).

Többnyire kis léptékű hidrológiai szabályozás megvalósítását jelenti, lényeges eleme az (integrált) szennyezőanyag-kezelés. Ezzel a talajvíz utánpótlást segíti elő és a lefolyás káros hatásainak csökkentéséhez járul hozzá a szivárgás és párologtatás (vízkörforgás) természetes folyamatának modellezésével. Ehhez a lefolyás szabályozását, a burkolat (felszín) vízáteresztő jellegének erősítését használja, ezzel az élőhely minőségének javulását is eléri, így értékes ökoszisztéma szolgáltatást nyújt (vízmegtartás). (Liu, J. et al., 2014) Más megközelítésben a burkolt területekről lefolyó vizet a talaj és a növényzet természetes tulajdonságainak felhasználásával kezeli a szennyeződések eltávolítására (víztisztítás). A helyi viszonyok figyelembevételével, a természetbe történő lehető legkisebb beavatkozással számol, ezért a szubszidiaritásra épít, decentralizált, kis méretekben gondolkodó megoldásokat alkalmaz. Az eszközei a csapadékkezelés funkciójához igazodnak: esőkertek (rain garden), zöldtetők (green roof), lefolyásslassító kavicsos árkok (infiltration trenches), vízáteresztő burkolatok (pervious pavement), ciszternák, növényborítású szikkasztóárkok (vegetated swales), átmeneti tározók (wet pond), záportározók (retention pond), szikkasztó tározók (detention pond), átmeneti vizenyős terület (shallow wetland), szivárgó akna/ medence (infiltration basin), növényvel fedett földalatti szikkasztó (subsurface infiltration), homokágyas szikkasztók (surface sand filter, perimeter sand filter, underground sand filter). Előbbiek a lefolyás lassításával, valamint a víz tározásával, illetve szikkasztásával csökkentik az egyidejű csapadék mennyiségét, az összegyülekezési idő növelését, ezzel segítenek a csapadék intenzitásának káros hatásait enyhíteni. Az elemek másik része a víz tisztításában segít. Az elemek jellemzője, hogy rugalmasak, multifunkciósak, gazdaságosak, a megelőzésre helyezik a hangsúlyt, az eredeti természeti állapotot veszik alapul és a természetes folyamatokat imitálják (Liu, J. et al., 2014).



14. ábra LID Kanadában Forrás: <https://sustainabletechnologies.ca/home/urban-runoff-green-infrastructure/low-impact-development/bioretention-and-rain-gardens/>



15. ábra LID Massachusetts államban Forrás: <https://tataandhoward.com/stormwater/site-stormwater-management/>

### **Vízmegtartó, ökoszisztéma megőrző csapadékvíz kezelés (seattle-i típusú esőkertek)**

Washington államban a 2000-es évek elejétől egyre szélesebb körben terjedtek el az esőkertek. Ahogy napjainkban a villámárvizek kezelésével kapcsolatban merül fel sokszor a csapadékvíz kezelés kérdése, Washington államban az ökoszisztéma

fenntartása volt az elsődleges szempont. Ennek oka a kiinduló terület sekély termőrétege, mely vízmegtartása így korlátozott. Az esőkert természeti előképe az erdő, a rétegrend és a növényhasználat is ezen alapul. Az esőkertek kisebb területek csapadékvíz kezelésének fontos részei, csökkentik a csapadékvíz elvezető rendszerbe bekerülő csapadékot a vízmegtartással. (Pásztor, 2023) Észak-Amerikában több kiadvány segíti az esőkertek létesítését, kézikönyv (manual) jelleggel. Ezeknek elsődleges célja, hogy az esőkert használata a csapadékvíz kezelésében mindenki számára elérhető legyen. A kiadványok a tervezéstől a fenntartásig - beleértve a méretezést és a növényhasználatot is - egyszerűsített segítséget nyújtanak. Az esőkert méretének meghatározásához szükséges paraméterek alapján - az adott területre jellemző éves átlagos csapadékmennyiség és a talaj vízáteresztő képessége, a vízgyűjtő terület nagysága - táblázatban határozza meg az esőkert méretét (Curtis Hinman, 2013; Pásztor, 2023) Ez egy jó közelítő számítás viszonylag egyenletes csapadékeloszlás esetén, a potenciális vízmennyiség alapján.

#### 4.6. Természetalapú megoldások

A természet-alapú megoldások (Nature Based Solution – NBS) a klímakockázatok szempontjából közelítenek. A koncepció alapja, hogy a gazdasági szempontok elsődlegessége helyett az ökoszisztéma szolgáltatásokra koncentrálunk, amely a jól-léttel van szoros összefüggésben (Csizmadia, 2020 b). Megoldásaiban a zöld infrastruktúra – mérnöki módszerek helyett a természetből vett, ahhoz illeszkedő – létesítését részesíti előnyben. A természet-alapú megoldások aktív ökoszisztéma szolgáltatások kiépítését jelenti.



16.ábra Az IUCN természet-alapú megközelítést bemutató ábrái (Forrás: IUCN.org)

A komplex megközelítés a zöld-kék infrastruktúra együttes alkalmazását kívánja meg. Sok esetben, elsősorban a nagymértékben burkolt környezetben már a kék-zöld-szürke infrastruktúra összekapcsolására lehet szükség. A természet alapú megoldások objektum vagy beavatkozás típusúak lehetnek, ezen belül az esőkerteket (és szikkasztó funkciójú létesítményeket) a horizontális műszaki megoldások-hoz soroljuk. (Nagy-Csizmadia, 2022). Magyarországon a Klímabarát Települések Szövetsége részvételével megalakult Természet alapú Megoldások Magyarországi Hálózata (TeAM HUB) is dolgozik a megközelítés minél szélesebb körű elterjesztésén. Emellett a Belügyminisztérium az önkormányzatok bevonásával támogatja természetes vízmegtartó minta-megoldások létesítését (LIFE-MICCAC, LIFE LOGOS 4 WATERS).

### Kihívások és természet alapú megoldások különböző települési szövetben

**#2 Dombvidéki laza települési szövet**  
*(pl. kertvárosias, agglomerációs lakóterület - Budaörs, Törökbálint)*

**Kihívások:**

- vízrendezés / vízlevezetés: erózióvédelem, villámárvizek
- vizek mederben tartása, kártétel nélküli levezetés
- vizek ingatlanon belül tartása, lefolyás késleltetése

**Célok:**

- felszíni lefolyás megállítását megelőző a beépített területre ér
- felszíni lefolyás lelassítása, mederben tartása
- városi területek víztározó kapacitásának növelése

**Alkalmazandó TAM**

- 1 vízviszatarítás megfelelő területhasználattal: mezőgazdaság, erdőművelés, medertározás
- 2 vízmegtartás és -hasznosítás köz és magán zöldfelületeken
- 3 időszakos esővíztározás közterületen
- 4 patakrehabilitáció: vízmegtartás, lefolyás lassítás, vizes élőhely, rekreációs terület

**Várható előnyök**

- ♥ kedvezőbb mikroklíma
- ♥ népszerű rekreációs területek kialakulása
- ♥ csökkenő villámárvízi kockázat
- ♥ vizek helybentartása, kártétel nélküli levezetés
- ♥ növekvő biodiverzitás

Szerzők: Balhoryné Dr. Nagy István Róka és Dr. Vona Márton  
A forrásuként használt előadás és további kapcsolódó anyagok teljes egészében elérhetők az alábbi weblapon: <https://internetesforrasok.tervezes2022.hu>  
Fotó: Google Earth  
Ábra: Promoting nature-based solutions in municipalities in Hungary - OECD jelentés, 2022. július

17. ábra Ismeretterjesztő kártya a TeAM HUB gondozásában  
Forrás: Facebook

### Hazai trendek

A tervezővel folytatott konzultációk során kiderült, hogy az elmúlt években paradigmaváltás történt a hazai víz-közmű tervezésben is. Megjelent az 1/2021-es OVF Főigazgatói utasítás, amely új fejezetet nyitott a csapadékvíz gazdálkodással kapcsolatos tervezésben. Bevezeti a klímaszorzót, illetve a statikus, múltbéli adatokra építő tervezői metódus helyett pedig előírja a dinamikus modellek (lefolyás-szimuláció) alkalmazását. (OVF1, 2021) Magyarországon különösen nagy hangsúlyt helyeznek a felszín alatti vizek védelmére, a csapadékvíz kezeléséhez kapcsolódó előírások közül sokszor ez jelenti a legnagyobb korlátot. A közutak tervezése az ütügyi műszaki előírások alapján történik. A dolgozat írásakor a közutak víztelenítésének tervezésére vonatkozó előírás átdolgozás alatt van, az új tervezet véleményezési fázisban (Magyar Közút, 2023). Az OVF utasítással összhangban, a kék-zöld infrastruktúra tervezéshez illeszkedően az új előírás

megengedő a csapadékvíz helyben hasznosításával kapcsolatban, a talajon és növények gyökérzetén keresztül történő beszivárgás víztisztító tulajdonságát is figyelembe veszi.

## 5. Csapadékvíz kezeléshez kapcsolódó szerepek

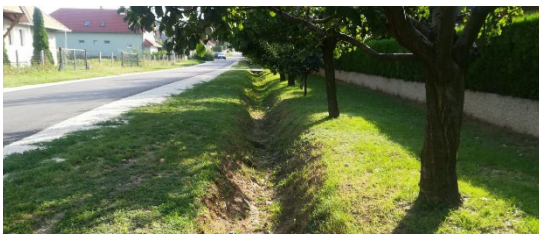
A csapadékvíz kezelésével kapcsolatban az ökológiai csapadékvíz kezelő elemhez különböző funkciók kapcsolódhatnak, a csapadékvíz-kezelés rendszerébe illeszkedés alapján.



18. ábra Csapadékvíz kezelési funkciók Forrás: saját ábra

### 5.1. Szikkasztás

A csapadékvíz helyben tartásával, a talajban történő tározással főleg a természetes vagy ahhoz közeli, kevésbé burkolt és beépített környezetben elsődleges funkció. Szikkasztás folyamán a csapadék beszivárog a talajba, amelynek pórusaiban tárolódik, illetve



19. ábra Fűves szikkasztóárok Forrás: <https://gardenista.hu/2018/06/21/nekem-nem-kell-arok-en-parkolni-akarok/>

talajvízként hasznosul. Ennél a funkciónál elsődleges a talaj vízáteresztő képességének és a talajvíz helyzetének vizsgálata, ami hosszabb esős időszak esetén (a magas szaturáció miatt) kritikus a megfelelő működés szempontjából. A klimatikus

viszonyok változását, amely a csapadék időbeli eltolódásával és szélsőségesével jár, a méretezésben és kialakításban is figyelembe kell vennünk – az átlag csapadék helyett ezért szélsőséges csapadékesemények figyelembevétele javasolt (Farkas-Barta, 2023). Vízmérnöki méretezés esetén a lefolyás szimuláció, a figyelembe vett visszatérési gyakoriság konzervatív megközelítése segít a megfelelő méret meghatározásában.

### 5.2. Vízmegtartás

A csapadék helyben tartására közvetlenül alkalmazott, városi környezetbe jól illeszthető funkció. A vízmegtartás alatt elsősorban azt értjük, hogy a komposztos talajban, illetve ültetőközegben gyűjtjük a befolyó csapadékot. Mind a komposztos talaj, mind a speciális

ültetőközeg olyan összetevőket tartalmaz, amelyeknek vízfelszívó, illetve -megtartó képessége nagyon jó. A felgyülemlett csapadék a hőmérséklet kiegyenlítő hatásával, a párologtatással ökoszisztéma szolgáltatást nyújt. Vízmegtartást burkolt városi környezetben is el lehet érni, speciális ültetőközeg és ún. szerkezeti talaj használatával. Ebben az esetben a burkolat alatt tározott víz a hőmérséklet-kiegyenlítésben is komoly szerepet kap. Ilyen megoldás a Stockholm Faültetési Rendszer (SFR) továbbfejlesztett verziója, ahol a speciális rétegrend biztosítja a csapadékvíz befogadását akár a burkolat teljes szélességében, beleértve az úttestet is (Gardenfutura, 2022). A vízmegtartás elérhető klasszikus értelemben vett tározással is, de az kevesebb zöld szolgáltatást tud nyújtani. Tágabb értelemben tározásnak tekintjük a nyílt vagy zárt tározók, esőkerttel kombinált tározók használatát, emellett a szikkasztás eredményeképpen a talajban is „tárolunk” vizet. Az esőkertekben elsősorban átmeneti jellegű víztározás történik, esetleg

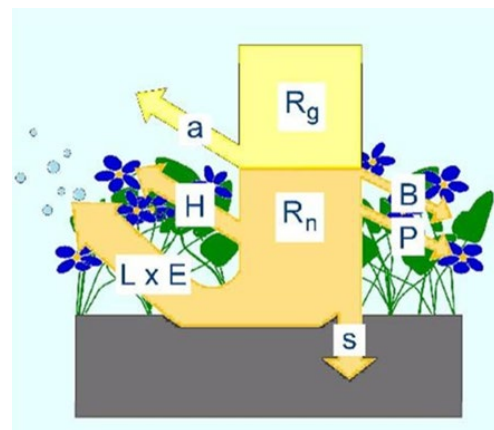


20. ábra SFR 3.0 szerkezete Forrás: Martin Vysoky - edge

kombinált esőkert–nyílt tározó megoldással találkozhatunk. Ez esetben megkülönböztetjük az ülepítő, illetve a tározó teret. (ZIF3, 2018) Méretezéskor mindkettőnél a vízmérleget kell figyelembe vennünk.

### 5.3. Párologtatás

Szorosan a vízmegtartáshoz köthető, jelentős funkciója van a városokban, ahol a hőmérséklet kiegyenlítésben (párolgás hőcserélő tulajdonsága következtében) játszott szerepe meghatározó. A párologtatás mértékét alapvetően befolyásoló tényezők a felszín erő sugárzás és a levegő nedvességtartalma. A párologtatás szerepe, különösen a transpiráció nyáron a legerősebb, részben a lomboszat nagysága (levélfelületi index), részben a



A napenergia eloszlása a növénytakaróban

$R_g$  - globális sugárzás,  $R_n$  - nettó sugárzás,  $a$  - albedó (visszavert sugárzás),  $H$  - érezhető hő,  $L \times E$  - látens hő  $\times$  evapotranspiráció (párolgás a talajról és a növényzettről),  $S$  - hőenergia-áramlás a talaj felé,  $B$  - hőenergia-raktározás a biomasszában,  $P$  - a fotoszintézis energia-felhasználása

21. ábra Növények szerepe Forrás: Vízrel a klíma helyreállításáért - Az Új Víz Paradigma (kivonatos fordítás; Karakai Tamás)

napsugárzás erőssége miatt. A párologtatásnak így különösen a sűrűn beépített, burkolt területeken van jelentősége, elsősorban hősziget csökkentő hatásával. Egyes kutatások szerint a növények párologtatása, a transzpiráció a csapadék körforgásnak több mint felét is kiteheti (Báder, 2023) növényekkel beültetett, vízzel telített talajon (M. Kravčík, 2007).

#### 5.4. Lefolyás lassítása

A változatos morfológiájú, nagyobb lejtéssel rendelkező területeken a talaj esetleges jó vízáteresztő képessége és a vízáteresztő felszínborítás ellenére is a beszivárgás jelentősen



1. ábra Rönkgát Püspökszilágyiban  
Forrás: LIFE-MICACC projekt  
<https://vizmegtartomegoldasok.bm.hu/>

csökkenhet – nem csak villámárvizek esetén. Nagyobb intenzitású csapadék esetén a telítettség miatt még azokon a területeken is rosszabb a talaj szikkasztási képessége, ahol előbbi tényezők esetleg kedvezőek lennének. Ezért a lefolyás lassításával tudjuk a víz helyben tartásának hatékonyságát növelni.

#### 5.5. Víz tisztítás

Többek között a LID megközelítésben, illetve SuDS módszertanban, továbbá az SFR technológiában is fontos szerepe van (Gardenfutura, 2022). A csapadék által a levegőből és a burkolatokról összegyűjtött szennyeződés kiszűrését a talaj, illetve ültetőközeg, valamint a növények együttesen végzik, a káros anyagok megkötésével. A funkció hatékonysága és biztonsága függ a talajvízszinttől, önálló tisztítási funkció esetén a talajvíztől alulról szigeteléssel el kell zárni (Csizmadia, 2023). A sűrű szövetű városokban, erős gépjármű forgalommal érintett területeken kiemelten fontos funkció. Ez részben a szennyezés forrásához illesztett csapadékvíz-tisztítókkal (pl. olajfogó, ülepítő), másrészt a növények, valamint a talaj, illetve ültetőközeg szűrőhatásával tudjuk megtenni. A víztisztítási funkció miatt a magas szivárgási tényezővel ( $k=10^{-3}$  m/s), illetve túl nagy szemcsemérettel rendelkező talajok sem kedvezőek, mert a csapadékot emiatt nem tudják kellően megszűrni (ZIF3, 2018). Megfelelő ültetőközeg használatával azonban ilyen esetben is használhatóak. Világszerte kiterjedt kutatásokat folytatnak,



22. ábra útról érkező víz Forrás:  
<https://www.yoursaycharlessturt.com.au/rain-gardens-flinderspark>

amelyhez különböző monitoring rendszereket állítottak fel (pl. USA, Svédország) és adatbázisokból vagy saját adatokkal kalibrálható modellek segítségével, szennyező anyagokra lebontva számítják a tisztítási hatékonyságot, hazánkban paradigmaváltás szükséges ehhez, amely a jelek szerint már elkezdődött.



## 5.6. Diverzitás erősítése

Nem csak az esőkertek, de a zöld-kék infrastruktúra bármely elemére igaz, hogy a növények elengedhetetlen és szükséges részei a megoldásoknak. Két oldalról is megközelíthetjük: egyrészt a növényeknek szükséges vizet csapadékvízből biztosítjuk, másik oldalról a csapadékvíz-kezelést visszük közelebb a természethez növényalkalmazással. Az eredménye azonos, a csapadékvíz használatával fenntartott növények ökoszisztéma szolgáltatásokat nyújtanak és jól illeszkedő növényalkalmazás esetén erősítik a biodiverzitást. Az esőkertekkel továbbá vizes élőhelyet alakíthatunk ki.

## 5.7. Puffer funkció

Integrált csapadékvíz kezelési rendszerek méretezésekor – akármennyire konzervatív alapokon történt – mindig kell egy olyan lehetőség, ahol a villámárvizek (esetleg tartós esőzés miatti csökkent vízkezelési hatékonyság) miatt felgyülemlett vizet el lehet vezetni. Ez történhet esőkertbe is (pl. tározó tó esetén). Ezért kiegészítő funkció, más elemhez kapcsolódva.

## 5.8. Tájszemlélet, környezeti nevelés



23. ábra Esőkert Stockholmban - játékos is lehet  
Forrás: <https://drupal.gijon.es/es/gijon-ecoresiliente-prtr>

Bár az ökológiai csapadékvíz-kezelés – így az esőkertek – használata valójában visszatérést jelentenek a természeti folyamatokhoz, sokszor tapasztaljuk, hogy a köz szemlélete nehezen fogadja ezt be. Ezért előfordulhat, hogy a népszerűsítés miatt olyan helyszíneken és megoldásokban készülnek ökológiai csapadékvíz kezelő eszközök, esőkertek, amelyek nem teljesen a természeti folyamatokon alapulnak. Ilyen lehet az öntözőberendezéssel ellátott, illetve olyan helyen létesített esőkertek, ahol eredetileg nem volt kérdés a csapadékvíz kezelésének megoldása – de az felhasználható közvetlenül a növények fenntartására. A közgondolkodás természet alapú visszazoktatásának nagy jelentősége van abban, hogy a természet alapú megoldások teret hódíthassanak.



24. ábra 15 perces természet Forrás:  
<https://drupal.gijon.es/es/gijon-ecoresiliente-prtr>

## 6. Az ökológiai csapadékvíz gazdálkodás elemei

A terület hidrológiai, morfológiai és geológiai adottságai behatárolják a csapadékvízkezelési eszközök használatát. A csapadékvíz gazdálkodásnak számos eleme, eszköze, műtárgya létezik. Az előző fejezetben részletezett célok elérhetőek jellemzően az erózió hatásának ellenálló anyagból, elsősorban betonból, épülő műtárgyakkal. Olyan fenntartható megoldást keresek, amellyel összességében a csapadékvíz gazdálkodás kihívásai legalább annyira kezelhetőek, mint a hagyományos műtárgyakkal, nem utolsósorban összességében sokszor alacsonyabb költségek mellett (Csizmadia, 2020 b; Csuka, 2023 a). Ahogy az ökológiai rendszerek általában, úgy a csapadékvíz gazdálkodásban használt elemek is bonyolult, dinamikus egyensúlyra törekvő rendszert alkotnak, ezért holisztikus szemlélettel kell közelítenünk. Ökológikusnak azon rendszerek tekinthetők, amelyek legalább az alábbi szempontrendszernek megfelelnek:

- Természeti előképhez köthető, illetve természetalapú megoldásnak tekinthető;
- Nem, vagy csak nagyon kis mértékben tartalmaz olyan épített elemet/részt, amely környezetterhelő technológiával készül (pl. betonelemek, műanyag elemek; de elfogadható a kiegészítő drénezés esetén a műanyag dréncső);
- A környezetébe/tájba illeszkedő: ez mind a kialakítására, az anyag és technológia használatra, mind a növényválasztásra vonatkozik (tájépítészeti megközelítés);
- Kialakítása lehetőség szerinti alacsony környezetterheléssel történik (pl. földgyenleg elsődlegessége), helyi anyagok használata.

### 6.1. Hagományos elemek, megoldások – a dombvidéki vízrendezés eszközei

Ezek az eszközök is illeszkednek a rendszerbe, ha megfelelnek a fent felsorolt kitételeknek és nem magas karbon lábnyommal rendelkező anyagok (pl. beton) beépítésével alakítják ki. Kiegészítőnek tekinthetőek, elősegítik az esőkert létesítését olyan területeken, ahol egyébként arra a lejtés miatt nem lenne lehetőség. Az eszközöknek megtalálhatjuk a természeti előképét, aminek felhasználásával a technológia természet alapú megoldásként kerülhet be a csapadékvíz kezelésbe. A vizsgált területen leginkább a következők használhatóakat az alábbiakban részletezem.

#### a) Biológiai védelmi módszerek

A növények megválasztásával (esőárnyék), a telepítési sűrűség növelésével lehet mérsékelni a lefolyó csapadék mennyiségét. Ez történhet a lejtős részek növényvel

történő beültetésével, ami lassítja a lefolyást elsősorban lefelszerű víz esetén, illetve zárt növénytakaró telepítésével, pl. erdősítés.

#### b) Műszaki védelmi módszerek

Vízmosások, nagyobb lejtésű árkok esetén az esést összpontosító rétegek beiktatása, fenéklépcsőzés, fenékgátak, illetve hordalékfogó gátak építése (Hegyi, 2022). Ezek a módszerek nagyobb lejtés esetén a lefolyás sebességét és eróziós hatását mérsékelik (pl. kőbordás fenéklépcsővel), illetve a hordalék felfogásával segítik az elvezetést. A sáncolás szintén a víz lefolyásának lassítását szolgálja a lejtős területeken, ahogyan az erdőben a kidőlt fák hasonló célt szolgálhatnak. Nem vonalmenti, hanem lefelszerű vízfolyás esetén alkalmazzák. A terep hullámosításával és sáncárkok kialakításával megtöri a víz útját, szikkasztásra is alkalmas. Nagyobb tereplejtés (>17-25%) esetén teraszolás alkalmazható. A teraszok rézsús kialakítással készülnek, felszínük (korona) kialakításától függően alkalmasak lehetnek a lefolyás lassítására vagy beszivárogtatásra. Mivel a szikkasztásra, szivárogtatásra alkalmas eszközök, így az esőkert is csak közel sík terepen alkalmazható, a víz helyben tartása elvén<sup>5</sup> a változatos morfológiájú területeken gyakran használható. Az övárkok olyan, szintvonal mentén, a lejtésre merőlegesen kialakított vízelvezető árkok, amelyek egy kialakított befogadóba vezetnek. (Sziebert, 2018)

### 6.2. Zöld-kék infrastruktúra megoldások

Az itt felsorolt létesítményeknek több, egymástól eltérő meghatározása is lehet a szakirodalomban. Többnyire az elsődleges funkció alapján kerül kialakításra, így egy integrált rendszerben többféle eszköz használata is előfordulhat. Az ökológikus megoldások lehetnek a korábbi, illetve hagyományos vízrendezési eszközök, módszerek továbbfejlesztése vagy újragondolása a fenntarthatóság irányában, a természet alapú megoldások. A negyedik fejezetben a LID esetében említett bioretenciós eszközök nagyrészt fedésben vannak az alább részletezett megoldásokkal.

