

Csapadékvíz-visszatartás és
esőkert kialakítás koncepcióterve
Vác, Deákvár-kertváros és
Törökhegy területén

2025



Készítették a MATE II. éves mesterszakos tájépítész hallgatói:

- Fazekas Fatime
- Gergály Renáta
- Gönczöl Katalin
- Kálmán Andrea
- Köllő Norbert
- Lengyel Réka
- Molnárné Fogarasi Anna
- Szabó Ákos
- Szekér Sára

Konzulens oktatók:

- Hubayné dr. Horváth Nóra, táj- és kertépítész mérnök, vezető tervező, tájvédelmi szakértő
- Módosné Bugyi Ildikó, tájépítész vezető tervező, tájvédelmi szakértő
- Erdei Tímea, tájépítésmérnök, tájvédelmi szakértő
- Nagy Dorina, Phd hallgató, tájépítésmérnök, rehabilitációs szakmérnök

Készült: Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet, Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszékén (1118 Budapest, Villányi út 35-43.)

Megbízó: Vác Város Önkormányzata (2600 Vác, Március 15. tér 11.)

Szerkesztette: Módosné Bugyi Ildikó

A koncepcióterv elkészítését az ENVIROSENSE Hungary Kft. LIDAR adatállomány rendelkezésre bocsátásával támogatta.



2025. szeptember – november

Tartalom

1	Bevezetés, tervelőzmények, módszertan.....	7
1.1	A dokumentáció célja és háttere.....	7
1.2	Tervkészítés keretei.....	7
1.3	A tanulmányterv tárgya.....	8
1.4	Döntés-előkészítő kivonat.....	9
1.5	A tervezési terület lehatárolása.....	10
1.6	Módszertan.....	11
1.7	Tervezéshez felhasznált adatok.....	11
2	A tervezési terület csapadékvíz-kezelési problémakörének bemutatása.....	13
2.1	A villámárvizek okozta problémakörök feltárása.....	13
2.1.1	Kosdi úti aluljáró rendszeres elöntése.....	13
2.1.2	Intenzív csapadék esemény felmerülő kockázatai a tervezési területen.....	14
2.2	Beépülés folyamatának következményei a településrészen.....	15
2.2.1	Csapadékvíz-kezelés, csapadékvíz-elvezetés hiányosságai.....	15
2.2.2	Elöntési kockázat jövőbeli növekedése.....	16
2.2.3	Infrastrukturális problémák.....	16
2.3	Az érintett városrész szerepe Vác csapadékvíz-kezelésében.....	16
3	Tervezési terület adottságai.....	18
3.1	A városrész elhelyezkedése és közlekedési tengelye.....	18
3.2	Természeti adottságok.....	18
3.2.1	Talajadottságok.....	18
3.2.2	Csapadékviszonyok.....	19
3.2.3	Felszín alatti vizek, talajvíz.....	20
3.2.4	Domborzati adottságok.....	20
3.3	Táj- és területhasználat.....	23
3.3.1	Átalakuló zártkertekes lakóterület.....	25
3.3.2	Közlekedési területek.....	26
3.3.3	Ipari-gazdasági területek.....	26
3.3.4	Közpark.....	27
3.4	Eltérő karakterű területek lehatárolása és elemzése.....	27
3.4.1	Lakóterületek, utcák.....	27
3.4.2	Kálvária-domb.....	28
3.4.3	Ipari területek.....	29
3.4.4	Intézményi területek.....	29
3.5	Burkoltsági arány bemutatása területegységenként.....	29
3.6	A területet érintő védettségek, műemléki és természetvédelmi vonatkozások.....	30
3.7	Infrastruktúra: Felszíni és felszín alatti vízvezetés.....	31
3.8	Közlekedési hálózat.....	33
3.9	A vízvezetés történeti áttekintése.....	33
3.10	A tervezési terület adottságainak összefoglaló értékelése.....	34
4	Lefolyás számítások, elszívárogatandó/tározandó vízmennyiség.....	36
5	Területhasználat és jogi környezet elemzése.....	38
5.1	Településrendezési és építési keretek.....	38
5.2	Zöldfelületi és faállomány-védelmi előírások.....	38

5.3	Vízgazdálkodási szabályozások a HÉSZ-ben	38
	Tulajdonviszonyok	40
6	Szakirodalmi áttekintés és összehasonlító példák	42
6.1	Nemzetközi és hazai jógyakorlatok áttekintése	42
6.2	Városi vízgazdálkodási rendszerek, „szivacsváros” megoldások elemzése	45
6.3	Szivacsváros koncepció eszközeinek összefoglalása	48
6.4	Tanulságok és adaptálhatóság a vizsgált településre.....	49
7	Csapadékvíz-visszatartás alkalmazandó alapelvei/ alapkoncepciója a tervezési területen	52
7.1	Javaslati koncepciót megalapozó tervezési szempontok.....	52
7.2	Tervezési alapelvek	53
7.3	Növényválasztási alapelvek	53
7.4	Szemléletformálás szerepe, ajánlások	55
8	Csapadékvíz-visszatartási javaslatok, beavatkozási lehetőségek területi egységenként	56
8.1	Lakóterek.....	56
8.2	Kis lejtésű utcák	58
8.3	Törökhegyi meredek utcák, közterületek	59
8.4	Kiserdő	61
8.5	Kórház	66
8.6	Kálvária-domb északi része	69
8.7	Kálvária-domb déli része	72
8.8	Kosdi úti árok	75
8.9	Iparterület	77
8.10	Kertvárosi utca környéke	78
8.11	Javaslatok összefoglalása	83
9	Szabályozási ajánlások	87
10	Szemléletformálási, tájékoztatási, támogatási ajánlások.....	88
11	Finanszírozási lehetőségek	90
12	Fenntartási és monitoring ajánlások	92
13	Összefoglalás	93
	Irodalomjegyzék	95
	Mellékletek	98

Ábrajegyzék

1. ábra:	A tervezési terület lehatárolása (forrás: saját szerkesztés GE alapon)	10
2. ábra:	A tervezési terület elhelyezkedése Vácon belül (Forrás: OSM, 2024)	18
3. ábra:	Talajtípusok a tervezési területen (forrás: https://map.hugeo.hu/fdt_alapszelvenyek/# +saját szerkesztés).....	19
4. ábra:	Éves csapadék eloszlása Vác területén, Csapadékeltérés az átlagtól 2025. augusztusa	19
5. ábra:	Talajvíz mélysége a tervezési területen (Forrás: MBFSZ).....	20
6. ábra:	Domborzatmodell, felszíni vízfolyási vonalakkal (forrás: LiDAR felhasználásával, saját szerkesztés).....	21

7. ábra: Légi LiDAR technológiával előállított, 1 m x 1 m felbontású pontfelhőből generált szintvonalak (Envirosense KFT adatállományának felhasználásával saját szerkesztés) ..	21
8. ábra: Mikrovízgyűtők a tervezési területen belül (Forrás: saját szerkesztés).....	22
9. ábra: Topográfiai nedvesség index vizualizáció DDM alapján (forrás: saját szerkesztés) ..	23
10. ábra: Vác-Törökhegy városrész területhasználata (forrás: Open Street Map)	24
11. ábra: Zártkertek átalakulási folyamata az 1960-as évektől napjainkig (forrás: Fentrol.hu)	25
12. ábra: Teljesen burkolt utca	28
13. ábra: térkövezett autóbeálló	28
14. ábra: Nyílt árok a Kertváros utca és Mandula utca találkozásánál	28
15. ábra: utcai csapadékvíz kivezetés.....	28
16. ábra: víznyelő rács a Napsugár utcában	28
17. ábra: út menti zöld sáv Napsugár utca	28
18. ábra: szórt burkolatú út menti sáv	28
19. ábra: Burkoltsági arány (százalékosan) a TAK alapján lehatárolt területi egységek szerinti felosztásban.....	30
20. ábra Kálvária-domb TT biotikai adatai (adatszolgáltatás alapján).....	31
21. ábra: Felszíni csapadékelvezető hálózat.....	33
22. ábra: Az általános vizsgálat áttekintő tervlapja (forrás: saját szerkesztés)	35
23. ábra: A tervezési terület önkormányzati tulajdonú területei (forrás: adatszolgáltatás).....	40
24. ábra: Szivacsváros koncepció elemei (Forrás: Zöldinfrastruktúra füzetek – Szivacsváros)	46
25. ábra: Potenciális szivacsváros megoldások kiválasztásának lépései (Forrás: Zöldinfrastruktúra füzetek – Szivacsváros)	47
26. ábra: Lehetséges lakókerti esőkert, illetve extenzív tetőkert vizualizációja (Forrás: Google Studio).....	57
27. ábra: Szikkasztó felületek, útszéli esőkertek vizualizációja a Mandula utcában (forrás Google Studio).....	59
28. ábra: Útmenti esőkert vizualizációja (Forrás: Google Studio).....	60
29. ábra: A Kiserdő területére jelenlegi és javasolt megoldásokat bemutató metszetek.....	63
30. ábra: Javasolt szűrő és szikkasztóárok vizualizációja az Alsó Törökhegyi út mentén (Forrás: Google Studio).....	64
31. ábra: A Kiserdőbe javasolt vízvisszatartó rözse-, vagy rönkgát vizualizációja (Forrás: Google Studio).....	65
32. ábra: A Kiserdőben és a meredek utakon javasolt vízvisszatartó megoldások tervlapja (Forrás: saját szerkesztés)	65
33. ábra: Csapadék-vízvisszatartási javaslat a kórház területére (forrás: saját szerkesztés)	67
34. ábra: A kórház területén javasolt vízmeztartó megoldások metszetábrája (forrás: saját szerkesztés)	67
35. ábra: Vízvisszatartó megoldások vizualizációja a kórház területére (Forrás: Google Studio)	69
36. ábra: Szikkasztóárok kialakításának javasolt rétegrendje (Forrás: Zöldinfrastruktúra füzetek 3.)	70
37. ábra: Javasolt vízvisszatartó megoldások és zöldfelületi fejlesztések a Kálvária-domb területén - tervrajz (forrás: saját szerkesztés).....	71
38. ábra: Javasolt vízvisszatartási megoldások metszetábrája a Kálvária-domb északi fókuszterületén (forrás: saját szerkesztés)	71
39. ábra: Tározótó elvi metszete (forrás: saját szerkesztés)	72

40. ábra: Javasolt tározótó vizualizációja (forrás: Google Studio)	72
41. ábra: Kálvária-domb déli oldalán javasolt vízmegtartó megoldás koncepcióterve (forrás: saját szerkesztés).....	74
42. ábra: Kálvária-domb déli oldalán javasolt vízmegtartó megoldás metszete és előképe	74
43. ábra: Kálvária-domb déli oldalán javasolt vízmegtartó megoldás látványképe (saját szerkesztés)	74
44. ábra: Stocholm faültetési rendszer kialakítása (forrás: Szivacs város kiadvány).....	76
45. ábra: Kertvárosi utca, Vizsgálati tervlap (forrás: saját szerkesztés).....	79
46. ábra: Kertvárosi utca, vizsgálati hossz és keresztmetszet (forrás: saját szerkesztés).....	80
47. ábra: Kertvárosi utca, javasolt vízmegtartó megoldások, koncepcióterv (forrás: saját szerkesztés)	82
48. ábra: Kertvárosi utca koncepcióterv, keresztmetszet és hosszmetszet (forrás: saját szerkesztés)	83
49. ábra: Vizualizáció a Kertváros utcai fókuszterületre javasolt vízmegtartó megoldásokról (forrás: Google Studio)	83

Mellékletek jegyzéke

Az általános vizsgálat áttekintő tervlapja	
Csapadékvíz visszatartási javaslatok áttekintő tervlapja	
Kálváriadomb északi fókuszterület vizsgálata	
Csapadékvíz visszatartási és tározási koncepció a Kálváriadombon (északi terület rész)	
Kálvária déli oldal vizsgálati tervlap	
Kálvária déli oldal javaslati tervlap	
Kertvárosi utca vizsgálati tervlap	
Kertvárosi utca javasolt vízmegtartó megoldások, koncepcióterv	
Kiserdő és meredek utcák vizsgálati tervlapja	
Kiserdő és meredek utcák javaslati tervlapja	
Kórház területének vizsgálati tervlapja	
Kórház területének javaslati tervlapja	
Fókuszterület vizsgálati tervlapja (Kosdi út – Deákvári fasor találkozásánál)	
Lefolyás számítási táblázatok – vízgyűjtő kódok	
Lefolyás számítási táblázatok – Telekkönyv információ szerinti számítás	
Lefolyás számítási táblázatok – Vízzárósági térkép alapján	
Lefolyás számítási táblázatok – Északi vízgyűjtő területre	
Lefolyás számítási táblázatok – Déli vízgyűjtő területre	
Lefolyás számítási táblázatok – Vízzáróság térkép alapján 10% szcenárió	
Lefolyás számítási táblázatok – Vízzáróság térkép alapján 20% szcenárió	
Inspirációs előképek- lehetséges esőkereti növényfajok	
„Hogyan tartjuk meg a vizet?” – Lakossági szóróanyag	

1 Bevezetés, tervelőzmények, módszertan

1.1 A dokumentáció célja és háttere

Vác városának domborzati adottságai és a klímaváltozásból fakadó, egyre szélsőséesebb csapadékeloszlás, komoly kihívások elé állítják a település vízgazdálkodását. A Deákvár-Kertváros és Törökhegy városrészek, valamint a kapcsolódó vízgyűjtő területek intenzív beépülése és a burkolt felületek növekedése jelentősen megnövelte a felszíni lefolyás mértékét. Ez rendszeresen okoz villámárvizeket és elöntéseket a mélyebben fekvő területeken, különös tekintettel a Kosdi úti aluljáró környezetére.

Felismerve a hagyományos „vízelvezető” szemlélet korlátait, Vác Város Önkormányzata elkötelezte magát a fenntartható, kék-zöld infrastruktúrára alapozott megoldások mellett. Ennek jegyében az Önkormányzat együttműködési megállapodást kötött a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetemmel (MATE), azzal a céllal, hogy a Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszékének szakmai műhelye dolgozzon ki egy átfogó koncepciótervet a terület csapadékvíz-visszatartására és hasznosítására.

Jelen dokumentáció célja, hogy megalapozott szakmai javaslatokat tegyen a csapadékvíz helyben tartását (szikkasztását, tározását, párologtatását) célzó beavatkozásokra, feltárja a „szivacs város” koncepció helyi alkalmazhatóságát, és részletes mintaterveken keresztül mutassa be a lehetséges műszaki-tájépítészeti megoldásokat. A tanulmány nem kiviteli terv, hanem egy olyan döntés-előkészítő anyag, amely kijelöli a jövőbeni fejlesztések irányát. A tervekészítéshez a megbízó geodéziai alaptérképet nem bocsátott rendelkezésre.

1.2 Tervkészítés keretei

A koncepcióterv a MATE Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszékén, a végzős tájépítész hallgatók Mesterprojektje keretében készült. A munka szakmai kereteit a „Specifikus szakterületi ismeretek 2.”, valamint a „Diplomatervezés szeminárium” tárgyak biztosították.

A tervezési folyamat egy intenzív, műhelymunka jellegű időszakot ölelt fel 2025. szeptember 8. és november 30. között. A munka két fő fázisból állt:

- Intenzív műhelyhét: Egy kéthetes, helyszíni felmérésekkel és csoportmunkával teli időszak, ahol a hallgatók megismerték a terület adottságait, egyeztettek a városi szakemberekkel, valamint a Duna-Ipoly Nemzeti Park munkatársaival és meghatározták a koncepció fő irányvonalait.

- **Kidolgozási szakasz:** A féléves szorgalmi időszak további hat hetében a hallgatók konzulens oktatóik irányításával részletezték a terveket, elvégezték a szükséges számításokat és kidolgozták az akcióterületek részletes javaslatait. A folyamat fontos állomásaként 2025. október 14-én munkaközi prezentációra került sor, ahol a hallgatók bemutatták az addigi eredményeket az Önkormányzat számára. A kapott visszajelzéseket beépítették a végleges dokumentációba.

A tervekészítés során a hallgatók szoros együttműködésben dolgoztak a tanszék oktatóival, valamint felhasználták az Önkormányzat és más partnerek (Envirosense Hungary Kft., Dunai-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság) által biztosított téradatokat és szakmai anyagokat.