#### 6.2.1. Vízáteresztő burkolatok

Városi, burkolt környezetben – nagy jelentősége van abban, hogy a csapadék kezelésének koncentrációját csökkentse – azaz a víz egy része helyben el tud szivárogni, nem kell azt elvezetve, máshol összegyűjtve, nagyobb mennyiségben kezelni. A vízáteresztő

---

<sup>5</sup> A csapadékvizet a megjelenési helyén, vagy ahhoz minél közelebb kezeljük, ezzel kisebb vízgyűjtőkre bontva a területet.

burkolatok esetén fontos, hogy milyen alapszerkezettel készülnek, mert csak megfelelő hézagterefogat esetén tudják a vizet átteresztetni a talaj felé.

### 6.2.2. Szikkasztóárok

Növényzettel fedett, 0,5 ‰ alatti lejtésű árok, amit tározóként kell méretezni. (Magyar Közút, 2023) Megfelelő lejtés esetén azonban a csapadékvíz elvezetését is szolgálhatja. A benne lévő növényzet többnyire fű, így simasági együtthatója jóval alacsonyabb ( $20 < K < 40$ ) mint a betonároké (70 körüli érték), ezért lefolyás lassítására is alkalmazható. Az árok nem tartalmaz épített elemet, kivéve, ha az szakaszoló határként funkcionál vagy pl. víztisztítás miatt szükséges. Németországban sok helyen alkalmazzák, mert bár a növényzete egyszintű, megfelelő körülmények között esőkert funkciót is el tud látni. (Csizmadia, 2023)

### 6.2.3. Esőkert

Elsődleges funkcióként szikkasztásra, illetve víztisztításra alkalmazzák, a bioretenciós eszközök közé sorolható (Liu, J. et al., 2014). Sík területen alkalmazható, legfeljebb 3%-os lejtéssel, elkerülendő az eróziót (Curtis Hinman, 2013) – de létrehozható változatos morfológiájú területen is teraszosítással. Kiterjedése függ a vízgyűjtő terület nagyságától, a mértékadó csapadék mennyiségétől, a talaj vízáteresztési tulajdonságaitól. Kialakításakor a vízközmű mérnöki és (ha bevonása a helyszín miatt szükséges) közlekedésmérnöki szempontokon felül a tájépítészeti szempontokat is figyelembe kell venni – ezek közül kiemelendő a tájba/ környezetbe illesztés és a megfelelő növényválasztás. Utóbbi több körülmény, tényező függvénye, erre a növényválasztásra vonatkozó részben térek ki részletesebben. Az esőkertek egyik jellemzője az ideiglenes tározás, ezért felszínük a talajszintnél alacsonyabban, medenceszerűen kerül kialakításra. Fontos, hogy az esőkerteknek mindig legyen puffer terük, amely az elhelyezkedésüktől függően lehet a csapadékvíz elvezető csatorna, de akár egy nagyobb terület is (p. helyi sportpálya), amelyre a villámárvízből a méretezés folytán már nem kezelhető vizet el lehet vezetni.

A rendszerbe illeszkedés alapján az esőkerteket három kategóriába soroltam:

- Lehetnek egyediek – ezek jellemzően egy kis terület pl. egy kert, társasház vagy utca vízkezelését szigetszerűen oldják meg. Ez esetben a túlfolyó kezelése is szigetszerű, nem egy nagyobb rendszer része. Kisebb terület, pl. utca csapadékvíz szikkasztása több kisebb esőkert kialakításával történik, de azok nincsenek

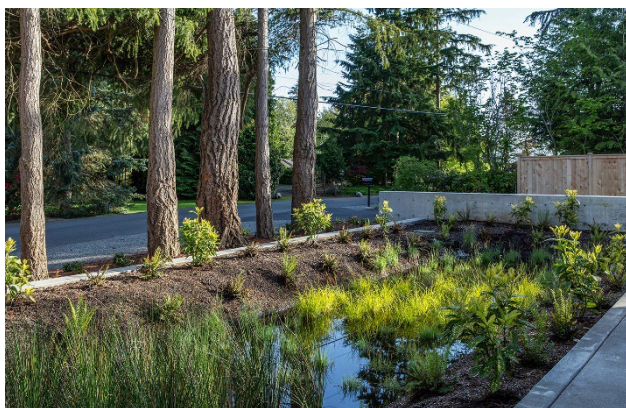
túlfolyóval összekötve, ezért nagyobb intenzitású, vagy hosszabb ideig tartó nagy mennyiségű csapadék esetén – amelyet a terület már nem tud befogadni – nincs lefolyása más csapadékvíz kezelő műtárgyba/eszközbe, nem „folytatódik” a rendszer. Erre példák a kecskeméti esőkertek (Farkas-Barta, 2023); illetve a pünkösdfürdői esőkertek.

- A félig integrált esőkert legalább a túlfolyót tekintve egy komplex csapadékvíz kezelő – vagy elvezető - rendszerhez tartozik. (Pápai, 2023) leírása alapján ebbe a csoportba tartozhatnak Budapest egyes sűrűn beépített, belső kerületeiben létrehozott esőkertek, amelyek egy vagy néhány ház csapadékvizét kezelik, de túlfolyás esetén az (egyesített) csatornába vannak bekötve.
- Ha az esőkert egy integrált rendszer részeként funkcionál, akkor egymással kapcsolatban lévő csapadékvíz kezelését segítő eszközök egyikeként kell kezelnünk, így funkciója, kialakítása függ a rendszerben betöltött szerepétől és méretezése a rendszer méretezéséhez igazodik.

Az esőkert kialakításakor figyelembe vesszük a kezelendő csapadékvíz, talaj főbb paramétereit, a fogadó terület jellemzőit, a kialakítás helyét, növények és ültetőközeg vízfelszívó-párolgató képességét (evapotranszpiráció). Kialakításuk szempontjából három alaptípusba sorolom az esőkerteket: természetközeli, száraz esőkert és burkolt városi téri (SFR kompatibilis).

#### a) Természetközeli esőkert

##### Komposztos-mulcsos kialakítás (seattle-i esőkert)



25. ábra Esőkert Seattle-ben Forrás:  
<https://www.terrainseattle.com/blog/news/charities/designing-and-building-a-rain-garden>

Alapja az ökoszisztéma fenntartás, előképe az erdő, az ott évtizedek vagy még hosszabb idő alatt felgyűlt humuszréteget modellezzük le kialakításakor (Pásztor, 2023). Nagy mértékben hagyatkozik az így jelentősen megnövelt szikkasztó, illetve vízmegtartó kapacitásra, segítségével egyébként szikkasztásra

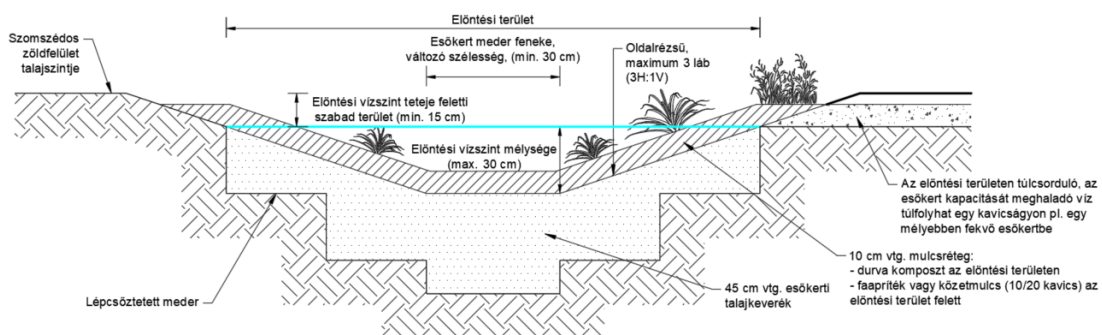
kevésbé alkalmas területeken is kialakítható esőkert. Ott alkalmazható, ahol a talaj vízáteresztése magas szaturáció mellett is meghaladja a 2-3 mm/órát, de optimálisan

legalább 5 mm/óra (Curtis Hinman, 2013). A bioretenció a talajt, a növényeket és a kapcsolódó mikroorganizmusokat használja fel a csapadékvíz kezelésére – ennek keretében vízáteresztő és biológiailag aktív feljavított (komposztált, lazított) talajokat alkalmaznak (Geosyntec Consultants, Inc., 2023). Ha a talaj vízáteresztő képessége alacsony és nincs lehetőségünk a csapadék biztonságos tovább vezetésére vagy kiegészítő drénezésre, akkor mérlegelnünk kell, hogy más csapadékvíz kezelési módszert – esetleg másik, közeli területen - alkalmazzunk. Az esőkert kialakítására különböző leírások léteznek, amelyeket a helyi viszonyokhoz adaptáltak; a dolgozatban a seattle-i típusú esőkert rétegrendjét veszem alapul. (Curtis Hinman, 2013)

A legalsó réteg a szikkasztó réteg, amely az eredeti talaj. Amennyiben ennek vízáteresztő képessége még megfelelő, de nem tekinthető kedvezőnek, fellazítással, illetve (kvarc)homok hozzáadásával tudjuk javítani. Efölött helyezkedik el a vízmegtartó réteg, amely 30-60 cm mély, elsősorban a területen található termőtalaj az alapja. Ezt erősíteni kell komposzt és szükség esetén homok vagy más jó vízáteresztő és vízmegtartó anyagok (pl. forgács, homokos kavics) keverékével. Kedvezőtlen jellemzőkkel rendelkező talaj esetén teljes talajcserére is sor kerülhet, így speciális ültetőközeget is használhatunk. A réteg vastagsága attól függ, hogy mennyire vízáteresztő az alatta lévő eredeti talaj, a nagyobb mélység szikkasztási puffertérként működik. A komposzt aránya nagyban függ a talaj minőségétől, továbbá a talajréteg vastagságától, illetve az elérni kívánt céltól. Abban az esetben, ha a talaj jó termőképességű, kellően vastag rétegben fedi az alapkőzetet és vízáteresztése is optimális, jóval kevesebb komposzt használata is célravezető lehet. A komposzt a vízmegtartásban is segít. Például az ohioi Old Woman Creek projektben, ahol a talaj homokos vályog volt, további 40% komposztot és 30% homokot keverték hozzá (Tucker, 2008). A komposzt összetétele és minősége is befolyásolja az esőkert szikkasztó képességét, illetve hatással van a víztisztításra is. A komposzt minősége fontos az esőkert működése szempontjából, egyes megközelítések szerint nem tartalmazhat trágyát, illetve csírátlanítottnak kell lennie (Pásztor, 2023); optimálisan fele-fele arányban tartalmaz faaprítékot és lombot (Tucker, 2008). Két csapadékesemény között – főként, ha hiányzik a fák szintje vagy gyér a cserjeszint – az esőkertben az evaporáció mélyebb rétegeket is érinthet. Ennek elkerülésére mulcsolás szükséges, 7-10 cm rétegvastagságban. Mivel a kialakítás miatt az esőkert széleitől lejtéssel kell számolnunk, a mulcsolásra használt anyag nem kéreg, hanem folytonos konzisztenciájú, kevert faapríték. A legfelső réteg az átmenetileg tározott víz. Ennek

mélysége 15 cm, pufferként a szegélyekkel tovább emelhető nagyjából 30 cm-ig, a talaj vízáteresztő képességének függvényében. Ha hidrológiai méretezés készül az esőkert nagyságára (pl. lefolyásszimuláció, illetve vízmérleg alapján), akkor is úgy kell kialakítani az ideiglenes tározó részt, hogy 48 órán túl ne maradjon benne a csapadék (48 órás leürülési időkorlát), ezért túlfolyó kialakítása is szükséges.

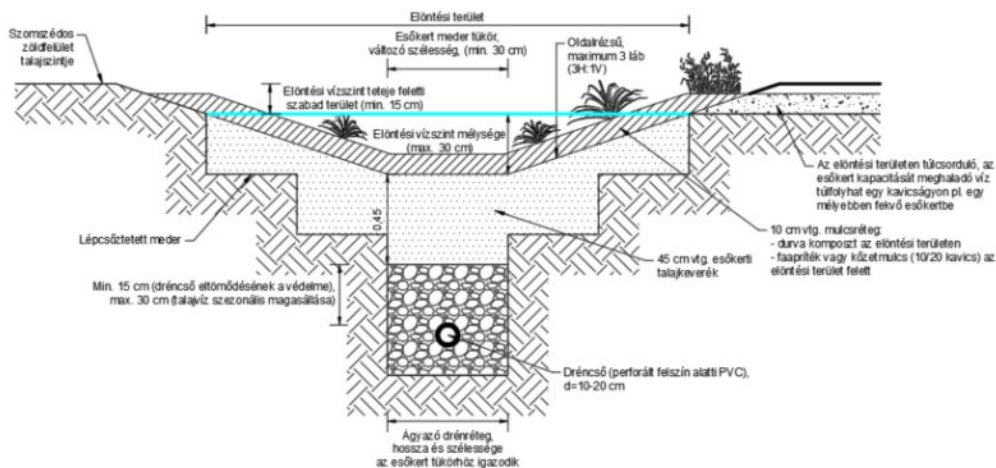
Fenti rétegreddel az esőkert felszíni kiterjedése a talaj szaturált állapotban történő vízáteresztő képességétől és az átlagos csapadéktól függően 3-13%-a vízgyűjtő terület méretének (Curtis Hinman, 2013) alapján. Más megközelítésben tervezhetünk havária esemény alapján számolva, ekkor a területen korábban előfordult vagy feltételezett legmagasabb csapadékmennyiségre (pl. 80-100 mm) méretezünk (Farkas-Barta, 2023). Ha nem áll rendelkezésre fentiek szerint elegendő terület, akkor mélyíthetjük az esőkertet, de a mélyülés és a terület csökkentése közötti kapcsolat nem lineáris (Pásztor, 2023), a talaj vízáteresztése ezzel nem javul, a puffertér azonban bővül. Az erózió csökkentése céljából mind a bevezetésnél, mind a kivezetésnél (túlfolyó) erősített rétegre van szükség (pl. kavicsos kialakítású ki- és befolyó). A meder szélének lejtése nem lehet meredekebb kétlábasnál, optimálisan legalább háromlábás rézsű.



26. ábra Természetközeli esőkert általános metszete Forrás: Gardenfutura <https://www.gardenfutura.hu/esokert>

### Drénezett kialakítás

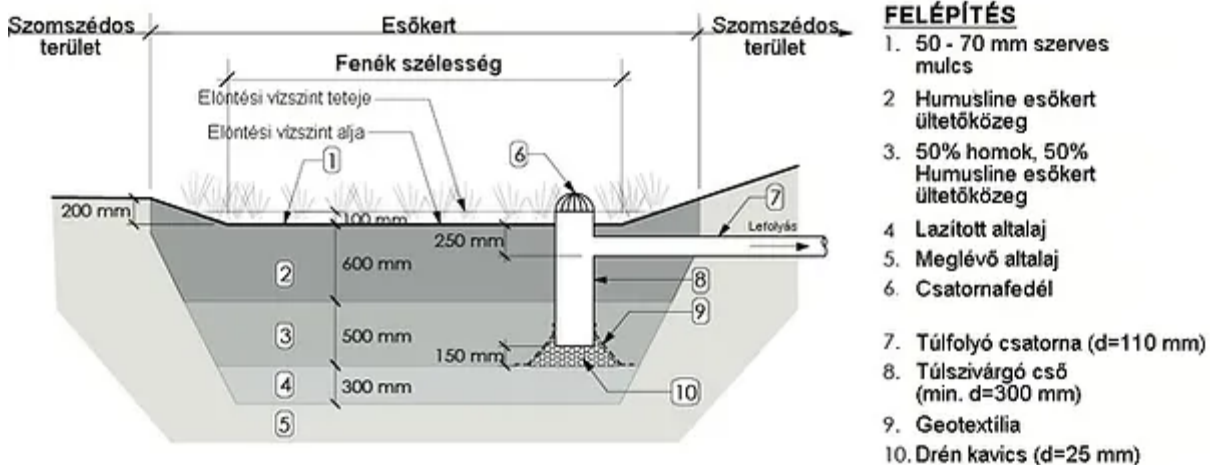
Az első két megoldást kiegészítheti, a kialakítás alapja a hagyományos szikkasztási módszer. Elsősorban az alatta lévő talaj vízelvezető kapacitását kell figyelembe venni szűk keresztmetszetként.



27. ábra Természetközeli esőkert metszete drénezett kialakítással Forrás: Gardenfutura <https://www.gardenfutura.hu/esokert>

### Komplex megoldás

Ha a talaj vízáteresztő képessége rossz, illetve gyakori villámárvizekre kell számítanunk vagy a csapadék intenzitása miatt növelnünk kell a vízmegtartó réteget, illetve erősíteniünk a szikkasztási kapacitást és gondoskodnunk kell a felesleg elvezetéséről. Ezt a tükör fellazításával, a rétegvastagság növelésével, speciális ültetőközeg használatával (pl. bioszén), illetve túlfolyó beépítésével tudjuk megtenni. A túlfolyó a csapadékvíz elvezető csatornába is csatlakozhat, de esőkert rendszerek esetén az alacsonyabban fekvő esőkertbe is vezethet.



### **FELÉPÍTÉS**

1. 50 - 70 mm szerves mulcs
2. Humusline esőkert ültetőközeg
3. 50% homok, 50% Humusline esőkert ültetőközeg
4. Lazított altalaj
5. Meglévő altalaj
6. Csatornafedél
7. Túlfolyó csatorna (d=110 mm)
8. Túlzivárgó cső (min. d=300 mm)
9. Geotextília
10. Drén kavics (d=25 mm)

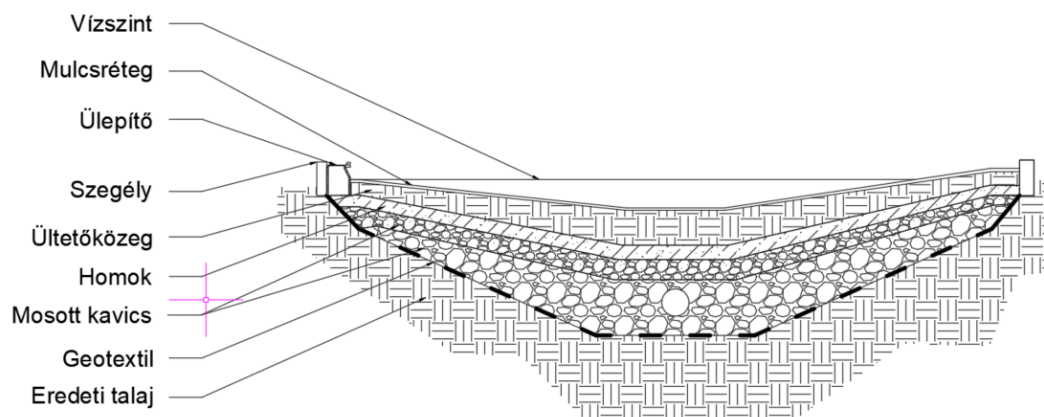
28. ábra Erősített rétegrendű esőkert Forrás: Gardenfutura <https://www.gardenfutura.hu/esokert>

### b) Száraz esőkert

A száraz esőkert elsődleges funkciója a szikkasztás, ezért az idő nagy részében nem tartalmaz vizet. Ehhez természetes környezetben jó vízelvezető altalaj szükséges, illetve méretezésnél (puffer betervezésénél) erre tekintettel kell lenni. Városi környezetben a



felesleges víz a csatornarendszerbe kerülhet át az alsó rétegben vezetett dréncsővön keresztül, de elképzelhető kiegészítő szikkasztó cellák használata is. Ez hibrid megoldásnak tekinthető, különböző műtárgyak beépítése szükséges (ülepítő akna, szellőző, szikkasztó rekesz) (Pápai, 2023). Az elsődleges szikkasztási cél miatt a rétegrendben homokot, illetve kavicsot használunk, amelyet geotextíliával választunk el a talajtól. A rétegrendben a komposztos termőtalaj elsősorban a növények megtartását szolgálja. A sekély termőrétegre tekintettel – mely alatt fokozottan vízáteresztő réteg helyezkedik el – előfordulhat, hogy a növények vízellátásáról hosszabb száraz időszakban gondoskodni kell. A száraz esőkert metszete hasonló a szikkasztóárokhoz, illetve bioárokhoz (dry swale/ bioswale).



29. ábra Száraz esőkert általános metszet Forrás: saját rajz

### c) Burkolt városi terület esőkertje (SFR kompatibilis esőkert)

Esőkert létesítése (nagy)városi körülmények között speciális kialakítást igényel. A körülmények kedvezőtlenek: a nagyobb lefolyási tényezővel rendelkező burkolt felületek aránya magas, így nagyobb mennyiségű csapadékot kell kezelni, ami főként villámárvizekkor jelent kihívást. Emellett nem csak a bevonható terület kicsi, hanem sokszor lefelé sem lehet terjeszkedni a közművek, esetleg a rossz talajminőség miatt. Ha csak utóbbi a kérdéses, arra a rekeszes esőkert kialakítás választhatjuk – amennyiben van elegendő hely. Előbbi esetben az jelent megoldást, ha a felszín alatti rétegeket bevonjuk a rendszerbe, ezzel nagyobb átmeneti víztároló kapacitást teremtünk, ami intenzív csapadék esetén elengedhetetlen. Azonban a csapadékesemények közötti száraz időszakokban is biztosítani kell a növényeknek szükséges vizet. Mivel további elvárásaként jelentkezik, hogy az erős forgalomnak kitett felszín használati módja továbbra is megmaradjon (pl. parkoló), a hagyományos esőkert felépítés már nem jelent megoldást, mert a tömörödést a növények nem viselik el. Ezért olyan anyagot kell keresni,

amely nagyobb terhelés hatására sem tömörödik, de megfelelő életteret nyújt a növényeknek. A Stockholm Faültetési Rendszerhez (továbbiakban SFR) kapcsolódó esőkerteknél a vízmegtartó réteghez durva frakciójú köveket használnak, a tápanyagot bioszenet tartalmazó szubsztrátum bemosásával biztosítják, így a növények számára vízpótlás nélkül is megfelelő környezetet biztosítanak. Az ilyen típusú esőkerteknek a tisztítási képességük is jó a bioszénnek köszönhetően. A komplex rendszernek tározásra puffert jelent a burkolat alatti réteg, illetve a szürke infrastruktúrába is beköthető (Gardenfutura, 2022).



30. ábra Burkolt felületben speciális ültetőközeggel kialakított esőkert Forrás: edge

#### 6.2.4. Bioárok

A bioárok – bár sok tekintetben hasonlóságot mutat az esőkerttel -, abban alapvetően eltér, hogy elsősorban a víz elvezetését szolgálja. (Hoyk, 2020; Hetesi, 2020). Az árok mélyebb, így nagyobb mennyiségű vizet tud átmenetileg tározni. Gyakran használnak drénezést és a növények többnyire a szikkasztó réteg felett, illetve az árok odalában kerülnek elhelyezésre. A bioárok (bioswale, bioretention swale) a fenntartható csapadékvíz kezelési koncepciónak (SuDS) és a LID-nek egyik alapeleme.



31. ábra Bioárok Seattle-ben Forrás: <https://www.carrolltownship.com/wp-content/uploads/MS4-Presentation-Carroll-Twp-2019.pdf>

#### 6.2.5. További eszközök

Még számtalan olyan eszköz van, amelyek alkalmasak a csapadékvíz-kezelés különböző szerepeinek betöltésére. Az utcáfásítás a szikkasztásban és legfőképpen a párologtatásban

játszik vezető szerepet. A zöldtetők és zöldhomlokzatok a lefolyás lassításában és – főleg utóbbi – a párologtatásban segít. A kéktetők szintén hatékony eszközei a lefolyáslassításnak, ahogyan a víztározó tér is. Párologtató ároknak nevezzük a nagy lombtömөгű növényekkel borított vonalmenti mélyedést, amelyet folyamatosan nedvesen tartunk, illetve a víztisztítási funkciót segíti még a szűrőárok (mesterséges mocsárszóna) is. (Csizmadia, 2020 b) Az új mérnöki megközelítések már nevesítik a zöld-kék infrastruktúra eszközöket (Magyar Közút, 2023) pl. a wetland, biofiltrációs árok, szikkasztó- és párologtató árkok, szikkasztóárkok, kavicsos szivárogtatók, esőkertek, biológiai szivárogtatók (esőkert és kiegészítő tárolóréteg), vízáteresztő burkolattal ellátott útpályaszerkezetek tárolórétegei, zöldtetők, csapadékvíz-tárolók (föld alatti, föld feletti), talajba szikkasztó, csak késleltető, csapadékvíz hasznosítását szolgáló.

## **7. Kialakítást befolyásoló tényezők**

### **7.1. Tervezési alapelvek**

Az esőkertek tervezésénél Csizmadia Dóra szerint kiindulási alap, hogy többnyire egy probléma megoldására, illetve kezelésére létesül. Ezért a feladat komplexitásához illeszkedő leegyszerűsített formában az integrált tervezés folyamatát érdemes követni (Csizmadia, 2021.), amelynek egymás utáni lépései a kockázatelemzés, akcióterv készítése, ezt követi az integrált mesterterv, a területfejlesztési koncepció és legvégül az objektumtervezés. A tervezéshez segítséget adhatnak a különböző döntési fák, amelyek alapja a jellemzők felmérése. Ez meghatározza azt, hogy milyen csapadékvíz kezelési eszköz használatára van lehetőségünk – létesíthetünk-e egyáltalán a területen esőkertet, és ha igen, az milyen kialakítással lehetséges. A talaj vízáteresztő képessége alapvető ebből a szempontból – ha az nem megfelelő, akkor más megoldást kell keresni. Ha a vízáteresztő képesség még megfelelő, de nem kedvező, akkor a rétegrend erősítésével, illetve túlfolyó beépítésével tudjuk a felesleget kezelni. A méretezéssel határozzuk meg, mekkora esőkertet kell létesíteni az adott kérdés kezeléséhez. Első lépésként fel kell mérnünk azt, hogy mekkora csapadékra számíthatunk. Ezt több tényező is befolyásolja, első lépés a vízgyűjtő terület lehatárolása, illetve a mértékadó csapadék meghatározása. Jelentősebb projektek esetén szakági, vízi közmű tervező méretezi az esőkertet. A kialakítással az esőkert stílusa mellett a rétegrend és kapcsolódások meghatározása mellett behatároljuk a tájba, illetve települési környezetbe illesztést is. A csapadékvíz kezelés tervezését, méretezését – mivel vízjogi engedélyezést érinthet - alapvetően

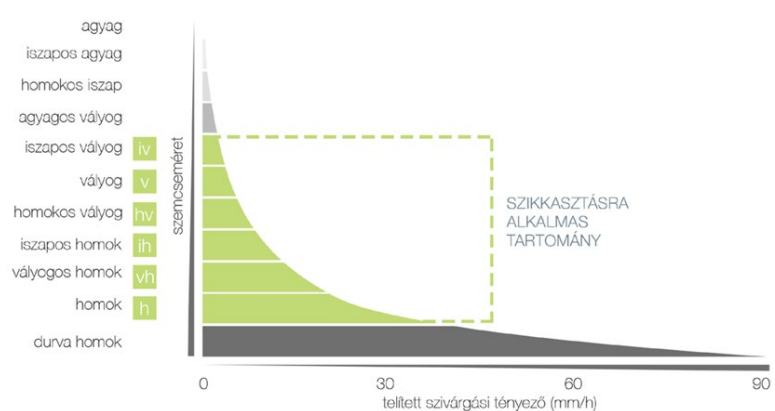
szakági tervező végzi. A vizsgálatomhoz szükséges lehet annak ismerete, milyen tényezők vizsgálatával jutunk el az esőkert kialakítási jellemzőihez, beleértve annak szükséges méreteit. A következőkben szereplő tényezővizsgálat és méretezési számítás bemutatása tájékoztató jellegű.

## 7.2. Tényezővizsgálat

- Talaj vízáteresztő képessége

A talaj vízáteresztő képességi együtthatója (vagy szivárgási tényezője) megmutatja, hogy a talaj alkalmas-e az esőkert kialakításra. A vízáteresztő képesség első sorban a talaj szerkezetének, összetételének függvénye. Ezt azonban befolyásolja az is, hogy korábbi csapadékok nyomán, illetve azon időszakokban, amikor a talajvízzel telített (korábbi, pl. ún. előkészítő csapadék esetén) vagy fagyott, a vízáteresztő képesség lecsökken, illetve a talaj átmenetileg akár vízzáróvá is válhat. A szivárgás sebessége amellet, hogy befolyásolja az esőkert területen való elhelyezhetőségét, meghatározza az odavezetendő csapadékvíz mennyiségének függvényében a szükséges esőkert nagyságát. Vizsgálata több módon történhet. A területre rendelkezésre állhat talajvizsgálat vagy geotechnikai vizsgálat, amit irányadónak használhatunk. Azonban minden esetben a konkrét helyszínen is – az esőkert tervezett tükrének szintjétől mérve – meg kell vizsgálnunk a beszivárgás sebességét. A

hazai gyakorlatban többek között infiltrométeres vizsgálatot használnak, illetve furat-feltöltéses módszert (Magyar Közút, 2023), azonban egyszerűbb esetekben



32. ábra Talajtípusok vízáteresztési képessége Forrás: (ZIF3, 2018)

használhatunk egyszerűen elvégezhető tesztet is a helyszínen ásott gödör vízzel történő feltöltésével. (Tucker, 2008; Farkas-Barta, 2023; Pásztor, 2023)

Bár a hazai gyakorlatban a szakemberek a  $k=10^{-5}$  értéket tartják irányadónak, az amerikai gyakorlatban az esőkert létesíthetőségére  $k=5 \times 10^{-6}$  érték<sup>6</sup> az elfogadási határ (Curtis Hinman, 2013)

<sup>6</sup> 0,1 inch (0,254 cm) kerekítve

- Talajvízszint és felülethasználat

A talajvíz szintje több szempontból is befolyásolja az esőkeretet. Különösen kötöttebb talajokon a kapilláris vízfelszívás (Nagy, 2018) is befolyásolja a beszivárgás hatékonyságát. Másik fontos kérdés a felszín alatti vizek védelme, ugyanis a beszivárgás – a vízgyűjtő terület használatának függvényében eltérő mértékben - szennyező anyagokat tartalmaz. A külföldi gyakorlatban (SuDS, LID, illetve az SFR kapcsán Svédországban, illetve Csehországban) az esőkereteket, illetve hasonló módon működő bioretenciós eszközöket részben víztisztítási céllal alkalmazzák. Ezekre kiterjedt vizsgálatok történtek és széleskörű, hosszú időre visszanyúló adatbázisok használatával kalibrálják a modelleket.<sup>7</sup> A talajvíz szintjének meghatározása nem csak az esőkert hatékonyságának szempontjából fontos. Ha az esőkert – esetleg vonalmenti megoldásban – eléri a talajvizet, szivóhatással, evaporáció, illetve – túlfolyó beiktatása esetén - elvezetés révén hozzájárulhat a talajvíz csökkentéséhez.

Kiinduló alapnak a mértékadó talajvízszintet tekintjük, ami a maximális talajvízszint 50 cm-rel megnövelt értéke. Arra, hogy milyen távolságra lehet létesíteni a talajvíz ezen szintjétől egy esőkeretet, szintén eltérő megközelítések léteznek. A fővárosi környezetre adaptált komplex útmutató szerint ez 50 cm (ZIF3, 2018), az amerikai útmutató is a legmagasabb vízszinthez képest<sup>8</sup> 3 lábban határozza meg ökölszabály alapján. Ha engedélyezési terv készül, pl. utak létesítése esetén, az útügyi szabályozás (Magyar Közút, 2023) a térségi megfigyelő kutak adatsorainak használatát írja elő. A talajvíz szennyezésének elkerülésére megfelelő rétegrend, illetve abban speciális összetevők használata (pl. bioszén), illetve műtárgyak használata (pl. olajfogó, ülepítő) indokolt lehet.

### 7.3. Méretezés

Miután kiderült, hogy a talajviszonyok lehetővé teszik-e szikkasztással járó csapadékvíz kezelést, meg kell határoznunk, mekkora kapacitású esőkertre van szükség. Az Egyesült Államokban, ahol elterjedt a kisebb területek csapadékvízkezelésének megoldása természetközeli módon, a korábban már említett útmutatók egyszerűsített méretezési

---

<sup>7</sup> pl. Stormtac, amely több adatbázis, de saját adatok alapján is kalibrálható különböző területhasználatokra, 70 féle szennyező anyagot képes vizsgálni

<sup>8</sup> Ez tapasztalati meghatározás, ezért nem használom rá a maximális- vagy mértékadó vízszint kifejezést, a maximálishoz áll közelebb.

segédletet tartalmaznak. Ezek lehetnek táblázatok, amelyekből néhány egyszerű paraméter kiválasztásával megkapható a szükséges méret (Curtis Hinman, 2013) vagy lehetnek szofisztikáltabb számításokat lehetővé tevő, de egyszerűsített számológépek<sup>9</sup>.

Az esőkert kapacitásának meghatározásánál lényeges jellemzője, hogy csak átmeneti, rövid ideig tározza vizet. Kiindulópontnak tekintjük, hogy az esőkertben tartós intenzív esőzések alkalmával se legyen 2 napnál hosszabb ideig víz, más megközelítés szerint ennél rövidebb, 30 óra leürülési korláttal számolunk (Curtis Hinman, 2013)<sup>10</sup>. A közgazdaságtanból kissé szabadon átvett fogalom alkalmazásával ezt puha korlátnak tekinthetjük, ha túlfolyóval bekapcsoljuk a szürke infrastruktúrába. A méretezés alapja a vízmérleg (Varga, 2022). A méret pedig az esőkert hasznos mérete, amelyet korrigálunk az esőkertben alkalmazott szikkasztó és vízmegtartó közeg jellemzői alapján. Komposztos esőkertben a korrekciós tényező homokot tartalmazó esőkertnél 0,3-0,5 (Pásztor, 2023), illetve magasabb komposzttartalom esetén akár 0,7 is lehet (Farkas-Barta, 2023), száraz esőkertben a hézagterfogatra tekintettel 0,3 a jellemző érték. SFR kompatibilis városi esőkertben szintén a közeg összetétele határozza meg a felvehető víz mennyiségét, ez Rainmax ültetőközeg esetében 0,35.

A vízmérlegben kétféle adat van: az egyik növeli, a másik csökkenti a rendszerben lévő csapadékot. Beérkező tétel a csapadékból az esőkertbe érkező mennyiség, amelyet a vízgyűjtő terület nagysága, a csapadék intenzitása (egy csapadékesemény vagy adott időszak alatt a területre érkező csapadék) és egyéb, lentebb részletezett tényezők határoznak meg. Esőkert esetében a csapadékvíz beszivárgás és párolgás révén tud távozni. Az esőkertek egyik előnye lehet a növények használatával elért közvetlen (transzspiráció) és közvetett (evaporáció) párologtatás. Elegendő arra gondolnunk, hogy milyen párologtatási potenciálja van egy kifejlett, nagy lombkoronájú fának, amelyhez a nedvességet a talajból veszi fel – amelyhez az esőkert által beszivárogtatott víz jelentős forrás. Új mérnöki megközelítésben az evapotranszspiráció is figyelembevételre kerülhet a tervezésnél. A vízmérleget a szakági tervező egyes paraméterek, többek között a vízgyűjtő terület nagyságának függvényében szimulációs modellel, csapadékidőssorral, illetve modelleszapadékkal is meghatározhatja. (OVF1, 2021) (Magyar Közút, 2023)

---

<sup>9</sup> Combined Sewer System BMP Sizing Calculator for Quantity Control (San Francisco Water Power Sewer)

<sup>10</sup> Ezek hüvelykujj-szabályok

- Vízgyűjtő terület mérete és a felületek minősége

A vízgyűjtő terület nagyságának meghatározása látszólag egyszerű feladat. A felületek esetében a vízszintes vetületet kell megállapítani. Fontos, hogy számba vegyünk minden olyan területet, amelyről lefolyás érkezik (pl. külvizek, szomszédos terület stb.) és megállapítsuk, érkezik-e szennyező anyag a felületekről. Utóbbi főleg a kialakításban játszik szerepet.

- Csapadék intenzitás (vízhozam, vízmennyiség)

A mértékadó csapadék számítása történhet modelles csapadék vagy csapadék idősor segítségével. Korábban a vízgyűjtő terület nagyságától függően a racionális vagy a Csermák-módszer alkalmazásával kellett számolni, az eredmény így múltbéli adatokra épült, statikusan határozta meg a mértékadó vízhozamot. Jelenleg a már említett szimulációs modellel, csapadék idősorral vagy modell csapadékkal számolunk (Varga, 2022), a méretezési biztonság növelésére klímaszorzó használatával, amely a klímaváltozás miatt gyakrabban előforduló villámárvizek tervezési bizonytalanságának kockázatát kezeli. (OVF1, 2021)

- Domborzat

Az összegyülekezési időt és a lefolyás sebességét befolyásolja. Esőkertet közel sík terepen kell létesítenünk, ezért tagolt a domborzat esetén az esőkert, illetve a befolyó kialakítását kell megfelelően alakítanunk – teraszolással, illetve csillapítással.

- Lefolyási tényező

A vízgyűjtő terület, illetve amennyiben egy kialakított árkon (lefolyón) keresztül érkezik a csapadék, akkor annak burkolatát kell figyelembe venni. A fedő burkolatok, növényzet stb. függvényében különböző lehet, jellemzően a növényekkel fedett területek esetén a legalacsonyabb – azaz csökkenti a szükséges esőkert térfogatot. Ha nagy a meredekség vagy villámárvizek megoldása a cél – azaz olyan esetekben, amikor a lefolyást más is jelentősen befolyásolja – akkor óvatosabb adattal (nagyobb lefolyási tényezővel) számolunk (OVF1, 2021). Kisebb esőkertek (pl. családi ház tetejére hulló csapadék kezelése) esetében a kapacitásigényt egyszerűsítve is ki tudjuk számolni, a potenciálisan előforduló legnagyobb csapadék alapján. A lefolyási tényezőt ekkor is figyelembe vehetjük, de el is hagyhatjuk a méretezési biztonság növelésére.

- Beszivárgás

A beszivárgás sebességét a vízáteresztés alapján tudjuk meghatározni, alapvetően a talaj összetételétől és szerkezetétől függ.

- Párolgás

Az OMSz nyilvánosan hozzáférhető adatbázisában rendelkezésre állnak a potenciális párolgásra vonatkozó (PET) adatok, havi, illetve napi bontásban is. A transzspiráció értékének figyelembevétele szofisztikáltabb megközelítést igényel, ezért – bár esőkertek esetében jelentősége lehet - jelen dolgozatnak nem tárgya.

**Fentiek segítségével a szükséges méret egy egyszerűsített meghatározása:**

**szükséges térfogat = beérkező csapadék – távozó csapadék**

**beérkező csapadék = mértékadó csapadék intenzitás x lefolyási tényező x klímaszorzó x vízgyűjtő terület nagysága**

**távozó csapadék = beszivárgás + párolgás**

#### 7.4. Elhelyezés

Az esőkert elhelyezését több szempont befolyásolja. A kialakítási lehetőségek vizsgálatához először a településen belül kell meghatározni az esőkert elhelyezkedését. A csapadékvíz elvezetési terv alapja, hogy lehetőség szerinti minél nagyobb mennyiségű víz visszatartását valósítsa meg a településen. A rendszer felépítését meghatározza a domborzat tagolása, valamint a folyásirányok (csapadékvíz vezetési útja). A szikkasztáshoz a terep lejtése nem haladhatja meg a 3%-ot (ZIF3, 2018).

- Tájépítészeti szempontok

Az esőkert egy nagyobb tér része, legyen az egy épület kertje vagy települési szabadter. Esztétikai funkciója is van, ezért jellemzően a települések belterületén vagy külterületi, de lakott vagy más célból rendszeresen használt ingatlan területén helyezkedik el. Kialakítását, tájba, illetve környezetbe illesztését, valamint növényhasználatát alapvetően a tájépítész a környezetének figyelembevételével tervezi meg. Az esőkert helyének kiválasztásánál figyelembe kell vennünk a terület használatát, az esőkert esztétikai értékét, illetve a rekreációs lehetőségeket. A kialakítás jellege magában foglalja az esőkert típusát, formáját, a használt anyagokat és a növényalkalmazást is.

- Rendelkezésre álló, bevonható felület, illetve felszín alatti vertikális tér nagysága



A méretezéssel összefüggésben kell meghatározni a helyét. Ha korlátos a terület a felszínen, vertikálisan lehet terjeszkedni, azonban az esőkert méreténél figyelembe kell venni a szivárgási jellemzőket (várhatóan nagyobb térfogatra lesz szükség).

- **Objektum integráltsága**

Ha az esőkertünk szigetszerűen kerül kialakításra, akkor is illesztenünk kell a vízgyűjtő területéhez, illetve a területen lévő utakhoz. Ha azonban egy rendszer integrált része, az erősebben meghatározza a helyét – pl. a befolyás és csapadék túlfolyó az esőkert egymástól távol lévő pontjain kerülnek kialakításra.

- **Védőtávolságok**

Az esőkert helyét a szikkasztási funkcióra tekintettel különös gondossággal kell megválasztani. Az elöntés lehetősége miatt az épületektől megfelelő távolságot kell tartani, illetve pince esetén annak vízszigeteléséről gondoskodni kell. Sűrűn beépített környezetben ez hidrológiai méretezést igényelhet, ökölszabályként 3-5 méter, illetve a pinceszint magasságának másfélszerese (Curtis Hinman, 2013; ZIF3, 2018).

- **Szennyező anyagok**

A szennyvíz szikkasztóktól, illetve a kutaktól kellő távolság tartandó. Szennyvíz esetén alkalmaznak ugyan növénytelepítéses tisztítást, de annak módja külön megtervezendő. A szennyezések elkerülésére ülepítő, illetve olajfogó betervezése szükséges.

## **8. A növények szerepe az ökológikus megoldásban**

Kérdésként merülhet fel, hogy mi a növények szerepe az esőkert létesítésében: a növények fenntartásáért létesül az esőkert (kert) vagy a növények segítenek abban, hogy a vízmegtartó, szikkasztó, víztisztító szerepét hatékonyan betölthesse (eső)? A kettő szorosan összekapcsolódik és a kérdés ebben az esetben legfeljebb az, hogy mi volt a kiindulópont, mire nyújt megoldást az esőkert létesítése az adott helyzetben.

A növények az ökológikus megoldásnak szerves részei, több szerepük van:

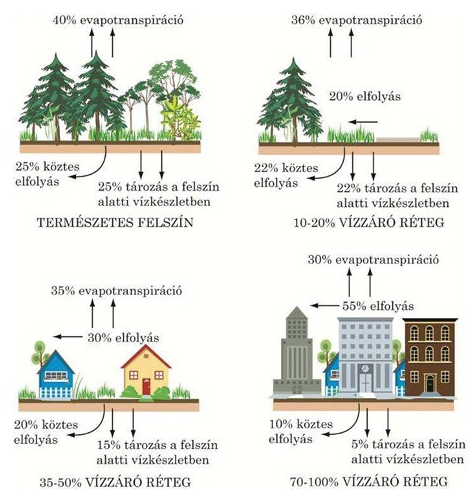
- A talajjal összefüggésben, a szivárogtatás és a lefolyáslassítás terén van elsődleges szerepük. Azokon a területeken, amelyek morfológiája változatos, a növények segítenek csökkenteni az eróziót; egyrészt a gyökérzetükkel megkötik a talajt – gondoljunk az alkalmazásukban rézsűmegkötőként számontartott növényekre – másrészt a komposztálódott, elhalt növényi részek védenek a csapadék mechanikai hatásaival szemben (Sziebert, 2018).

- A növények vízigénye a talaj fokozottabb vízfelszívási potenciáljában jelenik meg. Így egy növényekkel beültetett területen – mivel a talaj pórusaiból a növények a nedvességet felhasználják – nagyobb lehet a beszivárgás.
- A légköri víz megtartásában – amely a helyi hőszabályozást befolyásolja alapvetően - fontos szerepük van, a közvetlen és közvetett vízmegtartás, valamint a párologtatás révén. (M. Kravčík, 2007). Az evapotranszpiráció mértéke 5-10%ponttal is növelhető a növények párolgása által (Komárominé, 2017), növényválasztás függvényében. A lombzat mérete, a párologtató felület nagysága, illetve a párologtatási jellemzők alapján az egységnyi levélfelületről elpárologtatott víz mennyisége 15-250g/m<sup>2</sup>/nap (Petrasovits, és mtsai., 1969.) is lehet, Radó Dezső lombköbméter megközelítése szerint 47 l/m<sup>3</sup> egy vegetációs időszakban. Ezzel pedig el is jutottunk az erdő előképhez – amelynek kialakulását gyorsítani tudjuk a komposztos kialakítással és a célzott növényhasználattal (Pásztor, 2023; Farkas-Barta, 2023).

### 8.1. Növényválasztás szempontjai

Az esőkerti növényekkel kapcsolatban általánosságban az az elvárás, hogy tágtűrésűek legyenek, de elsősorban szárazságtűrőek. Mivel az utóbbi idők időjárással kapcsolatos tapasztalatai

szerint egyre nagyobb hőséget, illetve szárazságot kell elviselnie növényeknek – még akár Németországban is, ahol ez korábban nem volt jellemző – ez elsődleges szemponttá vált a hazai esőkertek növényválasztásában is (Eppel-Hotz, 2023) (Horváth, Ákos és Breuer, Hajnalka, 2023). Azoknak a növényeknek, amelyek az esőkert mélyebben fekvő részére ültetünk, az elöntést is bírniuk kell – az esetek többségében legfeljebb 24, extrém helyzetekben 24-48 óráig. Mivel magának az esőkertnek az alapja is természeti előkép – vagy természeti előképek körülményekhez alakított ötvöze - a növényválasztáskor is ebből kell kiindulni. Az eddigi tapasztalatok alapján a száraz gyep, erdőszegély növények, illetve az üde gyep, valamint a sziklás, köves talaj és sziklagyep élőhelyeinek növényei; illetve azok a növények alkalmazhatóak leginkább sikeresen, amelyek több, különböző típusú élőhelyen is előfordulnak (pl. veresgyűrű som - *Cornus sanguinea*) (Eppel-Hotz, 2023; Pápai, 2023).