A tervezési folyamat zárásaként az elkészült koncepcióterveket a hallgatók 2025. november 24-én mutatták be Vác Város Önkormányzata előtt. A prezentáció sikeresen lezajlott, a városvezetés és a szakmai képviselők megismerték és megvitatták a javaslatokat.

1.3 A tanulmányterv tárgya

A Megbízóval kötött szerződés értelmében a tanulmányterv tárgya: **„Csapadékvíz-visszatartás és esőkert kialakítás koncepcióterve Vác, Deákvár-Kertváros és Törökhegy területén”**.

A tervezési terület Vác északi-északnyugati, dombvidéki jellegű, intenzíven beépülő lakó- és intézményi övezeteit foglalja magában (Deákvár-Kertváros, Törökhegy, Váci Jávorszky Ödön Kórház és környezete), amelyek vízgyűjtő területe közvetlen hatással van a város mélyebben fekvő részeire.

A tanulmány tartalmi felépítése a szerződéses vállalásoknak megfelelően az alábbi elemeket tartalmazza:

- **Helyzetfeltárás és vizsgálat (M 1:4500):** A tervezési terület domborzati, hidrológiai és területhasználati adottságainak elemzése, a jelenlegi vízgazdálkodási problémák feltárása.
- **Alkalmassági vizsgálat és problématerkép:** A potenciális víz visszatartási területek lehatárolása és a kritikus pontok (előntések, erózió) azonosítása.
- **Módszertani áttekintés és jógyakorlatok:** A csapadékvíz-visszatartásra alkalmas technológiák (esőkertek, szikkasztók, zöldtetők stb.) ismertetése, valamint releváns hazai és nemzetközi példák bemutatása.
- **Átfogó koncepcióterv (M 1:4500):** A teljes vízgyűjtőre vonatkozó beavatkozási javaslatok rendszerszintű kidolgozása.

- Részletes akcióterületi tervek (M 1:500 - 1:2500): A területen belül kijelölt fókuszterületek (pl. Kálvária-domb, Kiserdő, Kórház, mintautcák) részletesebb koncepciótervének kidolgozása.

1.4 Döntés-előkészítő kivonat

Probléma

- Törökhegy és Deákvár–kertváros gyors beépülése és a magas burkoltság megnövelte a csúcslefolyást, a hordalékterhelést és az elöntések kockázatát – különösen a Kosdi úti aluljáró környezetében.
- A felszíni (nyílt) csapadékvíz-hálózat hiányos/karbantartási gondokkal küzd, a felszín alatti (zárt) szakaszok túlterhelődnek.
- A Törökhegy hajdani zártkerti területein lévő szűk utcákban kevés a mozgástér a vizek szabályozott levezetésére
- A magánkertekből összegyűjtöttek, illegálisan kivezetett tetővizek közterületre kerülnek, terhelve a hálózatot és a mélyfekvésű pontokat.

Célok

- Decentralizált, természet alapú elemek rendszere: az első 20–30 mm eső helyben tartása (esőkertek, szikkasztók, zöldtetők, áteresztő burkolatok), ezzel havária helyzetek gyakoriságának és mértékének csökkentése, havária esetén kontrollált levezetés és tározás.
- Csatornateher-csökkentés, elöntéscsökkentés, mikroklíma-javítás, biodiverzitás-erősítés, fenntarthatóság.

Megoldási lehetőségek, fókuszterületek

- Kosdi út: lépcsőzetes mederkialakítás, kapacitásnövelés, hordalékfogók, áttört/süllyesztett szegélyek; parkolók alatt szikkasztó kazetták. Csúcsvizek kivezetése a Kálvária-domb északi esőkertrészére.
- Kálvária-domb (északi): esőkert → tározó → gyepes szikkasztó (túlfolyóval).
- Kiserdő: rózse-/rönkgátak, szűrőárkok, mikro-tározók; az alsó árok szivárogtatóként való átalakítása.
- 3 meredek utca: lépcsőzött vágók, szűrő/szikkasztó sávok, hordalékfogó küszöbök.
- Kertvárosi utca: lineáris esőkert, vízvisszatartás

- Kórház: ahol lehetséges, extenzív zöldtető alkalmazása, tetővizek kavicságyon való elvezetése és elszikkasztása süllyesztett terepszinteken és esőkertekben, parkolók, gyalogutak esetében vízáteresztő burkolat alkalmazása, rekreációs helyszín létrehozása a kórház belső zöldfelületén

1.5 A tervezési terület lehatárolása

Tervezési területünk Vác keleti oldalán fekszik, magába foglalja Törökhegy településrész északi részét és az alatta lévő területeket (Deákvár-Kertváros településrészt) a vasúti vonalig, az aluljáró területét is magába foglalva. Nyugaton a jelentős forgalommal rendelkező Kosdi út határolja, észak-keleten a Felső Törökhegyi út, amely terepi adottságainak köszönhetően kiemelkedve fizikálisan is határvonalat alkot. A terület határvonala a Felső Törökhegyi úttal dél-nyugat fele lekanyarodva szőlős terület mellett elhaladva egy vízfolyás mentén folytatódik. A tervezési terület részét képezi a városi kórház, valamint a közeli kertvárosias beépítésű területek, határán a Napsugár utcával. A kórház alatti Kálvária-domb dél-keleti oldalán elhaladó út mentén a Deákvári fasorba torkolva a vasút menti üzemi-gazdasági területet is bekeríti a tervezési terület határa. Végül a vasúti aluljáró környékét is magába foglalva visszatér a Kosdi úthoz.



I. ábra: A tervezési terület lehatárolása (forrás: saját szerkesztés GE alapon)

1.6 Módszertan

A tervezés helyszínéről első körben adatbázisokon és egyéb szakirodalmi kutatáson alapuló információgyűjtést végeztünk a helyszíni terepszemle előtt. Ehhez több forrást is felhasználtunk, amit az 1.7 fejezetben ismertetünk. A közösségi oldalakról, médiából pedig a várost érintő havária esetekről gyűjtöttünk adatokat.

Emellett olyan hazai, illetve nemzetközi projektekből gyűjtöttünk példákat, amelyekben Vác fő problémájához kapcsolódó problémákra példaszerű megoldást adhatnak. Ezek elsősorban a lehulló csapadékvíz vagy árvizek kezelésre irányuló természet alapú megoldások.

A számítógépes adatgyűjtést követte a helyszín két napos megismerése, amely magába foglalta a szakemberekkel és a helyi szereplőkkel történő beszélgetést. Három csapatban végeztük a terepi felmérést más-más részterületen. A bejárás során figyeltük a terepi adottságokat, a vízelvezetési módokat és eszközöket, tereptárgyakat, közműveket, a burkoltság mértékét és egyes területeken a növényzetet.

A víz útjának megfigyelése alapján kirajzolódtak a beavatkozási pontok, ahova különböző természet alapú megoldásokat javasoltunk. A tervezéshez kulcsfontosságú mutató volt a csapadékintenzitás ismerete, melyet az Újpesti mérőállomás adatai alapján határoztunk meg.

A vizsgálati és javaslati térkép készítésénél a domborzati adottságok pontosabb megismerését LiDAR-ral felmért 1 méteres, továbbá 25 cm-es generált szintvonalak segítették. Kétféle léptékben dolgoztunk, készítettünk egy átnézeti térképet az egész területre, majd ebbe belenyújtva 1:500-as léptékben készültek a fókuszterületeinkre a részletesebb tervlapok.

1.7 Tervezéshez felhasznált adatok

A tervezés során a szabadon elérhető adatbázisok mellett Vác Város Önkormányzata, a Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság és a Envirosense Hungary Kft. által rendelkezésünkre bocsátott adatokat használtuk fel az alábbiak szerint:

Vác Város Önkormányzatától kapott adatállományok:

- tervezési terület ingatlannyilvántartási térkép (földrészlet, művelési ág, helyrajzi szám, épületállomány adatai)
- tervezési terület tulajdonviszonyait bemutató szöveges állomány
- tervezési terület vízrajzi térkép
- hatályos településrendezési eszközök, szabályozási terv
- településképi lehatárolás térképe

- digitális domborzat modell
- ortofotó
- csapadékvíz elvezető hálózat térképe
- csapadékvízkezeléssel kapcsolatos problématerkép és haváriahelyzetek fényképes dokumentációja
- Vác (5683) 56 A (10) erdőrészlet adatlap

Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóságtól kapott adatok:

- Vác, Kálvária-domb és környéke helyi jelentőségű természetvédelmi terület biotikai adatai: Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság 2025.09.18-i leválogatás (ügyiratszám: DINPI/5208-1/2025)
- Vác, Kálvária-domb és környéke helyi jelentőségű természetvédelmi terület kezelési terve (PAGONY Táj- és Kertépítész Iroda, 2003)
- Vác, Kálvária-domb és környéke helyi jelentőségű természetvédelmi terület ökológiai állapot-felmérő adatlap (2014)

Envirosense Hungary Kft. által átadott adatállomány:

- LiDAR alapú domborzatmodell (Légi LiDAR technológiával előállított, a pontfelhő leválogatott talajpontjaiból interpolált felszín 1 m x 1 m felbontással, melynek pixel értékei Balti tengerszint feletti magasságot adnak meg EOV vetületi rendszerben. (GeoTiff állomány) – Ponthérség: 10 pont/m²)

2 A tervezési terület csapadékvíz-kezelési problémakörének bemutatása

2.1 A villámárvizek okozta problémakörök feltárása

A váci vizsgált mintaterületen a csapadékvíz kezelési főbb problémák. A metnet.hu adatai szerint körülbelül egy évtizeddel ezelőtt Vácra az éves csapadékmennyiség még több mint 30%-kal meghaladta a sokéves átlagot. Ezzel szemben 2025-ben az évi átlagos csapadék mennyisége már mindössze 240–400 mm között alakul. A változás rávilágít arra, hogy a csapadék mennyiségének és eloszlásának átalakulása komoly kihívást jelent a városi környezetben, hiszen a probléma nem csupán a csapadék mennyiségében, hanem annak kezelésében és megfelelő hasznosításában rejlik.

2.1.1 Kosdi úti aluljáró rendszeres elöntése

A területen, a Kosdi úti aluljárónál, visszatérő problémát jelent a csapadékvíz-kezelés hiányossága. Heves esőzések, zivatarok után az aluljáró és környezete rendszeresen elöntés alá kerül. A kialakuló vízborítás:

- Árvízi kockázatot jelent az útszakasz forgalmára.
- Eróziós károkat okoz a burkolatokban és a környező zöldfelületeken.
- A lezúduló csapadékvíz a felszíni hordalékot (egyéb szennyeződést) a Kosdi úton felhalmozza, ami balesetveszélyes körülményeket teremt.
- A vízzel együtt szennyező anyagok (olaj, por, közlekedési eredetű szennyezés) mosódnak a területre, amelyek rontják a vízminőséget és növelik a környezeti terhelést.

A problémának különösen súlyos következménye, hogy a hordalék és az elöntés akadályozhatja a kórház megközelítését – beleértve a mentőautók közlekedését –, ami közvetlen közlekedésbiztonsági és egészségügyi kockázatot jelent.

Vác városában a csapadékvíz-kezelés hiányosságai tehát több területen is visszatérő problémát jelentenek, különösen azokon a mélyebben fekvő útszakaszokon és csomópontokban, ahol a természetes lefolyás akadályozott. Az egyik legkritikusabb pont a Kosdi úti aluljáró térsége, ahol heves esőzések, felhőszakadások és intenzív zivatarok után rendszeresen vízborítás alakul ki. Az aluljáró mély fekvése, a szűk kapacitású csapadékvíz-elvezető hálózat, valamint a környező területekről lezúduló nagy mennyiségű víz együttesen olyan helyzetet teremt, amely mind a közlekedésbiztonság, mind a környezetvédelem szempontjából jelentős kockázatokat hordoz. A kialakuló vízborítás elsődlegesen árvízi kockázatot jelent az útszakasz forgalmára,

hiszen az átmenetileg elöntött útpálya, valamint az utakra kerülő iszapos hordalék akadályozza a járművek közlekedését, és fokozott balesetveszélyt idéz elő.

A víz nemcsak önmagában jelent problémát, hanem azzal együtt jelentős mennyiségű hordalék és felszíni szennyeződés is megjelenik. A lezúduló csapadékvíz a környező területekről murvát, falevelet és egyéb hordalékot sodor az aluljáró térségébe, amelyek a Kosdi úton felhalmozódva további balesetveszélyes körülményeket teremtenek. Az útburkolat csúszóssá válik, a felgyülemlett anyagok akadályozzák a közlekedést, és rontják a városi közlekedési infrastruktúra általános állapotát.

A környezeti terhelés szempontjából is súlyos a helyzet. A csapadékvíz nem tisztán kerül az aluljáró területére, hanem magával sodorja az utakról és parkolókról származó szennyező anyagokat: olajszármazékokat, port, közlekedési eredetű mikroszennyezőket, amelyek a vízzel együtt a burkolatra és a környező zöldfelületekre kerülnek. Ezek a szennyeződések a talaj és a felszíni víztestek minőségét is rontják, hosszabb távon pedig a város környezeti fenntarthatóságát veszélyeztetik.

A probléma tehát rávilágít, hogy annak érdekében, hogy a Kosdi úti aluljáró és más hasonlóan veszélyeztetett területek hosszú távon is biztonságosan és fenntartható módon működhessenek.

2.1.2 Intenzív csapadék esemény felmerülő kockázatai a tervezési területen

Vác Törökhegy területén az intenzív csapadékesemények elsősorban a domborzati viszonyok miatt jelentenek kockázatot. A hirtelen lehulló nagy mennyiségű csapadék rövid idő alatt erős felszíni vízfolyást idézhet elő, amely talajeróziót, hordalékképződést és az utak, közművek, valamint támfalak károsodását okozhatja. A lejtős területekről lezúduló víz az alacsonyabban fekvő utcákban és telkeken összegyűlve elöntéseket és időszakos belvíz kialakulását eredményezheti, különösen ott, ahol a vízelvezetés hiányos vagy alulméretezett. Az infrastruktúra túlterhelése mellett a magántelkek, pincék és mélygarázsok beázása, valamint a kerítések és támfalak stabilitásának gyengülése is várható. Emellett a gyors lefolyás hordalékot és szennyeződést juttathat a természetes élőhelyekre, károsítva a zöldfelületeket és a növényzetet. A kockázatok mérséklése érdekében szükséges a megfelelő csapadékvíz-elvezetési rendszer kialakítása, a lejtésviszonyokhoz illeszkedő műszaki megoldások, például árkok, záportározók és szikkasztók alkalmazása, valamint a zöldfelületek megőrzése és erősítése.

Főbb valós problémák a mintaterületeken:

- Erős esőzések után Vác alacsonyabban fekvő utcáit rendszeresen elönti a víz
- Túl gyorsan lefolyik a víz a felszínen, nincs lehetőség az elsikkadásra

- Túl sok a burkolat és a beépítés a magán és ipari területeken belül
- Szabályozás ellenére is sok telekről összegyűjtött formában kivezetésre kerül az esővíz
- Egyesített rendszerre történő felszín alatti csapadékvíz gyűjtés sem megfelelő
- Az infrastruktúra túlterhelése mellett a magántelkek, pincék és mélygarázsok beázása, valamint a kerítések és támfalak stabilitásának gyengülése is megfigyelhető.

2.2 Beépülés folyamatának következményei a településrészen

2.2.1 Csapadékvíz-kezelés, csapadékvíz-elvezetés hiányosságai

Vácon a vizsgált mintaterületen a beépülés gyors mértéke jelentős csapadékvíz-kezelési problémákat vet fel. A növekvő burkolt felületek és beépítések miatt a természetes beszivárgás lehetősége csökken, így a csapadékvíz gyorsabban és nagyobb mennyiségben zúdul le a mélyebben fekvő területekre. Napjainkban már nem cél a csapadékvíz gyors elvezetés, de mivel a térségben nincs kiépített, a megnövekedett vízmennyiség kezelésére alkalmas rendszer, ez a helyzet előntésekhez, pangó vizek kialakulásához és a villámárvizek kockázatának fokozódásához vezethet. Az árvízi veszélyek mellett a csapadékvízzel együtt hordalék és szennyezőanyag is a közlekedési és lakóterületekre kerülhet, amely tovább növeli a károk mértékét és a vízminőségi problémákat, valamint időnként ellehetetleníti/megnehezíti a városi kórház megközelítését. Jelenleg a beépült területeket behálózó utcák szűkek, nyílt csapadékvíz elvezető árkok kialakítására nem alkalmasak.