33. ábra Növények hatása a vízkörforgásra különböző tájhasználat esetén Forrás: (Komárominé, 2017)

A növényeket az esőkert kialakításához kell választanunk, más igényű növények érzik jól magukat a száraz, illetve a kimondottan vízmegtartó közegű, komposztos esőkertben. Az ültetőközeg a seattle-i módszer egyik alapja is. A szárazságtűrő növények többnyire a vízáteresztő talajokban fejlődnek jól, a komposztálódott növényi részeket kellő mennyiségben tartalmazó talaj a hosszabb száraz időszakokban is kevésbé szárad ki, míg nagyobb mennyiségű vagy tartósabb csapadék esetén gyorsabban felszívja azt – úgymond szivacsként viselkedik. Hasonló működése van a szubsztrátum tartalmú közeggel, illetve bioszénrel feltöltött nagy hézagterefogatú szerkezeti talajnak, amelynek pórusaiban magas a nedvességtartalom, amelyet az SFR kompatibilis esőkertekben használunk (Gardenfutura, 2022).

Az ökológiai szolgáltatásnyújtás szempontjából előnyös a háromszintű növényzet, a nagy lombtömeggel rendelkező fák vízfelszívó és párologtató hatásának jelentősége mellett a cserjék és évelők az élőhelyek komplexitásához elengedhetetlenek. A városi esőkertekkel kapcsolatban azonban sokszor nem elvárás – a helyhiányra tekintettel – hogy többszintű növényzettel rendelkezzenek. Itt a fák sokszor egyáltalán nem, a cserjék pedig alacsony cserjék, félcserjék formájában vannak jelen.

## 8.2. Növényalkalmazás szempontjai

### 8.2.1. Az esőkert szerepe

A növényalkalmazást ahhoz kell igazítanunk, hogy az esőkert milyen elsődleges szerepet tölt be a terület csapadékvíz gazdálkodásában. Attól függően, hogy a rétegrendje vízmegtartó (komposztos, szerkezeti talajos) vagy a szikkasztást elősegítő (kavicsos, drénezett, esetleg kiegészítő szikkasztóelemmel ellátott) eltérő életfeltételeket biztosítanak a növényeknek.

### 8.2.2. Az eszköz kialakítása

A növényeket aszerint választjuk ki, hogy az esőkertben hogyan helyezkednek el. Különösen, ha jelentősebb mélyedést alakítunk ki vagy egyes növények árnyékolása jelentős, akkor a kialakításnál ezt figyelembe kell vennünk.

- A vízborítottság várható gyakorisága, hossza az egyik legkritikusabb tényező, ugyanis a szárazságtűrő növények egy része – különösen a szukkulens növények – nem viselik el a pangó vizet. Más növények – jellemzően az üde rétek élőhelyeiről származóak - viszont a nedvesebb környezetet igénylik. Ezért az esőkertet a

szárazságtűrés/elöntéstűrés alapján szektorokra oszthatjuk és aszerint választjuk ki a növényeket (Pápai, 2023; Curtis Hinman, 2013).

- A növények fényigénye az esőkert kialakításának függvénye. Az esőkert kialakítása lehet medenceszerű, ez esetben a növénykompozíció kialakítása befolyásolja az árnyékolást. Ha jellegzetes tómeder jellegű, esetleg mélyebb kialakítással, meredekebb rézsűvel, akkor ehhez is illeszteni kell a növényválasztást.
- A táji környezethez illeszkedésre, ehhez kapcsolódó ökológiai szempontokra különösen a természetes környezethez közeli – például erdő, gyepes élőhely melletti – esőkertek esetében kell ügyelni. Elsősorban a környezethez illeszkedő, a tájra és élőhelyre jellemző fajok használata javasolt. A gyomosítási hajlam miatt kerülendő ezeken a helyeken az inváziós (pl. *Aster spp.*) és invazív fajok használata is, az extenzív fenntartás miatt még kertészeti változatokként is.

### 8.2.3. Diverzitás

A diverzitás erősítése fontos szerepe az esőkerteknek, mivel a növények alkotóelemeik. A hely függvényében előfordul, hogy nincs lehetőség többszintű növényalkalmazásra. A növények választása igényeik és ezzel összefüggésben eredeti élőhelyeik figyelembevételével történik. Napjainkban általános trend, hogy őshonos növények használatát részesítjük előnyben, amelyet főleg városi környezetben a diverzitás erősítésére kiegészíthetünk nem honos növények használatával. A külföldi és hazai források alapján gyakran alkalmazott növények táblázatba gyűjtve a dolgozat mellékletét képezik.



34. ábra Esőkert Koppenhágában  
Forrás: <https://www.publicspace.org/works/-/project/j075-refurbishment-of-tasinge-square>

## 9. Megvalósult esőkertek

A dolgozatban az volt a célkitűzésem, hogy a megismert esőkertek besorolása alapján kiválasszam a piliscsabai környezetben jól működő típust, illetve felépítést. Időközben azonban arra jutottam, hogy a besorolás mellett – amely a meglévő esőkertek építésével és fenntartásával kapcsolatos tapasztalatok adaptálásában segít – a kialakítást befolyásoló tényezők egyedi vizsgálata a másik lényeges elem. A hangsúlyeltolódás miatt kevesebb, inkább hazai esőkertet vizsgállok részletesebben, a külföldi példákat összefoglalóan és alapvetően a növényalkalmazás segítségképpen tekintem át.

### 9.1. Az esőkert fogalom újradefiniálása

Mielőtt a példákra rátérnék, fontosnak tartom, hogy az esőkert fogalmát pontosítsam. A koncepciókból látható, hogy a csapadékvíz-kezelésnek, a helyben tartását szem előtt tartva, különböző megoldásai lehetnek a körülményektől függően. A funkciók az esetek többségében kombináltan jelentkeznek. Azonban minden egyes megoldásnál ki lehet – vagy ki kell – választani azt a funkciót, amelyet az eszköz elsődlegesen elláthat. A szakirodalom tanulmányozása mellett, a dolgozat készítése során több ökológikus csapadékvíz-kezelő megoldást is meglátogattam. Némelyiket építése közben láttam, más kertet – már működőként - 1-2 vagy akár több alkalommal is megnéztem. Beszéltem hazai és külföldön élő tájépítész tervezőkkel, zöld(-kék) infrastruktúrával, csapadékvíz kezeléssel foglalkozó szakemberekkel, illetve megnéztem velük készített beszélgetéseket. Ezek alapján az esőkertek - dolgozatban használt - korábbi fogalm meghatározását pontosítom: **Esőkertnek tekintem azokat a zöld-kék infrastruktúra elemként kisebb léptékű vízgyűjtőhöz kapcsolódóan létrejött, ökoszisztéma szolgáltatást nyújtó csapadékvíz kezelési eszközöket, amelyek elsődleges funkciója a szikkasztás vagy a vízmegtartás rövid leürülési korláttal, a tájba/ környezetbe illesztésük megtörtént – beleértve a növényhasználatot, amely lehetőség szerint többszintű -, és elsősorban (de nem kizárólag) szigetszerűen vagy félintegráltan működnek.**

Az esőkertek fogalma nem választható el élesen a többi, sokszor nem esőkertnek nevezett bioretenciós, illetve zöld-kék infrastruktúra elemtől, amelyek elsődleges funkciója lehet előbbi kettő valamelyike, a párologtatás, de akár a víztisztítás is. Alkalmazásukat mindig az összes körülményt megvizsgálva kell eldönteni – ez meghatározza a tervezésben közreműködő szakági tervezők szükséges körét is.

## 9.2. Kecskemét, Gerlice utca



35. ábra Gerlice utcai kezdetek Forrás: <https://www.esokert.hu/category/mediamegjelenes/>

Az alapprobléma a területen az volt, hogy villámárvizek alkalmával a területen megállt a víz. Ennek oka részben a magas beépítettség, így nem csak az aszfaltozott útról, hanem a kertekből, a kövezett autóbeállókról, esetenként a tetőkről is az utcára folyik a csapadék. A terület elhelyezkedése nem kedvez a víz elvezetésének, mivel korábban itt egy tómeder volt, a legmélyebb részen vezet a jelenlegi út. Az esőkertek építése 2021. októberében történt (Farkas-Barta, 2023). A

talaj vízáteresztése nem kedvező, a talajvíz szintje a felszínhez viszonylag közel helyezkedik el (MBFSz, 2017), a mértékadó talajvízszintről nem kaptam adatot. A pontos vízgyűjtő terület behatárolását követően készült méretezés alapján  $\sim 55\text{m}^3$  csapadékvíz



37. ábra Gerlice utcai kompozíció 2023.08.  
Forrás: saját kép

befogadása tud megtörténni az utcai esőkertekben, melyek egymással össze vannak kötve, a gyepes szikkasztóárkokhoz hasonlóan. A túlfolyás kezelésére alkalmas a környező zöldfelület. A kialakításuk komposztos (természetközeli esőkert típus), mélységük  $\sim 90$  cm. Az eddigi tapasztalatok alapján előntés nem történt, pufferterületként a közeli zöldfelületet tudják használni (Farkas-Barta, 2023). Az esőkertek az ingatlantulajdonosok gondozásában vannak, kialakításukban és növényállományukban igazodnak az ingatlanokhoz, többségében intenzív fenntartásúak. Vannak háromszintű és kétszintű növényzettel kialakított részek, nem mindenhol



36. ábra Gerlice utcai változó fenntartás Forrás: saját kép



38. ábra Gerlice utcai növényhasználat Forrás: saját kép

jellegzetesen esőkerti fajták.

Növény-alkalmazásuk változó, előfordul, hogy egy növényt cserélnek, ezért nehéz a megfigyelésük. Összességében a Gerlice utcai esőkertek az elsődleges szikkasztó és vízmegtartó szerepük mellett mintaprojektként a zöldinfrastruktúra népszerűsítésére, környezeti nevelésre is alkalmasak.

### 9.3. Kecskemét, Sosztakovics utcai társasház

Az esőkert építése a társasház alsó szintjeinek vizesedése miatt merült fel, mivel a tetőről levezetett csapadékvíz nem volt elvezetve kellő távolságra az épülettől. Az esőkertbe 3 épület lett bekötve, de a magastetőknek csak a belső udvar felé eső része, illetve az egyik ház 3 lefolyójából csak egyik. Így a bekötött tetőfelület  $360\text{m}^2$ , az esőkert felülete  $120\text{m}^2$ , kapacitása megközelítőleg  $25\text{-}30\text{m}^3$ . Talajvizsgálat nem történt, azonban a területen (véltetően feltöltés miatt) bányahomok található, így a vízáteresztésre nem kellett vizsgálatot végezni (Farkas-Barta, 2023). Talajvíz szintje a tapasztalatok szerint itt is mélyebben van az esőkert tükörszintje alatti 1 m-nél.



39. ábra Sosztakovics esőkert elhelyezése Forrás: saját rajz

Az esőkert 2022. májusában készült el, kialakítása természetközeli, 50% körüli komposzt tartalommal, mélysége ~80 cm. A csapadék a tetőkről vezető lefolyókon közvetlen bevezetéssel, kavicságyon keresztül érkezik, amelyet a talajtól fólia választ el, így megakadályozhatják, hogy a csapadék az esőkert előtt már beszivároгjon (40. ábra). Mivel nincs nagy lejtés a területen, a befolyórészen erózió elleni védelemre nem volt szükség. Háromszintű növényzete van, a kialakítása és növény sűrűsége alapján hasonlít a Miyawaki erdőkhöz (42. ábra), de



41. ábra Sosztakovics esőkert Forrás: saját kép



40. ábra Esővíz bevezetési megoldás Forrás: saját kép

nem a versenyez-tetésre, hanem a víz megfelelő elérésére alapoz (Farkas-Barta, 2023). Három zónát különböztethetünk meg, a legmélyebb részre fák is kerültek. Az esőkert szerepe így kevésbé szikkasztás, mint inkább a megfelelő helyen történő szikkasztás.

Emellett a kisvárosias környezetben fontos az ökoszisztéma szolgáltatások nyújtása a növények párologtatása által, a homokos talajon a vízmegtartást segíti a komposztos kialakítás. A fenntartási munkák alapvetően a növények gondozására korlátozódnak, kiegészítő öntözés az esőkertben az eddigi tapasztalatok szerint nem szükséges.

#### 9.4. Budapest, Pünkösdfürdő Park

Az esőkert leírása a Főkert munkatársainak közlésére és a személyes tapasztalatokra épült. A Pünkösdfürdő Park ökológikus



42. ábra Sosztakovics növényalkalmazás Forrás: saját kép

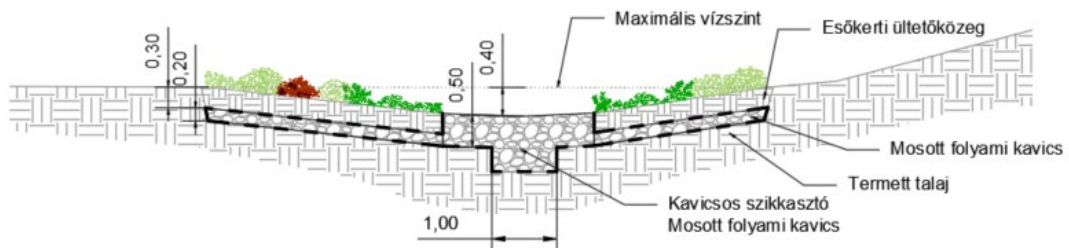
szemléletű zöldfelület fejlesztési mintaprojekt, 2021-ben kezdődött a kivitelezése. Ennek keretében a déli oldalán terveztek két esőkertet. Korábban a gátról – amelynek rézsús kialakítása van – a part felőli részen húzódó járdára folyt a csapadék. Ennek gyűjtése történik most már három esőkertben, amelyből egy 2023-ban létesült. A vizsgálat tárgya az első két esőkert (44. ábra).



43. ábra A Pünkösdfürdő Park esőkertek elhelyezése Forrás: közlések alapján saját rajz

A vízgyűjtő terület  $\sim 3000 \text{ m}^2$ , lejtése 3-20% közötti, az esőkertek a járda előtti mélyedésben lettek kialakítva. A területen lévő közművek miatt elhelyezése nehézkes volt. A talaj vízáteresztőképessége nem kedvező, a gát anyaga részben vízzáró. A talajvíz a Duna közvetlen közelsége miatt magas

lehetne, azonban a gáthoz kialakított 12 m-es résfal, valamint a gát részben vízzáró anyaga miatt valószínűleg több mint egy méterrel az esőkert tükörszintje alatt helyezkedik el (Papp-Angi, 2023). A helyszínen lévő mértékadó talajvízszintre nem kaptam adatokat. A lefolyási tényező értékét befolyásolja a tereplejtés, illetve a talaj kedvezőtlen vízáteresztő képessége, de nagyrészt füves terület lévén így sem szükséges 0,15-0,2 feletti értékkel számolni. Kialakítása kavicsos, a kavicsréteg nem egyenletesen van a rétegrendben, középen  $\sim 1 \text{ m}^3$ -es szikkasztóakna került kialakításra. A befolyó csapadék leperszerűen érkezik a területről, közvetlenül az esőkertek előtt alacsonyabb meredekségű lejtőn keresztül, így nem szükséges a befolyó miatt a felső réteg erősítése. A szikkasztó kavicsréteget geotextília választja el a talajtól, illetve ültetőközegtől (43. ábra).



44. ábra Pünkösdfürdő Park esőkert általános keresztmetszete Forrás: Főkert alapján saját rajz





45. ábra Az esőkertek ősszel Forrás: saját kép

A két esőkert teljes kapacitása átmeneti vízborítással együtt  $\sim 20 \text{ m}^3$ . Szürkeinfrastruktúrába vagy más csapadékvízkezelő eszközbe bekötött túlfolyója nincs, ha nem elegendő a kapacitás, a környező területet el tudja önteni a víz (Papp-Angi, 2023).

Az esőkertek fenntartási tapasztalatai szerint az első évben, különösen nyáron, kiegészítő öntözésre volt szükség. Aszályosabb időszakban esetenként sor kerül öntözésre, heti 1-2 alkalommal. Az esőkertekben csapadékosabb időszakban sem marad meg a víz 4-5 napnál tovább, ami a talajviszonyok miatt kedvezőnek tekinthető. A növények gondozása a főkeres gyakorlat szerint történik, tavaszi visszavágás, alakító metszés, illetve a teljes növényborítás eléréséig 3 hetente kapálás történik, a tarackoló növények (pl. *Aster* sp.) igényelnek rendszeres karbantartást. Az esőkert a park többi részéhez hasonlóan jó karban van, a kutyasétáltatás okoz alkalmanként gondot. Az esőkert a szikkasztási funkción túl a szemléletformálásban és környezeti nevelésben is komoly szerepet vállal. A biodiverzitást erősítette, hogy a területen megjelentek a fecskék is. A növényeket a 2. számú mellékletben részletezem, a növények nagy része a tapasztalatok szerint jól teljesített.

#### 9.5. Zalakaros, Karos Korzó

A zalakarosi SuDS bemutatása a 2023. február 14-én Tájépítész Szakmai Napokon elhangzott előadáson és a tájépítész tervezővel folytatott telefonos interjún alapul (Csuka, 2023 a; Csuka, 2023 b). A város a központ területen fekvő 5,5 ha terület csapadékvíz-gazdálkodásának megoldására – többek között az alacsonyabb költségek miatt – angol és holland példákon alapuló fenntartható városi csapadékvíz kezelő rendszer (SUDS) megvalósítását kezdeményezte, 2020. végén történt meg a próbaárasztások. A létesítmény a városközpont körüli csapadékvíz kezelésében segít, a bevont területek között zöldfelület, parkoló, sportpályák és szálloda található. A tervezési koncepcióban fontos volt az ökoszisztéma szolgáltatások nyújtása, a biodiverzitás erősítése – nagyon fontos a rendszer jelleg hangsúlyozása, amelyben minden kisebb elemnek megvan a maga helye. A tervezés ezért szakági tervezők együttműködéseként, komplex szemléletben valósult meg, a tájépítész feladata – a vízi közmű mérnök által tervezett kapacitásra – a terepplasztika, a növénykiültetések megformálása és ehhez kapcsolódóan a rétegrendek

meghatározása volt. Továbbá lényeges elem volt a kiépítésnél az alacsony költség, ezzel együtt az alacsony karbon lábnyom. Ennek érdekében a kitermelt földet helyben felhasználták, illetve törekedtek a helyi vagy közeli helyről származó anyagok használatára. Ahogy az alapkonceptióval kapcsolatban korábbi fejezetben már leírtam, ebben a rendszerben is helyet kapott a víztisztítás, a parkolókból érkező vizek kapcsán.

A rendszerbe kifolyókon keresztül kerül a csapadék, majd növényvel fedett árkokon keresztül szikkasztómedencékbe. Két részből (2 SUD-ból) áll. Az 1-es SUD 2120 m<sup>2</sup> vízgyűjtő területű, főleg füves rész, a szikkasztó területe 199 m<sup>2</sup>, kapacitása 91,2 m<sup>3</sup>. A 3-as SUD összesen 4718 m<sup>2</sup>, tetőfelület, térkő, épület körüli beépített rész, aszfaltos kézilabda pálya, valamint salakos tenispályák vannak a vízgyűjtőben. Ehhez a szikkasztó 479 m<sup>2</sup> területtel és 293,9 m<sup>3</sup> kapacitással rendelkezik. A 2-es SUD nem valósult meg.



46. ábra A SuDS 2021-es és 2022-es növényborítása (Forrás: Magnolia Art Kft.)

A területen eredetileg nincs nagyobb lejtés, a tereprendezéssel azonban a felület egyenetlen lett, kisebb dombokat építettek rá – így tudták megtartani a földtömeg-egyensúlyt. A csekély tereplejtés ellenére – mivel a csapadékvizet vezető árkok nagy távolságokat ívelnek át – a bekötési mélység kezelése jelentett kihívást. Az eddigi vizsgálataim alapján az esőkertek leürülési korlátja legfeljebb 2-3 nap, ebben a rendszerben – méretezése alapján is – akár 2 hétig is tarthat a csapadék elszivárgása. A talaj vízáteresztő képessége változó, a területre geotechnikai szakvélemény készült, így a talaj szerkezete is vizsgálatra került. Ahol nem bizonyult megfelelőnek, ott az agyagréteget áttörték. A talajvíz a szikkasztó alsó szintje alatt van, azonban nem nagy mélységben. A kapacitás a 10 perces, nagy intenzitású csapadékeseményre készült. Kialakítása szerint szikkasztómedencék, amelyekbe a csapadékot növényvel fedett elvezető árokokkal vezetik. Az árokok ~2 m mélyek, így képesek egyszeri nagyobb mennyiségű csapadék kezelésére is. Kialakítására – és ehhez kapcsolódóan az időszakos vízfedettség hosszára - tekintettel nem tekinthető esőkertnek, mégis releváns lehet a

célterületünk szempontjából mint csapadékvízkezelő eszköz. Túlfolyó lehetősége a szomszédos területek elárasztása. A szikkasztása nagymértékben a helyi, termett talajra támaszkodik, a rétegrend elsősorban a növények számára megfelelő körülmények megteremtését szolgálja. Az eredeti talajra ezért ~ 20 cm-es termőközeg került, amely 30-70%-ban tartalmaz homokot és komposztal kevert földet. Ez alól kivétel a rossz vízáteresztésű szakasz, amelynél komposztal kevert homokot használtak a beszivárogtató képesség erősítésére.



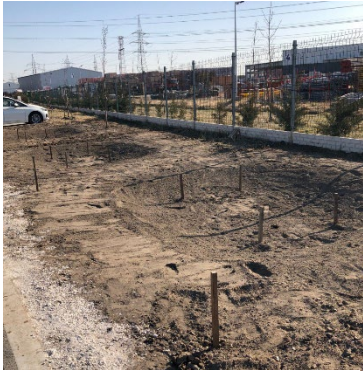
47. ábra Növények a SuDS (Forrás: Magnolia Art Kft FB)

Növényalkalmazása (47. ábra) a kialakításához igazodik, a mélyen fekvő részeken – többek között a bevezető csatornák fenntartó munkái miatt – gyepesítés történt, a növények többsége a magasabban fekvő területeken került elhelyezésre. Az

időszakos elárasztással azonban ezek is érintettek lehetnek. A diverzitás mellett fontos volt a tájra jellemző használat, így fásszárúak esetében jellemzően honos növényeket, vagy azok kertészeti változatait használták. A lágyszárúak közül jó tapasztalataik vannak a *Mischantus* spp., *Panicum* spp., és a *Salix* fajtákkal, a mélyebben fekvő területeken a *Lythrum salicaria* is jól teljesít. Bővebb növénylista a 2. számú mellékletben található. A fenntartási tapasztalatok szerint az első évben fokozottan gondozás- és élőmunkaigényes, a rézsús kialakításra tekintettel is. A későbbiekben a vízközmű rész (befolyók) igényel rendszeres karbantartást, bár felmerült a csepegtető öntözés használata is. A környezeti nevelést szolgálja a tájékoztató és ismeretterjesztő táblák elhelyezése, a Pünkösdfürdő Parkhoz hasonlóan.