Vác Törökhegy városrészében a csapadékvíz-elvezetés gyakorlatilag teljesen kiépítetlen. Sem zárt csapadékcatorna, sem nyílt árokrendszer, sem felszín alatti vezeték nem áll rendelkezésre, így az esővíz a terület egészén természetes úton, a talajba szivárog vagy a felszínen folyik el.

A szennyvíz tekintetében már összetettebb a kép, de a kiépítettség itt is korlátozott. Törökhegyen csak az Alsó- és Felső-Törökhegyi úton található közművesített szennyvíz-catorna, a többi utca még nem kapcsolódik a hálózatra. Ez azt eredményezi, hogy a városrész közműellátottsága jelentősen elmarad Vác más területeihez képest. A település egészét nézve a szennyvízrendszer alapvetően elválasztott elvű, ugyanakkor a város néhány részén még mindig előfordulnak olyan szakaszok, ahol a csapadék- és szennyvíz ugyanabba a catornába kerül, tehát vegyes rendszer működik. Az átereszek sem a legmegfelelőbbek a területen.

A környék vízgazdálkodása ezért elsősorban a természetes beszivárgásra támaszkodik, ami nyugalmi időszakban működőképes, nagyobb csapadék esetén viszont problémákat okozhat, mivel nincs olyan infrastruktúra, amely a felszíni vizeket gyorsan és biztonságosan elvezetné.

2.2.2 Elöntési kockázat jövőbeli növekedése

A mintaterületeken az intenzív csapadékesemények következtében számottevően megnövekszik az elöntési kockázat. A terület domborzati adottságai miatt a hirtelen lehulló nagy mennyiségű eső gyors felszíni lefolyást eredményez, amely az alacsonyabban fekvő utcákban és telkeken összegyűlve vízborítást, időszakos belvizet és pincék, mélygarázsok beázását okozhatja. A vízvezető hálózat túlterhelődése és a csapadékvíz elvezetésének hiányosságai tovább fokozzák a kockázatot, amely a közlekedésben fennakadásokat, az infrastruktúrában és az ingatlanokban pedig károkat idézhet elő. A lefolyási növekedésekre vonatkozó számolásokat és annak növekedését a következő fejezetekben kifejtve taglaljuk.

2.2.3 Infrastrukturális problémák

Az infrastruktúra állapotát szintén hátrányosan érinti a vízkezelés hiánya: az utak burkolata gyorsabban károsodik, a közműhálózat sérülékenyebbé válik, és a vízvezető árkok, csatornák karbantartási igénye jelentősen nő. Továbbá a víz az utakban kátyúsodást, burkolatkárosodást, süllyedéseket okozhat. A folyamatosan pangó víz átnedvesítheti az épületek alapjait, ami szerkezeti károkhoz vezethet, továbbá a mélygarázsokat is elöntheti. Ha a csapadékvíz nincs elkülönítve a szennyvíztől, túlterhelheti a szennyvízrendszert, ami szennyvíz-visszafolyást és közegészségügyi kockázatot okoz. A közlekedésbiztonság is romlik, mivel az elöntött utak és a hordalék akadályozhatja a járműforgalmat, beleértve a sürgősségi közlekedést is. Mindezek következményeként hosszabb távon csökkenhet a terület ingatlanainak értéke, romolhat a lakosság életminősége, valamint sérülhet a városrész vízháztartási egyensúlya, amely a klímaváltozás hatásaihoz való alkalmazkodást is tovább nehezíti.

2.3 Az érintett városrész szerepe Vác csapadékvíz-kezelésében

A mintaterületeken vizsgált Deákvár és Törökhegy városrész együttesen Vác közigazgatási területének hozzávetőlegesen 15–20%-át teszik ki. A területek azonban jól érzékeltetik, hogy nem pusztán kisebb lakóövezetről van szó, hanem Vác egyik legjelentősebb, gyorsan fejlődő és népes városrészéről, amely a városi infrastruktúrára – köztük a vízvezetésre és a szennyvízkezelésre – is kiemelt terhelést gyakorol.

A terület domborzati adottságai miatt heves záporok, zivatarok idején rövid idő alatt nagy mennyiségű csapadékvíz gyűlik össze a mélyebben fekvő részekben, amely jelentős részben a közcsatorna-hálózatba jut. Ez a többletterhelés a jelenlegi kapacitások mellett könnyen túlterheli a vízvezető rendszert, és olyan vízmennyiséget irányít a szennyvízcsatornába, amelyet a Váci Szennyvíztisztító Telep hirtelen nem képes befogadni és megfelelően kezelni.

Ilyen helyzetekben a telep hidraulikai túlterhelése következhet be: a beérkező víz mennyisége meghaladja a befogadni képes víztömeget.

Ennek következménye lehet:

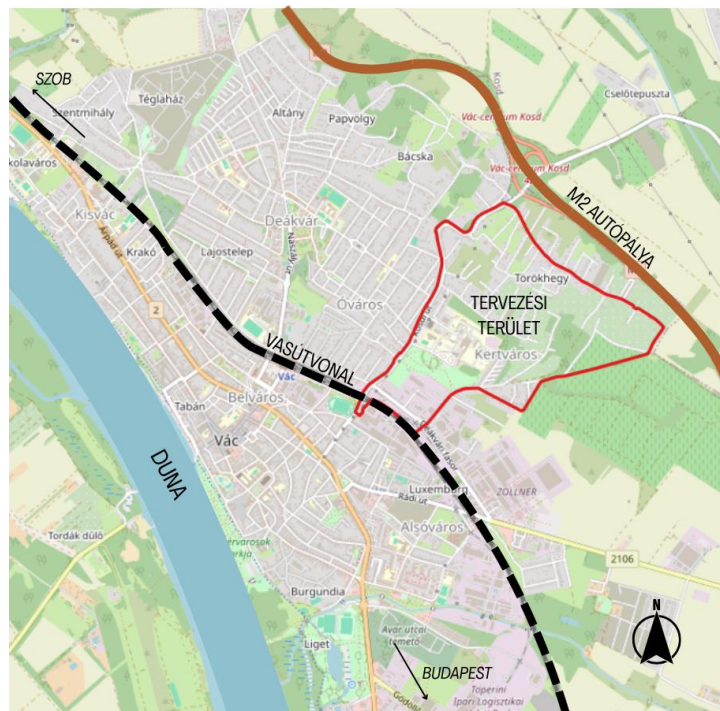
- a csatornahálózat visszaduzzadása, ami helyi elöntéseket okozhat Deákváron és a Törökhegy alacsonyabban fekvő részein,
- hosszú távon az infrastruktúra gyorsabb állapotromlása a gyakori túlterhelés miatt, valamint
- a Dunába kerülő szennyvizek.

Míndez rávilágít arra, hogy bár a tervezés tárgyát képező két városrész a város területének jelentős részét teszi a csapadékvíz-kezelés szempontjából kritikus szerepük van. A vízelvezetési, illetve szennyvíztisztítási rendszerek korszerűsítése, bővítése nélkül –a klímaváltozás és a fokozódó beépülés/burkolás hatásainak következtében– a jövőben fokozódhat az elöntési problémák mértéke és gyakorisága egyaránt.

3 Tervezési terület adottságai

3.1 A városrész elhelyezkedése és közlekedési tengelye

A vizsgált településrész Vác belterületének keleti felén található a Kosdi út keleti oldalán, a Belvárostól kb. 1,5 km-re. Elsősorban autóval megközelíthető. Törökhegytől északra halad az M2-es autópálya, mely a Kosdi útról érhető el. A területen helyi autóbusszjárat közlekedik a kórházhoz. Kertváros déli részét érinti a Szob-Pest vasútvonal. Legközelebbi megállója Vác-Alsóvároson található. A területen belül más tömegközlekedési lehetőség nincs.