#### 9.6. Göd, Huzella utca

A gödi esőkert leírásában a városi főkertésszel folytatott telefonos interjúra támaszkodtam (Giczy Balla, 2023). Gödön a Gerlicei utcai esőkertekhez hasonlóan a kisforgalmú utca és az óvoda körüli parkolóhelyek csapadékvíz kezelésével összefüggésben hozták létre az esőkertet. Létesítése 2022. tavaszán történt, 7 szélesebb, lankás szikkasztóárkot alakítottak ki (48. ábra). A talaj vízáteresztőképessége fokozott, tekintettel a Duna-menti homokos talaj alatti kavicsos alapkőzetre, a talajvíz a felszínhez viszonylag közel (2-6 m-re) helyezkedik el (MBFSz, 2017). A talajra tekintettel a



48. ábra Gödi esőkert építés közben  
(Forrás: Giczy B. Zsuzsanna FB)

kialakításnál a növények ültetőközegét erősítették komposztos termőfölddel ~10-20 cm rétegvastagságban, túlfolyó kiépítésre – hasonlóan a Sosztakovics esőkerthez – nem volt szükség. Az árkok 3-4 m szélességben húzódnak, lankás rézsűkialakítással. A csapadékvíz befogadása süllyesztett szegéllyel, kavicsos padkán keresztül történik. Az esőkertben eddigi tapasztalatok alapján 1 napnál tovább nem volt vízborítás. A növényalkalmazás ehhez és a terület fekvéséhez igazodik (nincs árnyékolás), továbbá a talaj rossz vízmegtartó képességéhez. Utóbbi miatt egyes – kevésbé extenzív, illetve kevésbé szárazságtűrő - növények kiegészítő öntözést igényelhetnek. A fenntartási tapasztalatok kedvezőek, extenzív fenntartású lehet a terület, csak nagyon aszályos időszakban volt szükség öntözésre. Károk jellemzően a nem megfelelő használatból eredtek. (Giczy Balla, 2023)



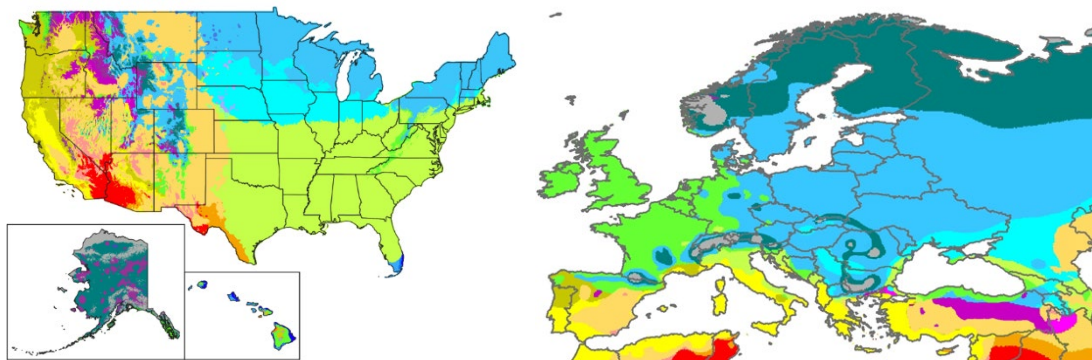
49. ábra Gödi esőkert „működés” közben (Forrás: Giczy B. Zsuzsanna FB)

### 9.7. Külföldi példák

A külföldi példák kiválasztásának kiindulási alapja, hogy az éghajlati körülmények hasonlóak legyenek. A Köppen éghajlati osztályozás alapja a természetes növényzet kapcsolata az éghajlattal (Szelepcsényi, Zoltán; Breuer, Hajnalka; Ács, Ferenc; Kozma, Imre, 2009), amelynél a figyelembe vett tényezők az éves/havi átlagos csapadék és hőmérséklet, ezért ez alkalmas lehet arra, hogy a kiválasztást segítse.

A klímaterkép szerint (50. ábra) az Egyesült Államokban egybefüggően leginkább az északkeleti részeken van hasonló klíma, mint Magyarországon: nedves kontinentális éghajlat meleg/forró nyárral. A nyugati-parti időjárás meglehetősen változatos, megtaláljuk benne a hazai viszonyokhoz közelebb álló területeket is, így az összehasonlításhoz onnan is merítettem. Továbbá Németország délnyugati területeinek klímája is közel áll a hazaihoz.

A kiválasztott területek Bajorország és Washington Állam nyugati része, a növényalkalmazás, illetve azzal kapcsolatos tapasztalatok táblázatosan a 2. számú mellékletben találhatóak.



### Köppen Climate Type

<span style="color: blue;">■</span> Af (Rainforest)	<span style="color: olive;">■</span> Csc (Cold-summer mediterranean)	<span style="color: lightblue;">■</span> Dwa (Hot-summer humid continental)
<span style="color: blue;">■</span> Am (Monsoon)	<span style="color: lightgreen;">■</span> Cwa (Humid subtropical)	<span style="color: blue;">■</span> Dwb (Warm-summer humid continental)
<span style="color: cyan;">■</span> Aw (Savanna)	<span style="color: lightgreen;">■</span> Cwb (Subtropical highland)	<span style="color: darkblue;">■</span> Dwc (Dry-winter subarctic)
<span style="color: red;">■</span> BWh (Hot desert)	<span style="color: lightgreen;">■</span> Cfa (Humid subtropical)	<span style="color: cyan;">■</span> Dfa (Hot-summer humid continental)
<span style="color: pink;">■</span> BWk (Cold desert)	<span style="color: lightgreen;">■</span> Cfb (Oceanic)	<span style="color: lightblue;">■</span> Dfb (Warm-summer humid continental)
<span style="color: orange;">■</span> BSh (Hot semi-arid)	<span style="color: lightgreen;">■</span> Cfc (Subpolar oceanic)	<span style="color: darkgreen;">■</span> Dfc (Subarctic)
<span style="color: yellow;">■</span> BSk (Cold semi-arid)	<span style="color: magenta;">■</span> Dsa (Hot-summer mediterranean continental)	<span style="color: grey;">■</span> ET (Tundra)
<span style="color: yellow;">■</span> Csa (Hot-summer mediterranean)	<span style="color: magenta;">■</span> Dsb (Warm-summer mediterranean continental)	<span style="color: grey;">■</span> EF (Ice-cap)
<span style="color: yellow;">■</span> Csb (Warm-summer mediterranean)	<span style="color: purple;">■</span> Dsc (Dry-summer subarctic)	

50. ábra Köppen félé klímaterképen Európa és az Amerikai Egyesült Államok

## 10. Az ökológikus csapadékvíz gazdálkodási elemek helye a piliscsabai integrált csapadékvíz kezelésben

A zöld-kék infrastruktúra elemek – kiemelten az esőkert – helyét a piliscsabai környezetben két megközelítésből vizsgáltam. Egyrészt értékeltem és besoroltam az esőkerteket szigorúan abból a szempontból, hogy mennyire állnak közel a környezeti adottságaik a piliscsabai adottságokhoz, milyen mértékben adaptálhatóak. Másrészt a kialakításhoz szükséges tényezőket vizsgáltam meg részletesen.

### 10.1. Az esőkertek adaptálhatóság szerinti értékelése

Az eredmény a piliscsabai helyzetre való adaptálhatóságot jelenti, nem a minősítést. Az értékelés besorolás alapján történt, amelyhez kiválasztottam tíz szempontot, amelyekre 1-3 pontot adtam attól függően, hogy jól alkalmazhatóak-e a helyi viszonyokra, három pont a leginkább adaptálhatót jelöli.

Értékelési szempont	Piliscsaba adottsága
Elhelyezkedés, domborzat	A helyszín sík, a vízgyűjtő terület domborzata dombvidéki
Talaj minősége, vízáteresztés, talajvíz	Nem jó vízáteresztő, iszapos vályog-agyagos vályog határán, talajvíz 5-10 m mélyen
Kezelendő vízhozam, vízmennyiség	>500 m <sup>3</sup> (100 éves 10 perces eseményre méretezve)
Vízgyűjtő nagysága, csatlakozása	>20 ha vízgyűjtő; befolyó csatorna és parkoló befolyók
Kialakítás integráltsága	Integrált
Szikkasztás módja, szikkasztó közeg	Lefolyáslassító, szikkasztó, vízmegtartó
Kapacitáskorlátok feloldása	Túlfolyó állandó vizű tározóba, majd esővíz elvezetőbe (szürke infrastruktúra csatlakozás)
Növényzet diverzifikáltsága	
Növényzet természetes környezethez illesztése	Természetközeli növényzet, laza beépítésű kertvárosias szövetben, természetszerű erdő közelség

A következő táblázatban található eredményekből látható, hogy nincs olyan esőkert, amelynek tapasztalatait egyben át lehetne venni, ezért nagy mértékben kell támaszkodni a helyi jellemzők engedte lehetőségekre és az egyes esőkertek tapasztalatait ötvözni kell.

Értékelési szempontok	Esőkertek				
	Kecskemét Gerlice utca	Kecskemét Sosztakovics utca	Budapest Pünkösdfürdő Park	Zalakaros Karos Korzó	Göd Huzella utca
Elhelyezkedés, domborzat	*	*	**	**	*
Talaj minősége, vízáteresztés, talajvíz	**	*	**	**	*
Vízhozam, vízmennyiség	*	*	**	***	*
Vízgyűjtő nagysága, csatlakozása	*	*	*	**	*
Kialakítás integráltsága	*	*	*	***	*
Szikkasztás módja, szikkasztó közeg	***	***	*	**	*
Kapacitáskorlátok feloldása	*	*	*	**	*
Növényzet diverzifikáltsága	**	***	**	***	**
Növényzet természetes környezethez illesztése	*	**	**	**	*

## 10.2. Kialakítási lehetőségek

Esőkert kialakítására számtalan lehetséges helyszínt találhatunk a településen belül, ahol teljesülnek a 7.2. pontban részletezett minimum követelmények. Ha a tervezési

alapelveket szeretnénk követni, az esőkertet az integrált csapadékvíz kezelési tervbe ágyazzuk be, ezért a vizsgálat tárgya az abban szereplő lehetséges helyszín lett.

#### 10.2.1. Terület lehatárolása, kapcsolódás

A terület Klotildliget vasúti megálló épületének közelében helyezkedik el, ahol a jövőben parkoló megvalósítását tervezik a vasúthoz kapcsolódóan.



51. ábra A terület lehatárolása (Forrás: Google Earth 2023 alapján saját munka)

A település egészére készített tervben (Leitner, 2022) a csapadékvízkezelés egyes részei egymásra épülnek. Az alapelv a víz helybentartása és hasznosítása, ezt nyitott árkokkal, tározókkal és esőkerttel (szikkasztómező) éri el. Az érintett terület két irányból fogadja az összegyűjtött csapadékvizet, egyik irányból a nyílt tározóba, másikkól az esőkertbe érkezik. Az esőkertből a felesleg – tartós csapadék vagy havária esetén - a tározóba távozik, ha a tározó is megtelik, annak túlfolyása a csapadékvíz elvezető rendszerbe csatlakozik. Ez a következő tározóba vezeti, a környező vízgyűjtőről származó csapadékvízzel együtt. Ezzel a lefolyás lassítását, az összegyűlekezési idő késleltetését lehet többek között elérni. Az esőkertnek továbbá a parkoló és a hozzá kapcsolódó kisforgalmú út, valamint járda és zöldterületek csapadékvíz szikkasztását kell megoldania.



52. ábra a terület vízfogadásának irányai (Forrás: Google Earth 2023 alapján saját munka)

### 10.2.2. A kialakításra ható tényezők vizsgálata

A tényezőket a 7.2 alapján részleteztem és felsoroltam a konkrét helyszínhez igazodva a tervezett funkciót, a meglévő növényzetet, illetve egyéb adottságot, mivel ezek is befolyásolhatják, van-e elegendő hely a megfelelő kialakításra.

Környezeti tényező	Leírás	Esőkert kialakítható?	Alkalmazhatóság módja
Domborzati viszonyok	A terület jelenleg széles utca, sík terület a vasúti töltés mentén.	Igen	Nem szükséges nagymértékű terepalakítás, teraszolás
Vízáteresztő képesség	A terület közelében a talajvizsgálat szikkasztási határ közeli értéket adott (iszapos/agyagos vályog)	Pontos érték megállapítása szükséges	A pontos érték függvényében lehet szükség drénezett kialakításra
Talajvíz	>1 m-rel a tervezett esőkert tükör alatt	Igen	Normál mélységű kialakítás
Felszínborítás, használat	Zárt rendszeren érkező csapadékvíz + út, járda, parkoló, kerékpárút, zöldfelület	Igen	Olajfogó, ülepítő beépítése szükséges a parkoló és út miatt, többi használat okozta szennyezést esőkert kezeli
Vasúti töltés állékonysága	Ha közvetlenül mellett lesz kialakítva	Kialakítás függvénye	A töltés elázását kerülni kell, drénezett kialakítás szükséges lehet
Jelenlegi növényzet	Területen nagy méretű, inváziós, invazív fák vannak	Igen	Tájépítészeti kialakítás függvénye, inváziós növények nem javasoltak
Tervezett P+R parkoló	Párhuzamos parkolóként kétsávos úttal, járdával	Igen	Részben annak vízelvezetését oldja meg

### 10.2.3. Méretezés

A kialakításkor a meglévő terv adataira támaszkodom, továbbá a 7. fejezetben bemutatott egyszerűsített vízmérleg számítással. A számítás tájékoztató jellegű, nem dinamikus számítással tartalmazza a csapadék intenzitás adatokat. Ezt azért is lehet megtenni, mert a felesleg méretezett elvezetése biztosítva van.

Vízgyűjtő	mérete m <sup>2</sup>	lefolyási tényező	10 perces intenzitás mm	Összesen bejövő m <sup>3</sup>	párolgás mm	be-szivárgás mm	Összesen távozó m <sup>3</sup>	Vízmérleg
Parkoló	68	0,80	22,24	1,21				
Járda	260	0,80	22,24	4,63				
Út	255	0,80	22,24	4,54				
Kerékpárút	66	0,80	22,24	1,17				
Zöldfelület	580	0,15	22,24	1,93				
Csapadékvíz csatorna				361,20				
<b>Összesen</b>				<b>374,68</b>	<b>0,02</b>	<b>0,10</b>	<b>0,04</b>	<b>374,64</b>



A számításnál használt feltételezések: a lefolyási tényezőt az (OVF1, 2021) alapján kalkuláltam, a domborzat miatt korrigálva; a csapadékintenzitás a terv alapján 100 éves, 10 perces, a párolgási adatok az OMSz adatbázis 2002.01.01-2022.12.31. napi PET adatok számtani középértéke; a beszivárgás  $10^{-5}$  mm/h szivárgási tényezővel kalkulálva.

#### 10.2.4. A növényválasztás szempontjai

Az út és parkoló tervezett helye miatt a meglévő fák egy részét el kell távolítani. A területen meglévő fák tájépítészeti szempontból is várhatóan csak részlegesen javasoltak megtartásra, elsősorban azok inváziós jellege (*Robinia pseudoacacia*) és jelenlegi állapota miatt. Szintén a parkoló jellege és elhelyezése behatárolja, milyen tulajdonságokkal rendelkező fákat lehet alkalmazni. A növényválasztást befolyásolja az is, hogy a terület közvetlenül a vasúti úrszelvény mellett helyezkedik el, amelyben nem lehet növényzet. Így kerülendő a széles koronájú fák használata. A területre annak elhelyezkedése miatt elsősorban őshonos, az élőhelyre jellemző növényzet kerülhet, a közeli, természetességi állapota szerint származék-, illetve természeteszerű erdőre és részben Natura 2000 területre<sup>11</sup> tekintettel kivadulásra hajlamos növényzet kerülendő. A parkoló miatt sorfa minőségű fákat alkalmazhatunk, továbbá a balesetveszély elkerülésére nem lehet szúrós növényzet és erősen mérgező sem.

#### 10.3. SWOT elemzés



<sup>11</sup> NÉBIH erdőtérkép alapján

## **11. A piliscsabai esőkert összevetése a vizsgált esőkertekkel és tényezőkkel**

A bemutatott esőkertek – beleértve a zalaegerszegi SuDS-ot – jól példázzák azt a sokféleséget, ahogyan a csapadékvíz-kezelésre ökológikus, illetve természetalapú megoldást nyújtani lehet. Mindegyiknél a csapadékvízzel kapcsolatos valamilyen problémát, illetve feladatot kellett megoldani: intenzív csapadékeseménynél közlekedési nehézségek, épület vizesedése, településrész csapadékvíz-kezelése. Az egyes helyszíneken a környezeti tényezők eltérőek voltak, a megoldások is ezekhez illeszkedtek. Mindegyik területen az egyedi körülmények és lehetőségek határozzák meg a kialakítást, valamint a mikrokörnyezetbe, rendszerbe illesztést.

A Sosztakovics utcai és a gödi esőkert esetében jó vízáteresztő talajon a szikkasztást, előbbi esetében ezen felül a vízmegtartást kellett megoldani. A Gerlice utcában, a Pünkösdfürdő Parkban és a Karos Korzón a talaj szivárgási tulajdonsága már kedvezőtlenebb volt, ezeknél a rétegrendek az egyéb jellemzőkhöz igazodva eltérőek voltak. Ezen esőkertek mindegyikében a havária helyzet kezelése – átmenetileg az esőkert által befogadni nem tudott csapadék elvezetése – a környező zöldfelületekre vezetéssel kerül megoldásra. A tájba-, környezetbe illesztés az összes példánál a mikrokörnyezethez igazodóan történt, mindegyik esetében kedvezően hatott a településképre és további ökoszisztéma szolgáltatásokat is nyújtott.

Piliscsabán a csapadékvíz kezelés alapkérdése leginkább a Karos Korzóéhoz hasonlít, azonban kisebb léptékű – hasonlóan a Gerlice utcához. A környezeti tényezők összevetése alapján nem találhatunk a példák közül olyat, amelynek kombinációja a piliscsabai adottságokkal egybeesne. A rendszerbe ágyazottság tekintetében mindegyiktől eltér, a teljes települési rendszer integráns része. Emiatt havária helyzet esetén a szürke infrastruktúrába bekötéssel tud megvalósulni az esőkert által átmenetileg nem befogadható csapadékmennyiség kezelése (majd visszatér a zöld-kék infrastruktúra megoldáshoz a későbbi szakaszon).

Megállapíthatjuk, hogy az esőkert konkrét kialakítási megoldása - beleértve a környezetbe illesztést, növényalkalmazást is - egy komplex feltételrendszert alkotnak, amely minden példánál – így a piliscsabai helyszínen is - eltérő kombinációban jelennek meg. Mindezek mellett a jelenlegi hazai szabályozási környezet – melyre a dolgozat terjedelme miatt nem tértem ki részletesen – a számtalan fellelhető külföldi példa adaptációját is nehézkessé teszi.

Fentiek alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a viszonylag kevés, de annál értékesebb hazai esőkert kialakítási tapasztalatokból merítve, de az egyedi jellemzőkhöz igazodva, a környezeti tényezők alapján lehet a piliscsabai esőkert kialakítására megoldást nyújtani.

## **12. Konklúzió és javaslat a piliscsabai helyszínen történő esőkert kialakításra**

### 12.1. Tervezési terület adottságai

Az esőkert fogadja a vasúti megállótól keletre fekvő településrész csapadékvizeit, mely zárt csatorna bevezetésével csatlakozik. A méretezési (maximális) vízhozam 602 l/s, 100 éves visszatérésre és 10 perces csapadékeseményre kalkulálva. Továbbá fogadnia kell a csapadékot a tervezett parkoló és a kapcsolódó közlekedési vonalak felszínéről, ennek mennyisége nem ismert. Túlfolyó segítségével a nyitott, szigetelt tározóhoz kapcsolódik, ahová a felesleges vizét tudja eresztetni, amelyből havária esetén a csapadékvíz tovább vezethető. Ezért az esőkert méretezése és kialakítása rugalmasan, a környezeti adottságokhoz illeszkedően történhet.

### 12.2. Tájépítészeti szempontok

Az integrált csapadékvíz kezelésre vonatkozó tervben a szakági tervező elvégezte az integrált tervezési feladatokat<sup>12</sup>, így az elhelyezésre és kialakításra vonatkozó javaslatok az utolsó fázisra, az objektumtervezésre vonatkozóan ahhoz igazodnak. Rendelkezésre állt továbbá egy előzetes terv a P+R parkoló és kapcsolódó út, valamint járda kialakításáról, amelyet felhasználtam.

- A terület használata

A terület szorosan kapcsolódik a városrész vasúti megállójához, amely egyben a városrész kapuja is, tekintettel a vonatközlekedés súlyára, illetve az itt húzódó kéktúra útvonalra. A megálló felújítása során visszaállították az épület eredeti látványát. Jelenleg kihasználatlan, de potenciálisan vendéglátó-fogadó, illetve közösségi tér szerepet tölthet be. Szintén a terület településrész-központi szerepét erősíti, hogy a szomszédságában van egy épület, amely sok évtizedes múltra visszatekintő vendéglátó egységet, valamint sportolási és közösségi térként használt épületrészt foglal magába. A nyílt tározó és az esőkert ennek részeként központi szerepet tölthet be.

---

<sup>12</sup> Ld. részletesen a 7.1 fejezetben

- Az esőkert szerepe

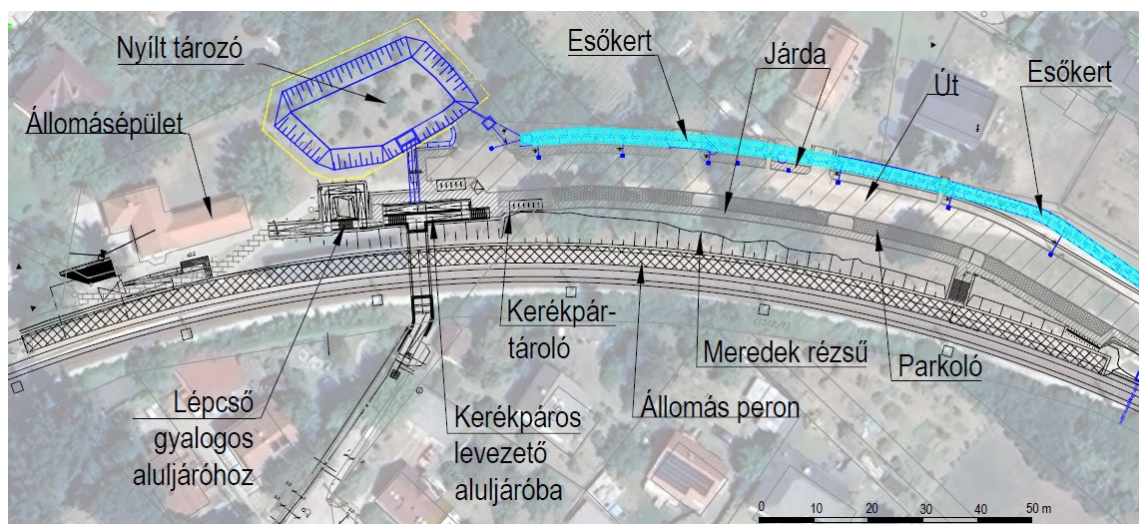
Elsődleges funkció a lefolyás lassítása, a település mélyebb részeire érkező csapadék késleltetése, emellett a szikkasztást is elősegíti. A parkolóból és az útról lefolyó csapadék tisztításában részt vesz, illetve környezeti nevelés céljára is alkalmas. A jelenlegi növényzethez képest növényalkalmazástól függően erősíti a diverzitást.

- Az esőkert elhelyezése

Az elhelyezést a közterülethez bejáráttal csatlakozó ingatlanok mellett behatárolja a vasúti megálló, a vasúthoz kapcsolódó ürszelvény, valamint a tározó és a parkoló. Az elhelyezésre három verziót készítettem, amelyekből a harmadik kialakítását, rétegrendjét és növényalkalmazását fejtem ki bővebben. Az elhelyezésre készített koncepció alapjául a tervezett parkoló, illetve csapadékvíz hálózat rendelkezésre álló tervei voltak a kiindulópontok, ezekre építve készítettem a javaslatokat.

A terület az állomás épülete felől erőteljesen, a parkoló irányából kisebb meredekséggel lejt; helyi mélypont a tervezett tározótól délkeletre van.