2. ábra: A tervezési terület elhelyezkedése Vácon belül (Forrás: OSM, 2024)

3.2 Természeti adottságok

3.2.1 Talajadottságok

A 3. ábra mutatja a talajadottságokat a tervezési területen belül. Kékes színnel van ábrázolva a *Folyóvízi üledék*: ahol homokos–kavicsos a réteg, ott jó vízáteresztő; ahol agyagos, ott rossz vízvezető. Szürkés színnel - *Fluvioeolikus homok*: gyorsan áteresztí a vizet, de kis vízmegtartó képességű → szárazodásra hajlamos. Sárgás szín - *Löss*: Hajlamos víztartásra, de a csúszásos jelenségekre is. Narancsos szín - *Törökbálinti Homokkő Formáció*: durva-finomszemű homokkő, alsó részén finomhomokkő-agyag; felső részén meszes finomhomokos aleurit

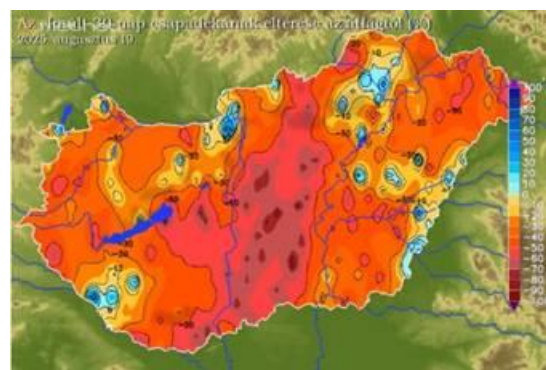
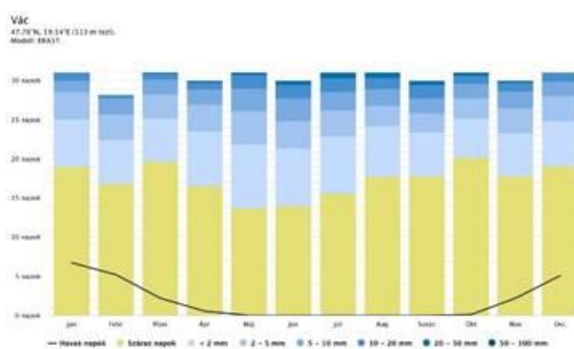
betelepülések, ha erősen kőzetes és cementált → rossz vízvezető. Viszont a repedések, karsztosodott vagy mállott zónák mentén jó vízvezető lehet. Helyenként vízáadó réteget képez.



3. ábra: Talajtípusok a tervezési területen (forrás: https://map.hugeo.hu/fdt_alapszelvények/# +saját szerkesztés)

3.2.2 Csapadékviszonyok

A legcsapadékosabb hónapok a május és június. A metnet.hu adatai alapján 10 évvel korábban még több, mint 30% -al több csapadék esett, mint az átlag. 2025-ben viszont már negatív ez az érték 20-30% -al. 2024-ben az évi átlagos csapadékmennyiség 240-400 mm között mozog, régebben ez 550–650 mm volt. Fő kihívás a csapadékvíz-kezelésben nem a mennyiség, hanem az intenzitás és a rövid időn belüli eloszlás egyenlőtlensége. Kritikus időszakok a nyári hónapokban érkező felhőszakadások és az ebből adódó villámárvizek.

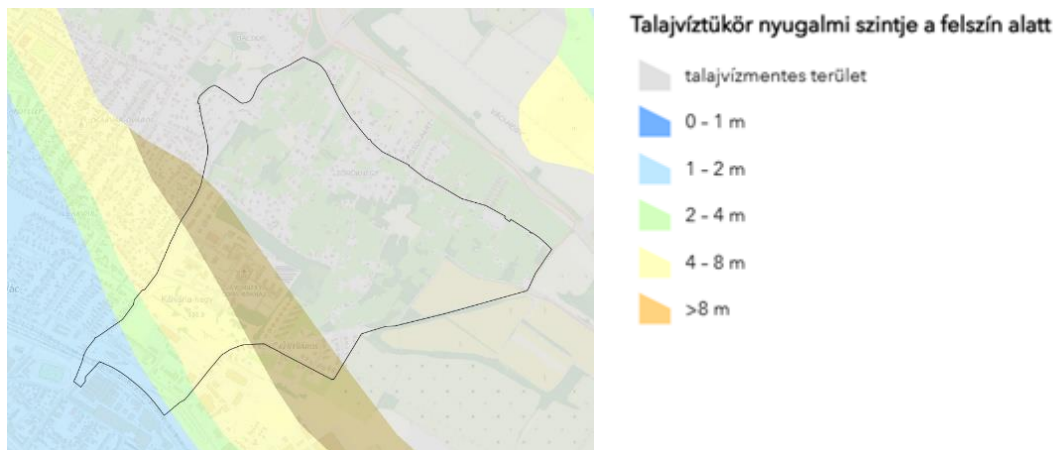


4. ábra: Éves csapadék eloszlása Vác területén, Csapadékeltérés az átlagtól 2025. augusztusa

(forrás: https://www.meteoblue.com/hu/id%C5%91j%C3%A1r%C3%A1s/historyclimate/-climatemodelled/v%C3%A1c_magyarorsz%C3%A1g_3043293)

3.2.3 Felszín alatti vizek, talajvíz

A vizsgálati területen a talajvíz 2-8 m között található. Az Országos Vízügyi honlap alapján a térségben az elmúlt héten a talajvíz szintje 200-400 mm között lehetett, az elmúlt 30 éves átlaghoz képest ez 50-75% -al kevesebb. A legközelebbi talajvízkút Rádon található, a kútban szeptember közepén 697 cm volt az átlag vízmagasság.

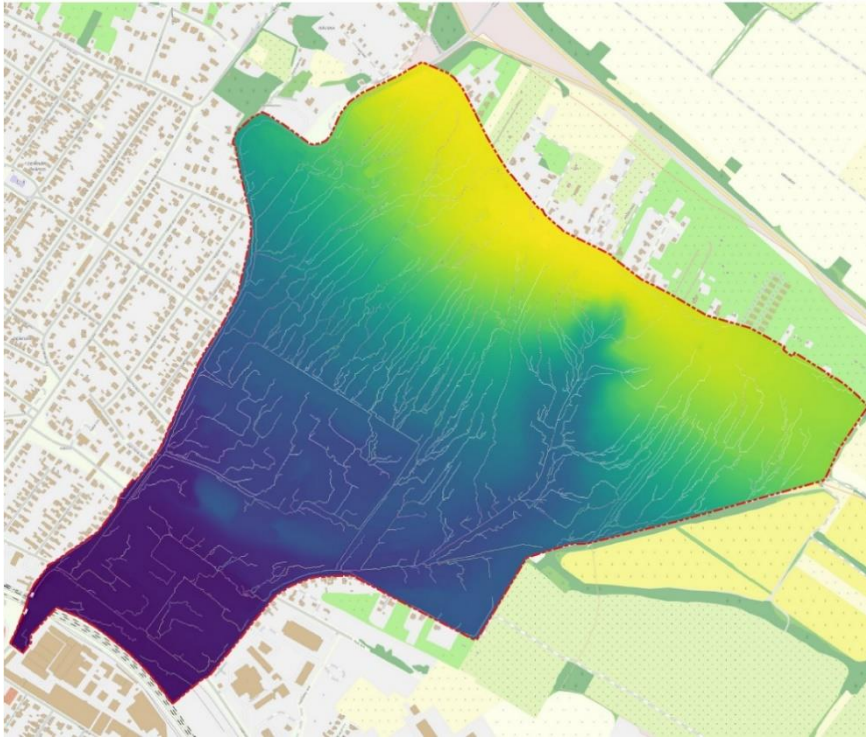


5. ábra: Talajvíz mélysége a tervezési területen (Forrás: MBFSZ)

3.2.4 Domborzati adottságok

A vizsgálati terület meredekségének elemzése QGIS program segítségével készült. A vizsgálathoz Digitális Domborzat Modellt (DDM-5) használtunk. Az elemzésből megállapítható, hogy a Kiserdőtől délkeletre található egy meredek oldalú völgy, ami lehúzódik egészen a kórház területe mellé. A terepszintek a többi részen folyamatos lejtést mutatnak, jellemző lejtésirány ÉK-DNy-i.

Az Envirosense Hungary Kft-től kapott légi LiDAR technológiával előállított, 1 m x 1 m felbontású pontfelhőből generált domborzatmodell a DDM-5-nél még pontosabb információkat nyújt a tervezési terület domborzati viszonyairól, kirajzolódnak a terület csapadékvizeket gyűjtő-levezető mélyvonalai.