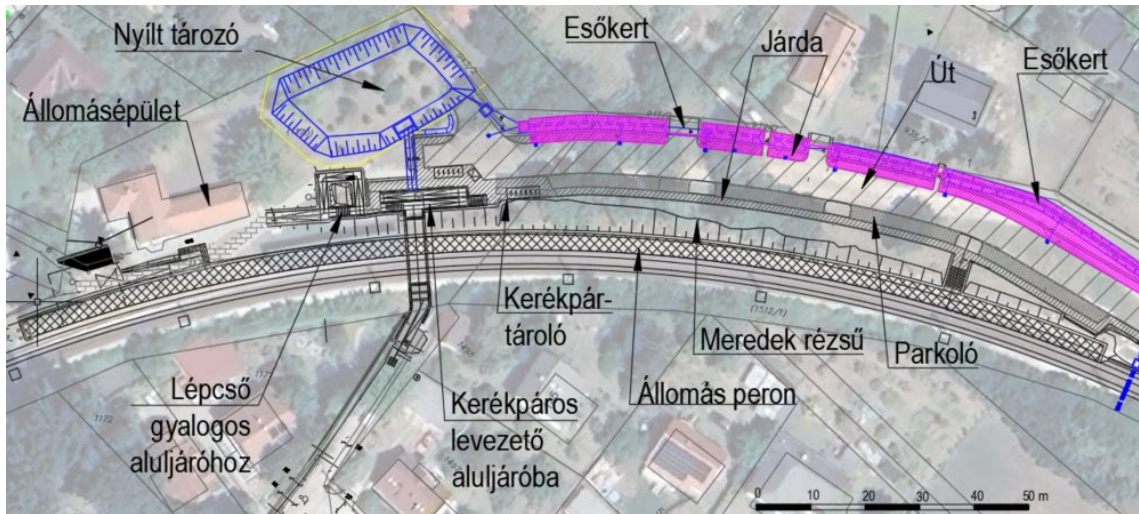
Az első verzióban az esőkert a parkolóhoz kapcsolódóan tervezett árok helyén kerül kialakításra. Az esőkert – az esetenként nagy vízhozamú - csapadék átfolyása miatt így inkább bioárok funkciót töltene be, a zalakarosi kialakításhoz hasonlóan. A központi funkcióval való összekötése nehezebb, a túraútvonal révén lehet összekapcsolni, de a rendelkezésre álló szűk terület miatt nem sétányos jelleggel.



53. ábra Esőkert elhelyezése 1. verzió Forrás: terv alapján saját munka

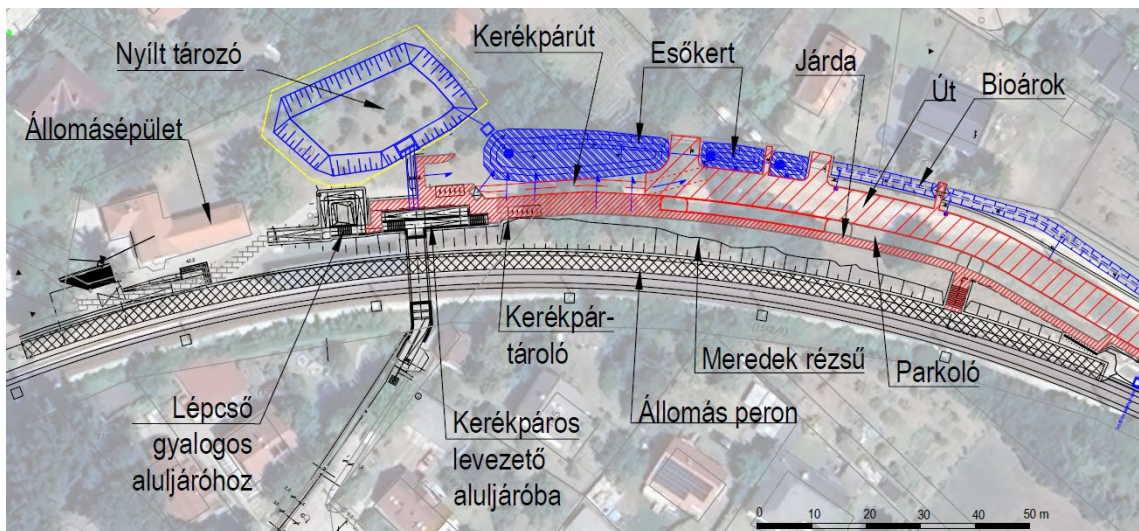
A második verzióban a parkoló egyik járdájának terhére az esőkert megnagyobbításra kerül, így kevésbé árok jelleggel működik. Azonban a központi látványosság funkcióhoz

ez esetben is nehezebben kapcsolódik és a sétány jelleg kialakítása szintén korlátba ütközik.



54. ábra Esőkert elhelyezése 2. verzió Forrás: terv alapján saját munka

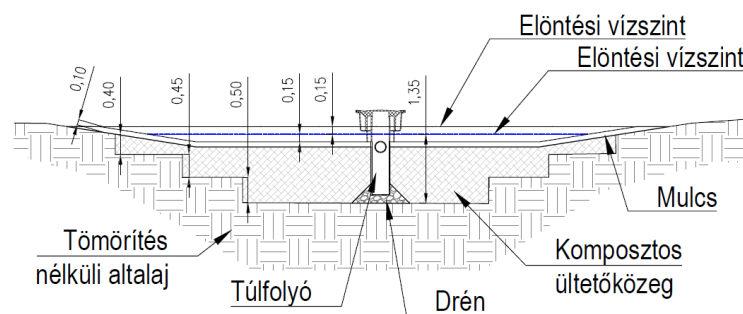
A harmadik verzióban az esőkert a tározó és a parkoló között helyezkedik el; a csapadékvíz csatorna bioárkon keresztül kapcsolódik be. Így hangsúlyosabbá teszi a központi jelleget és egyben összekapcsolja a tereket. Bioárok kialakításával jobban lehet kezelni a csapadékvíz csatornából magas hozammal beömlő csapadékot, hogy az ne okozzon eróziót. Így az esőkertbe közvetlenül a parkoló vízgyűjtőjéről lefolyó csapadékvíz érkezik.



55. ábra Esőkert elhelyezése 3. verzió Forrás: terv alapján saját munka

Kialakítását befolyásolja a környezete, illetve a talaj tényleges vízáteresztő képessége. Ezért természetközeli típusú esőkertként létesül, a szivárgási tényező függvényében szükség szerint drénezett kialakítással. A területen a nyilvánosan hozzáférhető

közműnyilvántartás szerint szennyvízcsatorna húzódik, továbbá a talajvíz is 5-10 m-es mélységben található (MBFSz, 2017), ezek az esőkert mélységét esetünkben nem korlátozzák. A kapcsolódó ingatlanok esetében a bejárást biztosítani kell, amely esőkert láncolat kialakításával - méretezett átfolyó csővel összekötve – oldható meg. A keleti befolyónál gondoskodni kell a csillapításról, hogy az esetenként magas hozammal érkező csapadék ne okozhasson eróziót. Ezért az esőkert keleti, vonalmenti kialakítású része inkább bioárokként, annak megfelelő rétegrenddel kerül kialakításra, az alsó részébe nem kerülnek esőkerti növények, ehelyett kavicsréteges, illetve füves kialakítású. A parkolóból/útról érkező vizet megfelelően tisztítani kell, a szükséges műtárgyak (olajfogó) beépítésével.

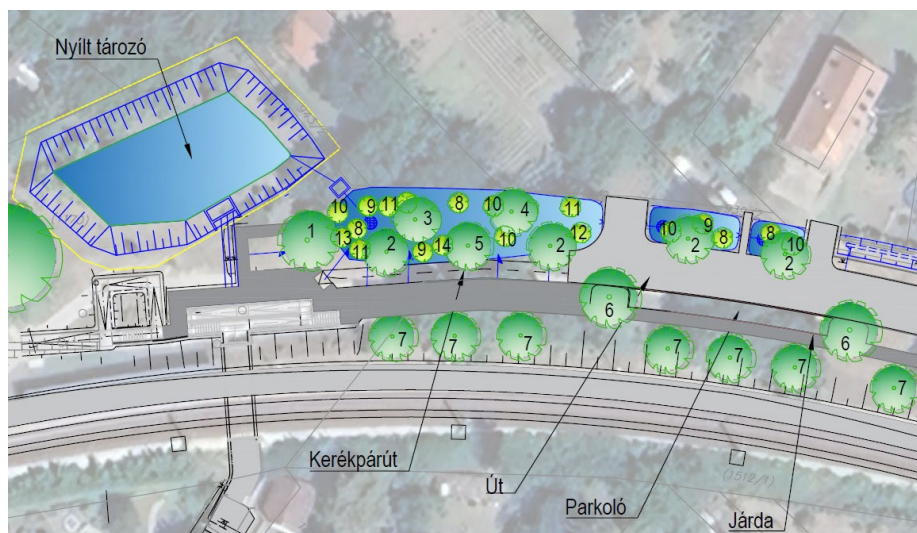


56. Az esőkert egy általános metszete (Forrás: saját munka)

Az esőkertek felszíne 360 m<sup>2</sup> hasznos térfogatuk 153 m<sup>3</sup> (0,5 korrekciós tényezővel számolva az ültetőközeget). Az esőkert hasznos térfogata kisebb, mint a 10.2.3 pontban méretezett csapadékesemény, ezért havária esetén a felesleg elvezetése szükséges lesz. Rétegrendje megfelel a tipikus természetközeli esőkerti rétegrendnek, a pontos szivárgási tényező adatok ismeretében szükség szerint erősített jelleggel. A túlfolyók átvezetnek a szomszédos esőkertbe, végül a tározóba.

- Alkalmazott növények

A növények kiválasztásához szempontként vettem figyelembe, hogy a közel lévő Natura 2000 besorolású erdőre tekintettel a háromszintű növényzet, igazodjék az őshonos flórához igazodó, kevésbé agresszíven terjedő taxonokkal és szárazságtűrőek, de bírják az időszakos elöntést. A növénykiültetési koncepció szerint a töltés oldalába oszlopos fák kerülnek, így az űrszelvényt szabadon hagyjuk. A parkolóhelyek közötti elválasztóba szárazságtűrő fák, az esőkertbe tágtűrésű, de időszakos elöntést elviselő taxonok. A cserjék szintén üde talajt kedvelők, illetve elöntést tűrő, tágtűrésűek. Évelőkiültetés a terv koncepció szintjére tekintettel nem készült, a javasolt taxonok.: *Campanula persicifolia*, *Anemone sylvestris*, *Polygonatum multiflorum*, *Euphorbia polychroma*, *Geranium sanguineum*, *Salvia nemorosa*, *Veronica teucrium*, *Lythrum salicaria*, *Lythrum virgatum*, *Filipendula vulgaris*, *Alchemilla mollis*, *Caltha palustris*, *Calamagrostis x acutiflora*, *Deschampsia cespitosa*, *Phalaris arundinaceae*, *Iris sibirica*.

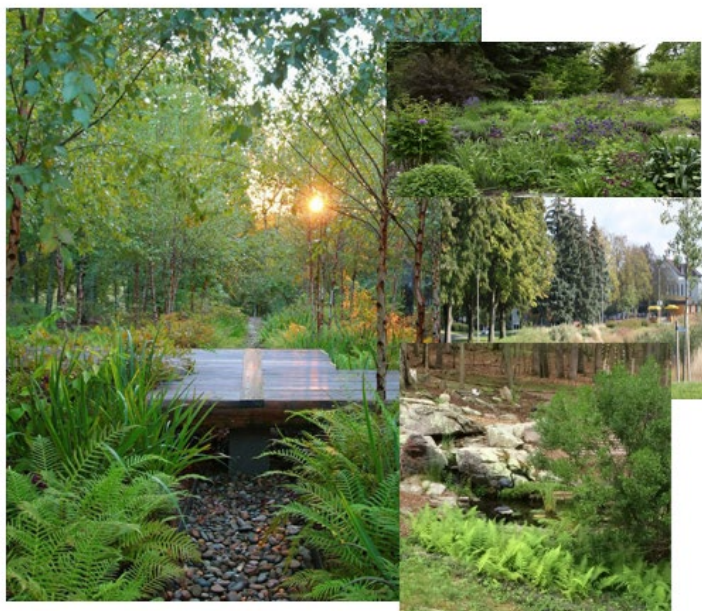


57. ábra Növénykiültetési koncepció (Forrás: saját munka)

	<b>Fák</b>		<b>Cserjék</b>
1	<i>Fraxinus angustifolia</i> 'Raywood'	8	<i>Cornus mas</i>
2	<i>Alnus glutinosa</i>	9	<i>Corylus avellana</i>
3	<i>Acer platanoides</i> 'Crimson King'	10	<i>Viburnum opulus</i>
4	<i>Pyrus piraster</i>	11	<i>Viburnum lantana</i>
5	<i>Betula pubescens</i>	12	<i>Staphylea pinnata</i>
6	<i>Fraxinus ornus</i>	13	<i>Salix purpurea</i> 'Gracilis'
7	<i>Quercus robur</i> 'Fastigiata'	14	<i>Salix caprea</i> 'Silberglanz'

### Előképek

13.



58. ábra Erdei esőkerti Seattle-ben (Forrás: <https://www.houzz.com.sg/photos/woodland-rain-gardens-phvw-vp~17940588>)

## Összefoglalás

A klímaváltozással kapcsolatban elsősorban a hőmérséklet, illetve a csapadék változása kerül a középpontba. Utóbbi szempontjából azzal jár, hogy szélsőségesebbé válik a csapadékok megjelenése, extrém csapadékeseményekre kell számítanunk, illetve váltakoznak a kiemelkedően csapadékos és száraz időszakok. Az aszály egyre erőteljesebben befolyásolja a mindennapjainkat, a talajvíz szintje csökken, ez a vízbázisok mellett a mezőgazdaságot is kedvezőtlenül érinti. Emellett erősödnek az urbanizáció negatív hatásai, a városi hőszigetek nehezítik a mindennapjainkat. A negatív trend megfordítása, de legalábbis lelassítása aktív fellépést igényel. A dolgozatomban azt veszem vizsgálat alá, hogyan lehet egy településen a csapadékvíz-kezelésen keresztül ebbe a munkába bekapcsolódni. A cél, hogy megvizsgáljam a kialakítási lehetőségét egy piliscsabai esőkertnek.

Ehhez először megnézem, milyen koncepciók, módszertanok, illetve jógyakorlatok vannak a világban, és hazánkban. A külföldi jógyakorlatok közül azokat vizsgálom részletesebben, amelyekben már hosszabb tapasztalattal rendelkezünk vagy kapcsolódtak az időközben megismert hazai példákhoz. Így jutottam el a szivacs város koncepcióhoz, amely Kínából indult el a 2000-es években, de alapja az Egyesült Államok LID-nek nevezett természetes vízmegtartó (bioretention) megoldásai, és a helyi évezredes csapadékvíz kezelési gyakorlat volt. Ezeket adaptálták nagyvárosi környezetre is, ahhoz illeszkedő léptékben. A LID-ben számtalan megoldást találtam, nem csak kívülállóknak szóló részletes útmutatók, de szakembereknek szánt mintarajzok és kalkulátorok formájában is. A SuDS módszertan az Egyesült Királyságban működik, ez inkább mérnöki megközelítésű. A SURM szintén nagyvárosi – budapesti – adaptációja a módszereknek és erősen gyakorlati megközelítésű. Összeségében két megközelítést láttam vízmegtartó megoldásoknak: az egyik a vízkörforgás oldaláról, a másik a villámárvizek, hősziget-jelenségek oldaláról. A hazai gyakorlat a természet alapú megoldásokkal, zöld-kék infrastruktúra fogalom bevezetésével és a mérnöki megközelítések változásában egyre inkább igazodik a pozitív trendhez. Az esőkertek mindegyik elmélethez szorosan kapcsolódnak. Ezzel eljutok az esőkert szerepéhez, amelynek nyolc funkcióját azonosítottam be. Arra jutottam, hogy a megfelelő kialakításhoz meg kell határoznunk az elsődleges, de nem egyetlen funkciót. Ez lehet szikkasztás, amely a csapadékvizet elvezeti a felszínről, egyben táplálja a felszín alatti vizeket is; a vízmegtartás, amely a hőmérséklet kiegyenlítésében, az ökoszisztéma



helyreállításában segít; a párologtatás elsődlegesen a hősziget hatást, illetve a mikroklíma javítását segíti elő; a lefolyáslassításnak a változatos domborzatú vízgyűjtővel rendelkező területeken van nagy szerepe; a víztisztítás funkciónak hazánkban még nincs kellő súlya, ameddig a szabályozást nem alakítják; az esőkert szinte minden esetben erősíti a diverzitást a növények révén; lehet puffer funkciója egy rendszer részeként és nem utolsó sorban megjelenésével, esztétikai értékével alkalmas a szemlélet formálására is. Ezt követően áttekintem az egyes zöld-kék infrastruktúra megoldásokat, köztük az esőkerteket részletesebben. Ezeknek három alaptípusát különböztetem meg: természetközeli, száraz és városi burkolt felületen létrehozott esőkert. A típusok közötti választás függ a céltól, a környezeti tényezőktől és egyben meghatározza a kialakításukat is, mintakeresztmetszetek segítik az eligazodást. A kialakítást befolyásoló tényezőket részletesen megvizsgálom, hangsúlyosan kitérek a növények szerepére is. Arra a megállapításra jutok, hogy a növények szerepe két oldalról közelíthető meg: egy meglévő csapadékvíz-kezelési megoldásként tervezett esőkert hatékonyságát növelhetjük és a nyújtott ökoszisztéma szolgáltatások körét bővíthetjük a segítségükkel – de előfordulhat, hogy az esőkert megoldást nyújt a növények fenntartásához, ahol nem jutnak elegendő csapadékhoz. Meghatározom az esőkert fogalmát a dolgozatom számára. Megvizsgálom és értékelek működő esőkerteket abból a szempontból, hogy a kialakítást befolyásoló tényezők mennyire állnak közel a piliscsabai adottságokhoz. Az értékelő táblázat alapján arra a következtetésre jutok, hogy az ezekből származó tapasztalat értékes, emellett azonban szükség van a környezeti tényezők részletes vizsgálatára.

Ezekre alapozva megvizsgálom a piliscsabai kialakítás lehetőségeit. Az esőkert egy teljes települési csapadékvíz-kezelő rendszer integráns része, ezért a vízi közmű tervezővel is konzultálva teszek javaslatot az esőkert lehetséges elhelyezésére és kialakítására. Bemutatom az esőkert felépítését, kialakítását – beleértve a csapadékvíz befolyási és távozási megoldását, valamint a környezethez illeszkedő növényalkalmazást. A dolgozat mellékleteként a megvizsgált hazai esőkertekből, valamint további hazai és külföldi példák alapján összeállított növénylista szerepel.

Az esőkertek nem választhatóak el élesen a többi csapadékvíz kezelési természetalapú megoldástól, bioretenciós eszköztől. Alkalmazhatóságuk, kialakításuk függ a szereptől (funkciótól), amit ellátnak és a környezeti tényezők nyújtotta lehetőségektől. Az esőkert fogalom lassan trendi lesz és remélhetőleg ez kedvezően fog hatni a jövőbeni alkalmazási lehetőségekre.

## 14. Irodalomjegyzék

**Báder László** Magyarország vízmérlege és az éghajlatváltozás [Folyóirat] // Hidrológiai Közlöny. - 2023.. - 103.évf. 1. szám. kötet.

**Balatonyi Laszlo** ITS\_KEHOP\_OECD\_3 [Előadás]. - Természet alapú megoldások HUB ; Budapest : TeAM HUB, 2022. 05 03.

**Barton David** Sustainable Drainage Systems (SuDS) Guidance // Volume 1: Cheshire West and Chester Borough Council Design and Technical Guide . - [hely nélk.] : Cheshire West and Chester, 2020..

**Chan, F. et al.** “Sponge City” in China—A breakthrough of planning and flood risk management in the urban context Land Use Policy [Folyóirat] // Land Use Policy, Volume 76. - [hely nélk.] : Faith Ka Shun Chan, James A. Griffiths, David Higgitt, Shuyang Xu, Fangfang Zhu, Yu-Ting Tang, Yuyao Xu, Colin R. Thorne, 2018.. - old.: 772-778. - ISSN 0264-8377.

**Curtis Hinman** Rain Garden Handbook for Western Whashington // A Guide for Design, Maintenance, and Installation. - [hely nélk.] : Washington State University Extension Faculty, Green Stormwater Infrastructure Specialist and Green Stormwater Infrastructure Program, 2013. June.

**Csapadék** Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv – 2015 A Duna-vízgyűjtő magyarországi része 8-6 melléklet Települési csapadékvíz-gazdálkodási útmutató. - 2016..

**Csíky Balázs** Piliscsaba Önkormányzat [Online] // A település története. - 2004.. - <https://piliscsaba.hu/piliscsaba-tortenete-fekvese>.

**Csizmadia Dóra** Development of Sustainable Rainwater Management // Doktori értekezés. - Budapest : Szent István Egyetem, 2020 a..

**Csizmadia Dóra** Esztétikus, ökológikus, gazdaságos: kék-zöld infrastruktúra. Új szemlélet a városi csapadékvíz-gazdálkodásban I-IV [Cikk] // Másfélfok. - 2020 b. 12 15.

**Csizmadia Dóra** Kék-zöld infrastruktúra tervezés a gyakorlatban - a Ramboll Stúdió Dreisetl bemutatkozása // Kék-zöld infrastruktúra tervezés a gyakorlatban - online webinárium / szerk. Laura Varga. - Budapest : Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség, 2021.. 03. 31..

**Csizmadia Dóra** Ökológikus csapadékvíz kezelés, esőkertek [Interjú]. - 2023. 08 25.

**Csőszi Mónika** NbS szabályozási, intézményi ajánlások [Előadás]. - Természetalapú megoldások HUB : [ismeretlen szerző], 2022. 05 03.

**Csuka Veronika** Zalakarosi esőkert [Előadás]. - Magnolia Art Kft ; Tapolca : Magyar Tájépítészek Szövetsége, 2023 a..

**Csuka Veronika** Zalakarosi SUDS [Interjú]. - 2023 b. 03. 10..

**Dövényi szerk.** Magyarország kistájainak katasztere [Könyv] / szerk. Dövényi Zoltán. - Budapest : MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, 2010. - old.: 651..

**Eppel-Hotz Angelika** Pflanzen für Versickerung und Retention. - [hely nélk.] : Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, 2023..

**Értékleltár** Piliscsaba védett természeti értékei // 2/2007. (II.20.). - 2007..

**Esőkertek** ESÖKERTEK - 10 millió Fa Kecskemét [Előadás] / ea. Pásztor, Zsófia; Farkas-Barta, Kata; Lukács, Zoltán; Zsolnai, Balázs;. - <https://www.youtube.com/watch?v=2HMhetuVBG8&list=PPSV> : [ismeretlen szerző], 2020. 07 12.

**Farkas-Barta Kata** Látogatás és interjú Kecskeméti esőkertek [Előadás]. - Kecskemét : [ismeretlen szerző], 2023..

**Gardenfutura** Esőkertek [Online] // Agrofutura. - 2022.. - 2023. 09 05. - <https://www.gardenfutura.hu/esokert>.

**Geohidro Geotechnikai Kft.** Talajvizsgálati jelentés // Piliscsaba Felszíni vízelvezetés. - 2016..

**Geosyntec Consultants, Inc.** Massachusetts Clean Water Toolkit [Online] // Geosyntec. - Massachusetts Department of Environmental Protection, 2023.. - 2023. 08 16. - <https://megamanual.geosyntec.com/npsmanual/contactus.aspx>.

**Giczy B. Zsuzsanna** Gödi esőkertek [Interjú]. - 2023.. 06. 26..

**Giczy Balla Zsuzsanna** Gödi esőkertek [Interjú]. - 2023. 06. 26..

**Hegy Zoltán** Zöld\_kék\_szempontok\_a\_közlekedési\_előírásokban [Előadás]. - Természetalapú megoldások HUB : [ismeretlen szerző], 2022. 05 03.

**Hetesi Zsolt** Élhető települési jövőkép a fenntartható rendszerek szempontjából [Beszámoló]. - Budapest : Nemzeti Közszolgálati Egyetem Közigazgatási Továbbképzési Intézet, 2020.

**Horváth, Ákos és Breuer, Hajnalka** A víz körforgalma a légkörben és a 2022-es rendkívüli aszály meteorológiai háttere // LÉGKÖR: AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI INTÉZET SZAKMAI TÁJÉKOZTATÓJA, 68 (1). pp. 2-8. ISSN 0133-3666. - 2023..

**Hoyk** Kecskemét klímaváltozási kihívásai és alkalmazkodási lehetőségei [Folyóirat] // Forrás / szerk. Hoyk Edit és Kanalas Imre. - 7-8. szám : [ismeretlen szerző], 2020. július-augusztus. - old.: 148-166.

**Komárominé Kucsák Mónika** Városi zöldfelületek növelésének vizsgálata a villámárvízi elöntések enyhítése érdekében, konkrét példán keresztül / szerk. Tibor Bíró. - Budapest : Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2017.. - old.: 76-89.. - ISBN 978-615-5845-22-2.

**KSH** KSH Helységnévtár [Online]. - 2022.. - [https://www.ksh.hu/apps/hntr.telepules?p\\_lang=HU&p\\_id=07144](https://www.ksh.hu/apps/hntr.telepules?p_lang=HU&p_id=07144).

**Leitner László** Csapadékvíz gazdálkodás // Piliscsaba Város csapadékvíz gazdálkodásának, valamint víz- és csatornahálózata fejlesztésének és a szennyvíztelep kapacitásnövelésének elvi engedélyezési terve. - Piliscsaba : eForrás Rendszer Kft, 2022..

**Liu, J. et al.** Review and Research Needs of Bioretention Used for the Treatment of Urban Stormwater [Folyóirat] // Water / szerk. Scholz Prof. Dr. Miklas. - Jia Liu, David J. Sample, Cameron Bell and Yuntao Guan : mdpi, 2014. 04 24. - old.: 1069-1099. - ISSN 2073-4441.

**M. Kravčík J. Pokorný, J. Kohutiar,** Water for the Recovery of the Climate A New Water Paradigm. - [hely nélk.] : Association of Towns and Municipalities of Slovakia, 2007..

**Magyar Közút** e-UT 03.07.15:xxxx Közutak víztelenítése. Tervezés, építés, karbantartás // Köztúti Műszaki Előírás tervezet. - Budapest : Magyar Közút, 2023. 07 31.

**MBFSz** MBFSz térképek [Online] // MBFSz térképszerver. - Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, 2017.. - 2023. 10 29. - <https://map.mbfsz.gov.hu/>.

**Nagy László Dr.** Talajismeret [Könyvrészlet] // Vízkárelhárítási kézikönyv / szerző Dr. Szlávik Lajos. - Budapest : Országos Vízügyi Főigazgatóság, 2018.

**Nagy-Csizmadia** A természetalapú megoldások bemutatása és jelenlegi helyzete Magyarországon [Előadás] / ea. Dr. Csizmadia Dóra Dr. Nagy Ildikó Réka. - TeAM HUB ; Budapest : Természetalapú Megoldások HuB, 2022. 05 03.

**Natural Environment Research Council** British Geological Survey [Online] // <https://www.bgs.ac.uk>. - 2023. 09 20. - 2023. 09 20. - <https://www.bgs.ac.uk/geology-projects/suds/>.

**NÉS2** a 2018-2030 közötti időszakra vonatkozó 2050-ig tartó időszakra is kitekintést nyújtó második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia // Melléklet a 23/2018. (X. 31.) OGY határozathoz. - 2018..

**OVF1** Az Országos Vízügyi Főigazgatóságnak és a vízügyi igazgatóságoknak a racionális méretezési módszer és országos csapadékintenzitási adatok kötelező alkalmazására vonatkozó tervezési előírásról // Az Országos Vízügyi Főigazgatóság 1/2021. számú Főigazgatói utasítása. - Budapest : Az Országos Vízügyi Főigazgatóság, 2021..

**Pápai Veronika** Városi esőkertek közterületi tervezése [Előadás]. - Tapolca : [ismeretlen szerző], 2023..

**Papp-Angi** Pünkösdfürdő Park esőkertjei [Interjú]. - Budapest : Főkert Zrt, 2023..

**Pásztor Zsófia** Esőkertek az Egyesült Államokban [Interjú]. - 2023. 07. 02..

**Petrasovits Imre és Balogh János** A talaj vízháztartása [Könyvrészlet] // Növénytermesztés és vízgazdálkodás. - Budapest : Mezőgazdasági Kiadó, 1969..

**QianLi [és mtsai.]** Li, Q. et al [Folyóirat] // Journal of Environmental Management. - Comprehensive performance evaluation of LID practices for the sponge city construction: A case study in Guangxi, China : [ismeretlen szerző], 2019.. - Volume 231. kötet. - old.: 10-20. - [doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.10.024](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.10.024).

**Shao, W. et al.** Data Integration and its Application in the Sponge City Construction of CHINA [Folyóirat] // Procedia Engineering. - Weiwei Shao, Haixing Zhang, Jiahong Liu, Guiyu Yang, Xiangdong Chen, Zhiyong Yang, Hao Huang : [ismeretlen szerző], 2016.. - old.: Pages 779-786,. - ISSN 1877-7058,.

**Simpson Peter** Towards Sustainable Water Stewardship // Sustainable drainage systems (SUDS) adoption manual. - [hely nélk.] : Anglian Water Services Limited, 2012..

**SpongeCity** What are sponge cities and could they solve China's water crisis? [Online] // Euronews Green / szerk. Campbell Maeve. - 2022. 10 22. - 2023. 05 14. - <https://www.euronews.com/green/2022/10/22/china-s-sponge-cities-are-a-revolutionary-rethink-to-prevent-flooding>.

**SuDS, Bridget Woods Ballard** The SuDS Manual [Beszámoló]. - London, UK : Ciria, 2015.

**Szelepcsényi, Zoltán; Breuer, Hajnalka; Ács, Ferenc; Kozma, Imre** Biofizikai klímaklasszifikációk (1. rész: a módszerek bemutatása) [Folyóirat] // LÉGKÖR / szerk. Pál Dr. Ambrózy. - [hely nélk.] : OMSZ, 2009.. - 54.évfolyam 2009.3.szám. kötet. - old.: p. 21-26.

**Sziebert János** Dombvidéki vízrendezés [Könyvrészlet] // Vízkárelhárítási kézikönyv / szerző Szilávik Lajos Dr.. - Budapest : Országos Vízügyi Főigazgatóság, 2018.

**Tanulmányterv** „Vállalkozási szerződés alapján Piliscsaba város közigazgatási területé geodéziai felmérések elvégzése és a és a felmérések alapjá a felszíni vízelvezetés tanulmánytervének elkészítése // Felszíni vízelvezetés tanulmányterv. - Budapest : Környezetgazdálkodási és Közműtrvező Kft, 2016. 10.

**Településkép** Piliscsaba Város Önkormányzata Képviselő-testületének 24/2017. (XII. 20.) önkormányzati rendelete a településkép védelméről. - 2017. 12 20.

**TKME** Piliscsaba - látnivalók [Könyv] / szerk. Erika Koczka. - Budapest : Tájak-Korok-Mzeumok Szervező Bizottsága, 2001. - 708. kötet.

**Tony H.F. Wong; Malcolm L Eadie** Water sensitive urban design: A paradigm shift in urban design [Folyóirat]. - 2000..

**Tóth Endre** Római utak Pannoniában [Folyóirat] // Ókor. - 2004.. - old.: 2004/1.

**Tucker Molly Farrell** Compost In The Rain Garden Mix [Folyóirat] // BioCycle Vol. 49, No. 11., - 2008. november. - old.: p. 34.

**Varga Laura** Településen belüli vízrendezés és vízvezetés, méretezés, modellezési lehetőségek // Szakmai Továbbképzés 2022. - Budapest : Magyar Mérnöki Kamara, 2022..

**Város koncepció** Piliscsaba Városfejlesztési koncepció és stratégia.

**VGT1** 1127/2010. (V. 21.) Korm. határozat Magyarország vízgyűjtő-gazdálkodási tervéről 1. sz. melléklete // Magyar Közlöny. - 2010. V 21.

**Vízpolitika** Az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK irányelve a vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról // Az Európai Közösségek hivatalos lapja. - 2000. 10 23.

Water by design [Online]. - 2023. 09 10. - <https://waterbydesign.com.au/wsud>.

**Woods Ballard, W. et al.** The SuDS manual [Könyv] / szerk. Woods Ballard Wilson, Udale-Clarke, Illman, Scott, Ashley, Kellagher. - London : CIRIA, 2016. - ISBN: 978-0-86017-760-9.

**Yan Chen** Analysis and evaluation of the effectiveness of Low Impact Development practices on runoff control using Remote Sensing, GIS and hydrological modeling // A doctorate dissertation submitted to the Faculty of Spatial Planning at TU Dortmund University. - Dortmund : Technische Universitaet Dortmund, 2019..

**Yin, D. et al.** Sponge City Practices in China: From Pilot Exploration to Systemic Demonstration. [Folyóirat] // Water2022,14,1531. / szerk. PankajKumar. - Yin, D.; Xu, C.; Jia, H.; Yang, Y.; Sun, C.; Wang, Q.; Liu, S. : MDPI, 2022. 05 10. - Urban Runoff Control and Sponge City Construction. kötet. - old.: 7-29.

**ZIF3** Vízérzékeny tervezés a városi szabadtereken // Zöldinfrastruktúra füzetek 3.. - 2018..

**Zólyomi** Magyarország természetes növénytakarója [Könyv] / szerk. Bálint Zólyomi. - 1989.

## 15. Ábrajegyzék

1. ábra Piliscsaba elhelyezkedése (Forrás: saját munka).....	8
2. ábra Piliscsaba városrészei (Forrás: (Város koncepció)) .....	8
3. ábra A kistájak és a település (Forrás: (Dövényi szerk., 2010) alapján Google Earth műhold felvételen saját munka).....	9
4. ábra Földtani térkép – piliscsabai talajok Forrás: MBFSz Földtani térkép alapján saját rajz .....	10
5. ábra A különböző talajok vízáteresztő képességi együtthatója (tájékoztató) Forrás: (Nagy, 2018).....	10
6. ábra Talajvízszint mélysége a felszín alatt Forrás:MBFSz térképek alapján saját rajz.....	10
7. ábra Éves csapadékenyiség Piliscsabán 1954-2022 (Forrás: saját feldolgozás Györfi Emil és Lőw Andrea nyilvántartása alapján) .....	12
8. ábra Éves csapadék anomáliája Piliscsabán 1954-2022 (Forrás: saját feldolgozás Györfi Emil és Lőw Andrea nyilvántartása alapján) .....	12
9. ábra Vízkörforgás Forrás: (Báder, 2023).....	15
10. ábra Meishe folyó Forrás: <a href="https://worldlandscapearchitect.com/tag/fengxiang-park/?v=35b5282113b8">https://worldlandscapearchitect.com/tag/fengxiang-park/?v=35b5282113b8</a> .....	16
11. ábra Zalakaros SuDS Forrás: Magnólia Art Facebook .....	16
12. ábra SuDS eszközök Forrás: (Simpson, 2012).....	17
13. ábra Döntéselőkészítő segédlet Forrás: (ZIF3, 2018) .....	18
14. ábra LID Kanadában Forrás: <a href="https://sustainabletechnologies.ca/home/urban-runoff-green-infrastructure/low-impact-development/bioretenion-and-rain-gardens/">https://sustainabletechnologies.ca/home/urban-runoff-green-infrastructure/low-impact-development/bioretenion-and-rain-gardens/</a> .....	19
15. ábra LID Massachusetts államban Forrás: <a href="https://tataandhoward.com/stormwater/site-stormwater-management/">https://tataandhoward.com/stormwater/site-stormwater-management/</a> .....	19
16. ábra Az IUCN természetalapú megközelítést bemutató ábrái (Forrás: IUCN.org).....	20
17. ábra Ismeretterjesztő kártya a TeAM HUB gondozásában Forrás: Facebook .....	21
18. ábra Csapadékvíz kezelési funkciók Forrás: saját ábra.....	22
19. ábra Füves szikkasztóárok Forrás: <a href="https://gardenista.hu/2018/06/21/nekem-nem-kell-arok-en-parkoln-akarak/">https://gardenista.hu/2018/06/21/nekem-nem-kell-arok-en-parkoln-akarak/</a> .....	22
20. ábra SFR 3.0 szerkezete Forrás: Martin Vysoky - edge.....	23
21. ábra Növények szerepe Forrás: Víz a klíma helyreállításáért - Az Új Víz Paradigma (kivonat fordítás; Karakai Tamás) .....	23
22. ábra útról érkező víz Forrás: <a href="https://www.yoursaycharlessturt.com.au/raingardens-flinderspark">https://www.yoursaycharlessturt.com.au/raingardens-flinderspark</a> .....	24
23. ábra Esőkert Stockholmban - játékos is lehet Forrás: <a href="https://drupal.gijon.es/es/gijon-ecoresiliente-prtr">https://drupal.gijon.es/es/gijon-ecoresiliente-prtr</a> .....	25
24. ábra 15 perces természet Forrás: <a href="https://drupal.gijon.es/es/gijon-ecoresiliente-prtr">https://drupal.gijon.es/es/gijon-ecoresiliente-prtr</a> .....	25
25. ábra Esőkert Seattle-ben Forrás: <a href="https://www.terrainseattle.com/blog/news/charities/designing-and-building-a-rain-garden">https://www.terrainseattle.com/blog/news/charities/designing-and-building-a-rain-garden</a> .....	29
26. ábra Természetközeli esőkert általános metszete Forrás: Gardenfutura <a href="https://www.gardenfutura.hu/esokert">https://www.gardenfutura.hu/esokert</a> .....	31
27. ábra Természetközeli esőkert metszete drénezett kialakítással Forrás: Gardenfutura <a href="https://www.gardenfutura.hu/esokert">https://www.gardenfutura.hu/esokert</a> .....	32



28. ábra Erősített rétegrendű esőkert Forrás: Gardenfutura <a href="https://www.gardenfutura.hu/esokert">https://www.gardenfutura.hu/esokert</a> .....	32
29. ábra Száraz esőkert általános metszet Forrás: saját rajz.....	33
30. ábra Burkolt felületben speciális ültetőközeggel kialakított esőkert Forrás: edge .....	34
31. ábra Bioárok Seattle-ben Forrás: <a href="https://www.carrolltownship.com/wp-content/uploads/MS4-Presentation-Carroll-Twp-2019.pdf">https://www.carrolltownship.com/wp-content/uploads/MS4-Presentation-Carroll-Twp-2019.pdf</a> .....	34
32. ábra Talajtípusok vízáteresztési képessége Forrás: (ZIF3, 2018) .....	36
33. ábra Növények hatása a vízkörforgásra különböző tájhasználat esetén Forrás: (Komárominé, 2017)	42
34. ábra Esőkert Kopenhágában Forrás: <a href="https://www.publicspace.org/works/-/project/j075-refurbishment-of-tasinge-square">https://www.publicspace.org/works/-/project/j075-refurbishment-of-tasinge-square</a> .....	44
35. ábra Gerlice utcai kezdetek Forrás: <a href="https://www.esokert.hu/category/mediamegjelenes/">https://www.esokert.hu/category/mediamegjelenes/</a> .....	45
36. ábra Gerlice utcai változó fenntartás Forrás: saját kép .....	46
37. ábra Gerlice utcai kompozíció 2023.08. Forrás: saját kép .....	46
38. ábra Gerlice utcai növény-használat Forrás: saját kép .....	46
39. ábra Sosztakovics esőkert elhelyezése Forrás: saját rajz .....	47
40. ábra Sosztakovics növényalkalmazás Forrás: saját kép .....	47
41. ábra Esővíz bevezetési megoldás Forrás: saját kép.....	47
42. ábra Sosztakovics esőkert Forrás: saját kép.....	47
43. ábra A Pünkösdfürdő Park esőkertek elhelyezése Forrás: közlések alapján saját rajz.....	48
44. ábra Pünkösdfürdő Park esőkert általános keresztmetszete Forrás: Főkert alapján saját rajz.....	48
45. ábra Az esőkertek ősszel Forrás: saját kép.....	49
46. ábra A SuDS 2021-es és 2022-es növényborítása (Forrás: Magnolia Art Kft.).....	50
47. ábra Növények a SuDS (Forrás: Magnolia Art Kft FB).....	51
48. ábra Gödi esőkert építés közben (Forrás: Giczy B. Zsuzsanna FB).....	52
49. ábra Gödi esőkert „működés” közben (Forrás: Giczy B. Zsuzsanna FB) .....	52
50. ábra Köppen féle klímaterképen Európa és az Amerikai Egyesület Államok .....	53
51. ábra A terület lehatárolása (Forrás: Google Earth 2023 alapján saját munka).....	55
52. ábra a terület vízfogadásának irányai (Forrás: Google Earth 2023 alapján saját munka) .....	55
53. ábra Esőkert elhelyezése 1. verzió Forrás: terv alapján saját munka .....	60
54. ábra Esőkert elhelyezése 2. verzió Forrás: terv alapján saját munka .....	61
55. ábra Esőkert elhelyezése 3. verzió Forrás: terv alapján saját munka .....	61
56. Az esőkert egy általános metszete (Forrás: saját munka) .....	62
57. ábra Növénykiültetési koncepció (Forrás: saját munka) .....	63
58. ábra Erdei esőkerti Seattle-ben (Forrás: <a href="https://www.houzz.com.sg/photos/woodland-rain-gardens-phvw-vp~17940588">https://www.houzz.com.sg/photos/woodland-rain-gardens-phvw-vp~17940588</a> ).....	63

## Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni mindazok segítségét, akik nélkül ez a szakdolgozat nem születhetett volna meg, akik nélkül nem tudtam volna a témában elmélyülni.

Elsősorban köszönöm a családomnak, hogy mindvégig türelmesek voltak velem.

A konzulensemnek a folyamatos segítségét és hogy mindvégig bízott bennem.

A szakmabelieknek, akik készségesen válaszoltak minden kérdésemre, különösen a piliscsabai csapadékvíz kezelés rendszerének megértéséhez és a vízi közmű alapokhoz adott segítségéért Leitner Lászlónak;

az egyes esőkertekkel kapcsolatban Farkas-Barta Katának (Kecskemét), Papp Gábornak és Angi Istvánnak (Pünkösdfürdő Park), Csuka Veronika (Karos Korzó), Giczy Balla Zsuzsanna (Göd);

az csapadékvíz kezeléséhez kapcsolódó specifikus szakmai kérdésekkel kapcsolatban Csizmadia Dórának és Pásztor Zsófiának;

az önkormányzat munkatársainak;

és még sokaknak, akik szívesen megmutatták, hogyan épül az esőkert vagy segítettek egy beszélgetéssel közelebb kerülnöm a téma megértéséhez.

## 1.számú melléklet

### Fogalomtár

**Havária:** „Természeti csapás, vagy emberi tevékenységből előállt vészhelyzet” (Magyar Közút, 2023)

**Ökoszisztéma szolgáltatás** alatt az ökológiai rendszerek működése során, az ember közreműködésével létrejött javak és szolgáltatások, amelyek hozzájárulnak az egyén és a társadalom jóllétének fenntartásához és növeléséhez.

**Leürülési idő:** amely idő alatt a tározóból a benne lévő csapadék távozik (elszivárog).

**Csapadékesemény:** csapadék előfordulása adott vízgyűjtő területen

**Villámárvíz:** A villámárvíz esetén az intenzív konvektív csapadékesemény nyomán a vízfolyás rövid időn belül kilép a medréből, és árvizet okoz.

**Vízgyűjtő terület:** A földfelszínnek az a része, amelyről a befogadó az összes lefolyó vizet összegyűjti, az adott befogadó vízgyűjtő területe.

**Csapadék intenzitás:** Meghatározott hosszúságú időszakon (összegyülekezési időn) belül lehullott csapadékmennyiség.

**Visszatérési idő/ elöntési gyakoriság:** Egy adott intenzitású csapadék előfordulási valószínűsége években, ahány évente a csapadék lehullását valószínűsíthetjük.

**Vízáteresztés (talaj):** A szemcsés talajok azon tulajdonsága, hogy a szemcsék között gravitációs vízmozgás lehetséges, mértéke befolyásolja a szikkasztás lehetőségét (k érték)

**Mértékadó vízhozam:** Mértékadó terhelés, vagy a méretet adó terhelés, amely alapján a létesítmények jellemző méreteit tervezzük; jellemzően rövid idejű nagy mennyiségű csapadék.

## 2.számú melléklet Növénylisták

Cserjék	Esőkert								Esőkert típusa			besorolás	Ültetési zóna			honos	Speciális környezeti igény	Ajánlás
	Bajor	Gerlice	Göd	Pünk-fürdő	Sosztakovics	városi	Seattle	Zalakaros	(k)omposztos	(s)záraz	(v)árosi		1. zóna	2. zóna	3. zóna			
Amelanchier alnifolia							x		k			***		2	3	nem		
Arbutus unedo 'Compacta'							x		k			***			3	nem		
Aronia melanocarpa 'Viking'	x									s		***	1	2	3	nem	mérsékelt en méasztúró	
Aucuba japonica						x				s		***		2	3	nem		
Berberis thunbergii 'Erecta'					x				k			***		2	3	nem		
Caryopteris clandonensis							x		k			***			3	nem		
Cornus alba			x							s		**		2		nem		
					x				k			***		2	3	nem		
Corylus avellana							x			s	x	na		2	3	nem		x
Corylus cornuta								x	k			***		2	3	nem		
Cytisus nigricans	x									s		**			3	igen	mészkerülő	
Diervillea sessilifolia				x						s		***			3	nem	mészkerülő	
Frangula purshiana							x		k			***		2	3	nem		
Gaultheria shallon							x		k			***		2	3	nem	mészkerülő	
Halimodendron halodendron	x									s		***			3	nem		
Hebe fajok és fajták								x	k			***			3	nem	fagyérzékeny	
Holodiscus discolor							x		k			***			3	nem		
Hydrangea quercifolia							x		k			***			3	nem		
Ilex aquifolium						x				s		***		2	(3)	nem		
Ligustrum ovalifolium 'Nünü'						x					v	*	na	na	na	nem		
Liquidambar styraciflua		x							k			na	na	na	na	nem	mészkerülő	
Lonicera involucrata							x		k			***	1	2	3	nem		
Lonicera nitida		x							k			na	na	na	na	nem		
Lonicera pileata							x		k			***		2	3	nem		
Magnolia virginiana							x		k			***	1			nem	mészkerülő	

Cserjék	Esőkert								Esőkert típusa			besorolás	Ültetési zóna			honos	Speciális környezeti igény	Ajánlás
	Latin név	Bajor	Gerlice	Göd	Pünk-fürdő	Sosztakovics	városi	Seattle	Zalakaros	(k)omposztos	(s)záraz		(v)árosi	1. zóna	2. zóna			
Mahonia (Berberis) Aquifolium						x				s		***		2	3	nem	agresszív	
Mahonia aquifolium							x		k			***		2	3	nem	agresszív	
Mahonia nervosa							x		k			***		2	3	nem		
Mahonia repens							x		k			***		2	3	nem		
Myrica californica							x		k			***	1	2	3	nem		
Myrica gale							x		k			***	1	2	3	nem		
Oemleria cerasiformis							x		k			***		2	3	nem		
Perovskia atriplicifolia			x							s		**			3	nem		
Philadelphus lewisii							x		k			***		2	3	nem		
Physocarpus capitatus							x		k			***	1	2	3	nem		
Physocarpus opulifolius							x		k			***		2	3	nem		
Pinus mugo				x						s		***			3	nem		
Potentilla fruticosa 'Abbotswood'	x									s		***		2	3	nem		
Prunus laurocerasus		x							k			na	na	na	na	nem		
Ribes bracteosum							x		k			***	1			nem		
Ribes nigrum						x				s		***	1	2	3	igen		
Ribes sanguineum							x		k			***		2	3	nem	mészkerülő	
Rubus calycinoides							x		k			***			3	nem		
Rubus parviflorus							x		k			***		2	3	nem		
Rubus spectabilis							x		k			***	1	2	3	nem		
Salix caprea						x				s		***	1	2	3	igen		
Salix caprea Silberglanz								x		s		na		2	3	igen		x
Salix cinerea						x				s		***	1	2		igen		
Salix purpurea						x				s		***	1	2	3	igen		
Salix purpurea 'Gracilis'			x							s		***	1	2		igen		
Salix purpurea 'Nana'								x		s		na		2	3	igen		x
				x						s		***		2		igen		
Salix viminalis						x				s		***	1	2		igen		
								x		s		na		2	3	igen		x