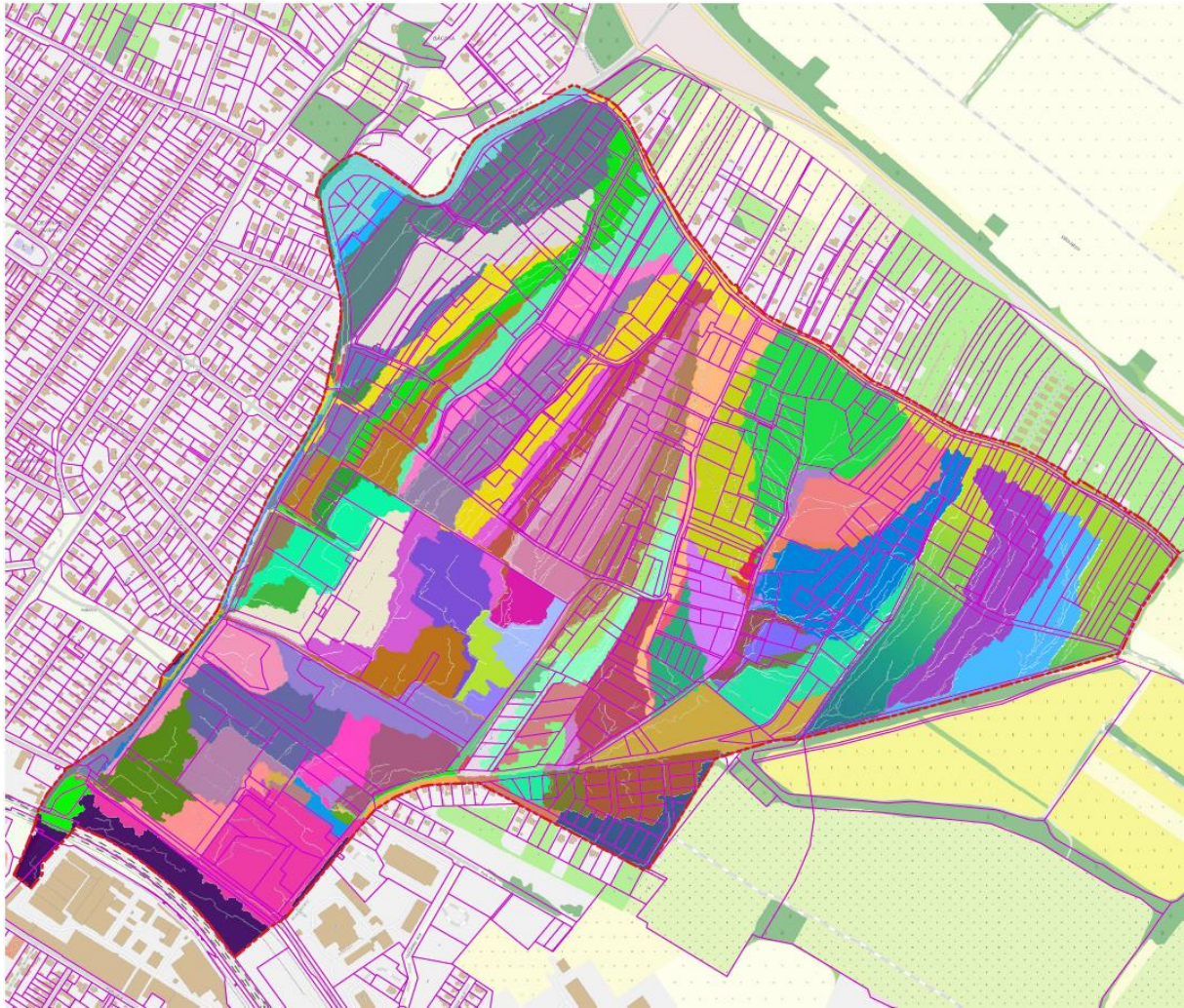


6. ábra: Domborzatmodell, felszíni vízfolyási vonalakkal (forrás: LiDAR felhasználásával, saját szerkesztés)



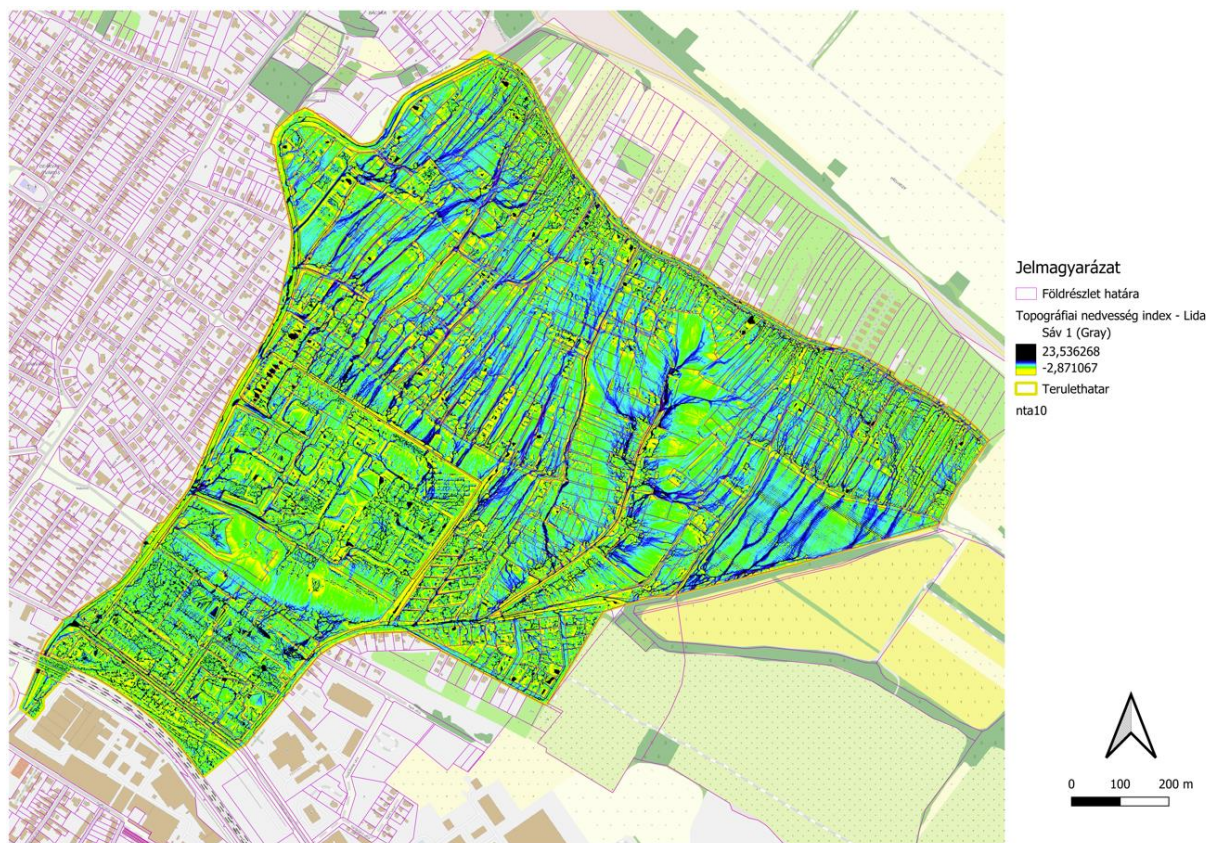
7. ábra: Légi LiDAR technológiával előállított, 1 m x 1 m felbontású pontfelhőből generált szintvonalak (Envirosense KFT adatállományának felhasználásával saját szerkesztés)

A domborzatelemzés célja a lefolyási mélyvonalak és részvízgyűjtők kijelölése volt, amelyek segítenek meghatározni a beavatkozási pontok (vápa, esőkert, tározó) optimális helyét.



8. ábra: Mikrovízgyűjtők a tervezési területen belül (Forrás: saját szerkesztés)

A mikrovízgyűjtők (8. ábra) az utcai és lakóközösségi szintű beavatkozások megtervezésére és a fókuszterületek kiválasztására is felhasználhatóak.



9. ábra: Topográfiai nedvesség index vizualizáció DDM alapján (forrás: saját szerkesztés)

A 9. ábra a digitális domborzatmodell (Envirosense, Lidar) alapján elkészített topográfiai nedvesség index vizualizációt mutatja. Jól kirajzolódnak a felszíni csapadékvíz lefolyási vonalak és a víz megtartására alkalmas területek.