Cserjék	Esőkert							Esőkert típusa			besorolás	Ültetési zóna			honos	Speciális környezeti igény	Ajánlás	
	Bajor	Gerlice	Göd	Pünk-fürdő	Sosztakovics	városi	Seattle	Zalakaros	(k)omposztos	(s)záraz		(v)árosi	1. zóna	2. zóna				3. zóna
<i>Sambucus caerulea</i>							x		k			***		2	3	nem		
<i>Sambucus nigra</i>							x		k			***	1	2	3	igen		
<i>Spiraea densiflora</i>							x		k			***	1	2	3	nem		
<i>Spiraea douglasii</i>							x		k			***	1	2		nem	mészkerülő	
<i>Spiraea japonica</i>							x		k			***		2	3	nem		
<i>Spiraea japonica</i> 'Albiflora'					x				k			***		2	3	nem		
<i>Spiraea thunbergii</i>							x		k			***		2	3	nem		
<i>Symphoricarpos albus</i>							x		k			***		2	3	nem		
<i>Symphoricarpos x chenaultii</i> 'Hancock'							x		k			***		2	3	nem		
<i>Symphoricarpos x doorenbosii</i> 'Magic Berry'							x		k			***		2	3	nem		
<i>Taxus baccata</i>					x				k			**		2	3	igen		
<i>Vaccinium ovatum</i>							x		k			***			3	nem	mészkerülő	
<i>Viburnum opulus</i>					x				k			***	1	2	3	igen		
<i>Viburnum opulus</i> 'Compactum'				x					k			***		2	3	igen		
<i>Viburnum pragense</i>					x				k			***		2	3	nem		
<i>Xanthocyparis nootkatensis</i> (Chamaecyparis)							x		k			***			3	nem		

Évelők	Esőkert								Esőkert típusa			besorolás	Ültetési zóna			honos	Speciális környezeti igény	Ajánlás
	Latin név	Bajor	Gerlice	Göd	Pünk-fürdő	Sosztakovics	városi	Seattle	Zalakaros	(k)omposztos	(s)záraz		(v)árosi	1. zóna	2. zóna			
Achillea filipendulina 'Coronation Gold'	x									s		**	1			nem		
Achillea filipendulina 'Coronation Gold'						x				s		***	1	2	3	nem	agresszív	
Achillea sp.							x		k			***			3	igen		
Acorus calamus							x		k			***		2	3	nem		
Acorus calamus				x						s		**	1			nem		
Acorus gramineus							x		k			***	1	2		nem		
Acorus gramineus 'Ogon'				x						s		**	1			nem		
Agastache aurantiaca				x						s		na			3	nem		
Ajuga reptans 'Atropurpurea'	x								k			**	na	na	na	igen		
Alchemilla mollis					x				k			***			3	igen		
								x		s		na		2	3	igen		x
			x							s		*		2	3	igen		
Allium 'Globemaster'						x					v	***	na	na	na	nem		
Anemone sylvestris	x								k	s		***	1	2	3	igen	agresszív	
Aquilegia formosa							x		k			***		2	3	nem		
Arctostaphylos uva-ursi							x		k			***		2	3	nem		
Asarum caudatum							x		k			***		2	3	nem		
Aster ageratoides 'Asran'						x				s		***	1	2	3	nem	agresszív	
Aster amellus 'Veilchenkönigen'	x									s		*			3	igen		
Aster laevis 'Blauschleier'	x								k	s		**	1	na	na	nem		
Aster linosyris						x					v	***	na	na	na	nem		
Aster modestus							x		k			***		2	3	nem		
Aster novae-angliae				x						s		***			3	nem		
Aster novae-angliae 'Purple Dome'						x				s		***	1	2	3	nem		tágtúrás ű

Évelők	Esőkert								Esőkert típusa				Ültetési zóna			honos	Speciális környezeti igény	Ajánlás
	Bajor	Gerlice	Göd	Pünk-fürdő	Sosztakovics	városi	Seattle	Zalakaros	(k)omposztos	(s)záraz	(v)árosi	besorolás	1. zóna	2. zóna	3. zóna			
Bergenia 'Bressingham White'						x				s		***	na	na	na	nem		
Bistorta amplexicaulis 'Blackfield' (syn. Persicaria amplexicaulis)	x								na	na	na	***	na	na	na	nem		
Blechnum spicant								x	k			***	1	2	3	nem		
Calamagrostis arundinacea var. brachytricha	x									s		**	1		3	nem		
Calamagrostis x acutiflora										s		na		2	3	igen		x
Calamagrostis x acutiflora 'Karl Förster'	x								na	na	na	***	na	na	na	nem		
Calamintha nepeta var. nepeta	x									s		**	1			nem		
						x					v	***	na	na	na	nem		
Caltha palustris		x							k			na	na	na	na	igen		
				x						s		***	1			igen		
Camassia leichtlinii							x		k			***		2	3	nem		
Camassia quamash							x		k			***		2	3	nem		
Carex buchananii	x									s		*	1			nem		
Carex comans							x		k			***	1	2	3	nem		
Carex obnupta							x		k			***	1	2		nem		
Carex oshimensis							x		k			***		2	3	nem		
Carex testacea							x		k			***	1	2	3	nem		
Ceratostigma plumbaginoides							x			s		***	na	na	na	nem		
Chasmanthium latifolium				x						s		**		2		nem		
Coreopsis lanceolata							x		k			***		2	3	nem		
Coreopsis verticillata							x		k			***		2	3	nem		
Coreopsis verticillata 'Grandiflora'							x				v	***	na	na	na	nem		
Coreopsis verticillata 'Zagreb'	x								k			**	na	na	na	nem		
Deschampsia cespitosa			x							s		***			3	igen		
							x		k			***		2	3	igen		
Dicentra formosa							x		k			***		2	3	nem		
Dracocephalum ruyschiana	x									s		*			3	igen		



Évelők	Esőkert								Esőkert típusa			besorolás	Ültetési zóna			honos	Speciális környezeti igény	Ajánlás
	Bajor	Gerlice	Göd	Pünk-fürdő	Sosztakovics	városi	Seattle	Zalakaros	(k)omposztos	(s)záraz	(v)árosi		1. zóna	2. zóna	3. zóna			
Echinacea purpurea						x			k			***			3	nem		
Echinacea purpurea 'Vintage Wine'	x								na	na	na	**	na	na	na	nem		
Echinacea fajok és fajták			x							s		***	1			nem		
Echinops fajok és fajták					x				k			***			3	igen		
Elymus magellanicus						x			k			***			3	nem		
Epimedium x versicolor 'Sulphureum'							x				v	**	na	na	na	nem		
Erigeron speciosus								x	k			***		2	3	nem		
Erysimum								x	k			***		2	3	nem		
Eupatorium fistulosum 'Glutball'	x									s		*		2	3	nem		
Eupatorium maculatum				x						s		***			3	nem		
Euphorbia polychroma	x								na	na	na	**	na	na	3	igen		
Euphorbia polychroma 'Bonfire'	x								na	na	na	**	na	na	na	igen		tágtúrású
Euphorbia seguieriana subsp. niciciana	x								k	na	na	***	1	na	na	nem		
Festuca glauca								x	k			***			3	igen		
Festuca mairei							x			s		***	1	2	3	nem		vízborítást tűri
Filipendula ulmaria 'Plena'	x								k	na	na	**	na	2	3	igen		
Filipendulina vulgaris 'Plena'	x								na	na	na	***	na	na	na	igen		
Foeniculum vulgare 'Rubrum'							x			s		***	na	na	na	nem		
Fragaria chiloensis								x	k			***		2	3	nem		
Gaura lindheimeri		x							k			na	na	na	na	nem		
							x			s		***	1	2	3	nem		vízborítást tűri
								x	k			***		2	3	nem		

Évelők	Esőkert								Esőkert típusa			Ültetési zóna			honos	Speciális környezeti igény	Ajánlás	
	Latin név	Bajor	Gerlice	Göd	Pünk-fürdő	Sosztakovics	városi	Seattle	Zalakaros	(k)omposztos	(s)záraz	(v)árosi	besorolás	1. zóna				2. zóna
Geranium macrorrhizum			x							s		***		2	3	nem		
Geranium pratense 'Johnsons Blue'	x						x		k			***			3	nem		
Geranium renardii 'Philip Vapelle'						x					v	***	na	na	na	nem		
	x								k	na	na	***	na	na	na	nem		
Geranium Rozanne								x		s		na		2	3	nem		vízborítást túri
							x			s		***	1	2	3	nem		tágtúrású
Geranium sanguinea 'Album'						x				s		***	na	na	na	igen		
Geranium sanguineum 'Elsbeth'	x									s	v	***	na	na	na	igen		
Geranium x cantabrigiense			x							s		***		2	3	nem		
							x		k			***		2	3	nem		
Geum fajok és fajták							x		k			***		2	3	igen		
Gillenia trifoliata	x											**	na	na	na	nem		
Helenium x hybrida 'Moerheim Beauty'						x				s		***	1	2		nem		
Helianthemum nummularium							x		k			***			3	igen		
Helictotrichon sempervirens								x	k			na		2	3	nem		x
Helleborus foetidus						x					v	***	na	na	na	nem		
Helleborus orientalis						x				s		***	na	na	na	nem		
Hemerocallis fajok és fajták		x							k			na	na	na	na	nem		
								x		s		na		2	3	nem		x
							x		k			***		2	3	nem		
	x								k			***	na	na	na	nem		
Hesperantha coccinea									k			***	1	2	3	nem		fagyérzékeny
							x		k			***		2	3	nem		
Heuchera fajok									k			***		2	3	nem		
Hibiscus moscheutos		x							k			na	na	na	na	nem		

Évelők	Esőkert								Esőkert típusa			besorolás	Ültetési zóna			honos	Speciális környezeti igény	Ajánlás
	Bajor	Gerlice	Göd	Pünk-fürdő	Sosztakovics	városi	Seattle	Zalakaros	(k)omposztos	(s)záraz	(v)árosi		1. zóna	2. zóna	3. zóna			
Hyssopus officinalis						x			k			***		2	3	nem		
Imperata cylindrica 'Red Baron'				x						s		***		2		nem		
Inula ensifolia 'Compacta'	x									s		**	1			nem		
Iris barbata						x					v	***	na	na	na	nem		
Iris barbata 'Elatior'						x				s		***	1	2	3	nem		
Iris douglasiana							x		k			***	1	2	3	nem		
Iris pallida				x						s		***		2		nem		
Iris pseudacorus			x							s		***	1			igen		
Iris sibirica fajták is			x							s		***	1			igen		
								x		s		na		2	3	igen		x
	x								k			**	1			igen		
Iris spuria 'Frigia'	x								na	na	na	***	na	na	na	igen		
Iris spuria 'Highlight Lavender'	x									s		***	1			igen		
Iris tenax						x			k			***	1	2	3	nem		
Juncus acuminatus						x			k			***	1			nem		
Juncus effusus				x						s		***		2		igen		
Juncus ensifolius						x			k			***	1			nem		
Juncus patens						x			k			***	1	2		nem		
Juncus tenuis						x			k			***	1	2		nem		
Juniperus virginiana		x							k			na	na	na	na	nem		
Knautia macedonia	x									s		**			3	nem		
						x				s		***	1	2	3	nem		vízborítást tűri
Kniphofia uvaria 'Green Jade'	x								na	na	na	**	na	na	na	nem		
Koeleria glauca				x						s		***			3	igen		
Lavendula angustifolia						x			k			***			3	nem		
Lavendula stoechas						x			k			***			3	nem		
Leucojum aestivum 'Gravetye Giant'	x								na	na	na	***	na	na	na	igen		

Évelők	Esőkert								Esőkert típusa			besorolás	Ültetési zóna			honos	Speciális környezeti igény	Ajánlás
	Bajor	Gerlice	Göd	Pünk-fürdő	Sosztakovics	városi	Seattle	Zalakaros	(k)omposztos	(s)záraz	(v)árosi		1. zóna	2. zóna	3. zóna			
Liatris spicata							x		k			***		2	3	nem		
Liatris spicata 'Floristan Violet'	x								na	na	na	***	na	na	na	nem		
Liatris spicata 'Floristan White'	x								na	na	na	***	na	na	na	nem		
Lupinus							x		k			***			3	nem	kivadulhat	
Luzula sylvatica						x					v	***	na	na	na	igen	savanyú talajt kedvel	
				x						s		***		2		igen	savanyú talajt kedvel	
Lysimachia ciliata 'Firecracker'	x								k			***	na	na	na	nem		
Lythrum salicaria és virgatum					x				k			***			3	igen		
				x						s		***	1			igen		
				x				x		s		***	1	2		igen		x
Lythrum salicaria 'Stichflamme'	x								k	na	na	**	na	na	na	igen		
	x									s		*	1			igen		
Melica ciliata				x						s		na			3	igen		
Miscanthus sinensis		x							k			na	na	na	na	nem		
								x		s		na		2	3	nem		x
Miscanthus sinensis 'Purple Fall'					x				k			***		2	3	nem		
Miscanthus sinensis 'Yaku Jima Dwarf'					x				k			***			3	nem		
Molinia caerulea 'Strahlenquelle'	x								k			***	na	na	na	igen		
Molinia caerulea							x		k			***	1	2		igen		
Monarda dydima			x							s		***	1			nem		
Nepeta racemosa fajták is			x							s		***			3	nem		
								x		s		na		2	3	nem		x
Nepeta x faassenii fajták is										v		***	na	na	na	nem		
								x		k		***			3	nem		
				x						s		***			3	nem		
		x								k		na	na	na	na	nem		
					x					k		***			3	nem		
							x			s		***	1	2	3	nem		vízborítást tűri
	x									s		**			3	nem		

Évelők	Esőkert								Esőkert típusa			besorolás	Ültetési zóna			honos	Speciális környezeti igény	Ajánlás
	Bajor	Gerlice	Göd	Pünk-fürdő	Sosztakovics	városi	Seattle	Zalakaros	(k)omposztos	(s)záraz	(v)árosi		1. zóna	2. zóna	3. zóna			
Nothochelone nemorosa							x		k			***			3	nem		
Oenothera fruticosa						x					v	***	na	na	na	nem		
Ophiopogon planiscapus							x		k			***			3	nem		
Origanum laevigatum 'Herrenhausen'	x								k			***	na	na	na	nem		
Origanum laevigatum 'Herrenhausen'	x									s		**			3	nem		
Panicum virgatum		x							k			na	na	na	na	nem		
							x		s			na		2	3	nem		x
						x			k			***		2	3	nem		
Panicum virgatum 'Heavy Metal'				x		x					v	***	na	na	na	nem		
Panicum virgatum 'Rotstrahlbusch'	x								na	s	na	***	1	na	na	nem		
Panicum virgatum 'Rotstrahlbusch'	x								k			**	na	na	na	nem		
Pennisetum alopecuroides			x							s		*		2	3	nem		
							x		k			***			3	nem		
Pennisetum orientale			x							s		***			3	nem		
Penstemon cardwellii							x		k			***			3	nem		
Persicaria affinis				x						s		***			3	nem		
Phalaris arundinacea			x							s		***			3	igen		
				x				x		s		na		2	3	igen		x
Phlomis russeliana										s		***	1	2	3	nem		vízborítást tűri
				x						s		na			3	nem		
Physostegia virginiana			x							s		***	1			nem		
Physostegia virginiana 'Rosea '				x						s		na			3	nem		
Platycodon grandiflorum 'Mariesii'						x					v	***	na	na	na	nem		
Polygonatum multiflorum						x					v	***	na	na	na	igen		
Polygonum amplexicaule 'Firetail'	x									s		***		2	3	nem		
Polystichum munitum							x		k			***		2	3	nem		
Potentilla erecta	x								k			***	na	na	na	igen		

Évelők	Esőkert								Esőkert típusa			besorolás	Ültetési zóna			honos	Speciális környezeti igény	Ajánlás
	Bajor	Gerlice	Göd	Pünk-fürdő	Sosztakovics	városi	Seattle	Zalakaros	(k)omposztos	(s)záraz	(v)árosi		1. zóna	2. zóna	3. zóna			
Rosa 'Innocencia' ® Kordes						x				v	***	na	na	na	nem			
Rudbeckia fulgida			x							s	***	1			nem			
Rudbeckia hirta									x	k	***			3	nem			
Salvia nemorosa		x								k	na	na	na	na	igen			
					x					k	***			3	igen			
Salvia nemorosa 'Caradonna'								x		s	na	na	na	na	igen			
	x									na	na	na	na	na	igen		tágtúrású	
Salvia officinalis					x					k	***			3	nem			
Salvia verticillata 'Purple Rain'	x									s	**			3	igen			
Salvia verticillata 'White Rain'	x									s	*			3	igen			
Sanguisorba officinalis 'Tama'						x				s	***	1			igen		tágtúrású	
Saponaria officinalis				x						s	na			3	igen			
Satureja montana						x				s	***	1	2	3	nem		tágtúrású	
Scirpus microcarpus								x		k	***	1			nem			
Sedum floriferum 'Weihenstephaner Gold'						x				v	***	na	na	na	nem			
Sedum hybridum 'Immegrünchen'						x				v	***	na	na	na	nem			
Sedum spectabile			x							s	**			3	nem			
Sedum spectabile								x		s	na			3	nem		x	
Sedum telephium 'Herbstfreude'						x				v	***	na	na	na	igen			
Sedum telephium 'Herbstfreude'						x				s	***			3	igen		tágtúrású	
Sedum telephium 'Jose Aubergine'	x									na	na	na	na	na	igen			
Sedum telephium 'Matrona'	x									na	s	na	**	3	igen			
Sidalcea hendersonii								x		k	***	1			nem			
Solidago caesia	x									na	s	na	***	1	na	na	nem	
Sorghastrum nutans				x						s	na			3	nem			
Spodiopogon sibiricus				x						s	na			3	nem			
Sporobolus heterolepis 'Cloud'	x									na	na	na	***	na	na	na	nem	
Sporobolus heterolepis 'Tara'						x				s	***	1	2	3	nem		vízborítást tűri	

Évelők	Eszékert								Eszékert típusa			besorolás	Ültetési zóna			honos	Speciális környezeti igény	Ajánlás
	Bajor	Gerlice	Göd	Pünk-fürdő	Sosztakovics	városi	Seattle	Zalakaros	(k)omposztos	(s)záraz	(v)árosi		1. zóna	2. zóna	3. zóna			
Stachys byzantina						x				v	***	na	na	na	nem			
Stipa							x		s		na			3	nem		x	
Stipa calamagrostis 'Algau'						x			s		***	1	2	3	nem		tágtúrású	
	x								s		**		2	3	nem			
Symphyotrichum chilense							x			k	***			2	nem			
Symphyotrichum subspicatum							x			k	***	1	2	3	nem			
Tellima grandiflora							x			k	***			2	3	nem		
Thymus sp.						x					v	***	na	na	na	igen		
Tiarella trifoliata							x			k	***			2	3	nem	mészkerülő	
Tolmiea menziesii							x			k	***			2		nem		
Tradescantia x andersoniana				x					s		na	1			nem			
Trillium ovatum							x			k	***			2	3	nem		
Vancouveria hexandra							x			k	***			2	3	nem		
Verbascum fajok						x			s		***	1	2	3	igen		tágtúrású	
Verbena bonariensis								x	s		na			2	3	nem	x	
						x			s		***	1	2	3	nem		vízborítást tűri	
Vernonia arkansana	x								s		***			2	3	nem		
Veronica austriaca subsp. teucrium 'Knallblau'						x				v	***	na	na	na	igen			
Veronica longifolium				x					s		na				3	igen		
Veronica spicata		x							k		na	na	na	na	igen			
Veronica teucrium	x								s		***			2	3	igen		
Veronica teucrium 'Knallblau'	x								na	na	na	***	na	na	na	igen		
		x							k		na	na	na	na	na	nem		
Yucca filamentosa						x			s		***	1	2	3	nem		tágtúrású	

Fák	Esőkert								Esőkert típusa			besorolás	Ültetési zóna			honos	Speciális környezeti igény	Ajánlás	
	Latin név	Bajor	Gerlice	Göd	Pünk-fürdő	Sosztakovics	városi	Seattle	Zalakaros	(k)omposztos	(s)záraz		(v)árosi	1. zóna	2. zóna				3. zóna
Acer buergerianum							x			k			***			3	nem		
Acer circinatum							x			k			***		2	3	nem	mészkerülő	
Acer palmatum							x			k			***			3	nem	mészkerülő	
Acer tataricum								x			s		na			3	igen		x
Alnus x spaethii								x			s		na			3	nem		
Alnus glutinosa					x					k			***	1	2		igen		
						x					s		***	1	2	3	igen		
								x			s		na			3	igen		x
Alnus incana						x					s		***	1	2	3	igen		
Betula albosinensis							x			k			***			3	nem		
Betula jacquemontii							x			k			***			3	nem		
Betula nigra							x			k			***			3	nem		
Betula papyrifera							x			k			***			3	nem		
Betula pendula					x					k			***			3	igen		
						x					s		***		2	3	igen		
								x			s		na			3	igen		x
Betula pubescens						x					s		***	1	2		igen		
Betula utilis					x					k			***		2	3	nem		
Crataegus x lavallei							x			k			***			3	nem		
Fraxinus ang. Raywood								x			s		na			3	igen		x
Fraxinus pannonica subsp. danubiana						x					s		***	(1)	2	3	igen		
Malus fusca							x			k			***	1	2	3	nem		
Malus transitoria 'schmidcutleaf'							x			k			***			3	nem		
Parrotia persica							x			k			***			3	nem		
Pinus sylvestris		x								k			na	na	na	na	nem		
								x			s		na			3	igen		
Populus alba						x					s		***	1	2	3	igen		
Populus nigra						x					s		***	1	2	3	nem		
Prunus serrulata 'Kanzan'		x								k			na	na	na	na	nem		



Fák	Esőkert							Esőkert típusa			besorolás	Ültetési zóna			honos	Speciális környezeti igény	Ajánlás
	Bajor	Gerlice	Göd	Pünk-fürdő	Sosztakovics	városi	Seattle	Zalakaros	(k)omposztos	(s)záraz		(v)árosi	1. zóna	2. zóna			
Prunus spp		x							k			na	na	na	igen		
Pyrus piraster					x				k			***		2	3	igen	
Quercus robur						x				s		***	(1)	2	3	igen	
Salix alba						x				s		***	1	2	3	igen	
Salix alba ' Tristis								x		s		na			3	igen	x
Salix fragilis						x				s		***	1	2	3	igen	
Taxodium distichum								x		k		***	1	2	3	nem	mészkerülő
Thuja plicata								x		k		***		2	3	nem	
Tilia cordata					x					k		***			3	igen	
Tilia tomentosa		x								k		na	na	na	na	igen	
			x							s		***			3	igen	
Ulmus laevis						x				s		***	(1)	2	3	igen	

## NYILATKOZAT

### a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Nagy Eszter  
A Hallgató Neptun kódja: D9VHDX  
A dolgozat címe: Esőkert kialakítási lehetősége Piliscsabán  
A megjelenés éve: 2023.  
A konzulens intézetének neve: Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Kert- és Szabadtértervezési Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

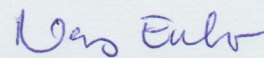
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2023. év november hó 6.nap



Hallgató aláírása

**MATE Szervezeti és Működési Szabályzat**

**III. Hallgatói Követelményrendszer**

**III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat**

**6.13. sz. függelék: A MATE egységes szakdolgozat /  
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója**

**4.1. sz. melléklete: Konzulensi nyilatkozat**

**NYILATKOZAT**

Nagy Eszter (hallgató Neptun azonosítója: D9VHDX) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom<sup>2</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>3</sup>

Kelt: 2023. év november hó 6.\_nap



belső konzulens

---

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendó.

<sup>3</sup> A megfelelő aláhúzendó.