3.3 Táj- és területhasználat

Lakóterületek: az egykori zártkerti övezetben jellemzően kis telkes, családi házas beépítés alakult ki, többnyire alacsony intenzitású infrastruktúrával. A telekméret és telekszerkezet szempontjából jelenleg sok telek viszonylag kis méretű, hosszú-keskeny alakú, részben még a korábbi zártkerti parcellázásból fakadó szerkezet maradványa.

Beépítés típusára többnyire szabadonálló épületek jellemzőek (kertvárosias jelleg), nincs magas tömb- vagy többszintes társasházi beépítés.

A szabályozási terv javaslatai között szerepel a beépíthetőség korlátozása, a legkisebb kialakítható telekméret növelése, az épületmagasság jelenlegi szintjének magtartása, illetve a zöldfelületek / kert-jelleg meghagyása / erősítése.

Mezőgazdasági területek: még mindig megtalálhatók kisebb szőlők, hobbikertek és kaszálók, de ezek művelését nehezíti a beépítés mértéke és a megközelíthetőség nehézsége.

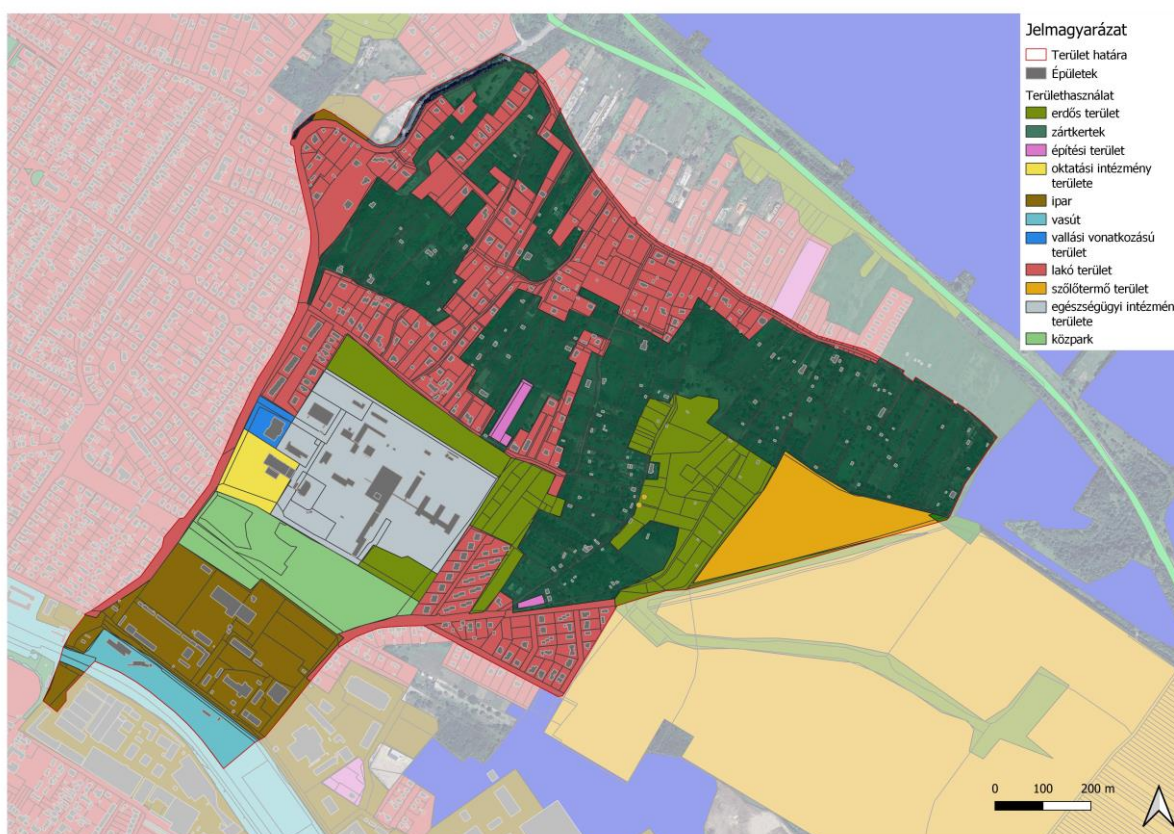
Zöldfelületek és erdősávok: a beépítések között és a dombtetőkön spontán fásodás, cserjésedés indult meg, amely ökológiai szempontból értékes élőhelyfoltokat eredményezett.

Infrastruktúra és közlekedés: az utak állapota vegyes. Vannak aszfaltozott, jól karbantartott részek, de sok utca szórt burkolatos, illetve márt aszfalt burkolattal rendelkezik. A terület megközelíthetősége korlátozott, a burkolt utak aránya alacsony, ami mérsékli az intenzív beépítési nyomást, ugyanakkor nehezíti a közműfejlesztést.

Tájhasználati konfliktusok

Törökhegy térségében jelentkező fő kihívás a rendezetlen parcellaszerkezet és a részben illegális beépítések kezelése. A tájhasználat jövőbeli iránya várhatóan a kertvárosias lakóterületi fejlesztés felé tolódik, miközben fontos a zöldfelületi rendszer megőrzése, valamint a lejtős területek erózióvédelme.

A város ökológiai hálózata szempontjából Törökhegy fontos pufferzóna szerepet tölthet be a beépített és a természetközeli területek között.



10. ábra: Vác-Törökhegy városrész területhasználata (forrás: Open Street Map)

3.3.1 Átalakuló zártkertekes lakóterület

A váci Törökhegy városrész beépülési folyamata jól nyomon követhető a különböző időszakokban készült légifelvételeken (11. ábra). Az 1960-as években, a CORONA kéműhold felvételén még a zártkerti, mezőgazdasági jelleg dominált. A területet apró parcellák tagolták, amelyeket szőlő- és gyümölcsművelésre használtak. A beépítettség ekkor minimális volt, csupán néhány kisebb gazdasági épület vagy hétvégi ház tűnt fel a mozaikos szerkezetben, a városszövetbe ekkor még nem integrálódott.

2009-re már érzékelhetően megindult a terület átalakulása. Az utcák mentén egyre több lakóház jelent meg, bár a parcellák jelentős része továbbra is üresen állt vagy kertként funkcionált. Ez az időszak tekinthető az átmenet kezdetének, amikor a zártkertként nyilvántartott terület fokozatosan lakófunkciót kezdett betölteni. A változás még szórványos jellegű volt, de a lakóépületek számának növekedése egyértelműen előrevetítette a beépülés felgyorsulását.



CORONA kéműhold, 1960-as évek



2009



2014



2024

11. ábra: Zártkertek átalakulási folyamata az 1960-as évektől napjainkig (forrás: Fentrol.hu)

2014-re a beépülési folyamat dinamikája növekedett. Az utcák mentén már összefüggő beépítési mintázat figyelhető meg, a lakófunkció szembetűnően megnövekedett. Bár még mindig maradtak be nem épített parcellák, de a terület karaktere egyre inkább a kertvárosias beépítettség felé tolódott el. Az egykori agrárhasználatú zártkerti mozaik fokozatosan háttérbe szorult, és a helyét az állandó lakhatást szolgáló épületek vették át.

A 2024-es felvételen már jól látszik Törökhegy beépülésének mértéke. A lakófunkció szinte teljesen átvette az uralmat, csak kisebb üres telkek vagy zöldfelületek maradtak meg a városszövetben, főként a terület keleti, délkeleti részén. Az utóbbi évtizedben a beépülési dinamika rendkívül felgyorsult, és az addig mozaikos, lazán beépített szerkezet helyett egy egységes kertvárosi lakóterület jött létre.

Összességében elmondható, hogy Törökhegy alapvető átalakuláson ment keresztül. Az 1960-as években még egyértelműen zártkerti, mezőgazdasági funkciójú terület volt, míg napjainkra a váci városszövet szerves részévé vált, döntően lakóövezeti jelleggel. A folyamat különösen 2009 és 2024 között gyorsult fel, amikor a lakóházak száma jelentősen megnőtt, társasházi beépítések is létesültek és a kertvárosias jelleg vált dominánssá.

3.3.2 Közlekedési területek

A tervezési terület déli részén található a vasút és védőterülete. A területre bejárás nem volt lehetséges. Kerítéssel körülvett terület.

Parkolásra kialakított részek a vizsgálati területen több helyen is találhatóak. A Deákvári fasor és a Kosdi út kereszteződésében található az egyik parkoló, mely szórt burkolattal rendelkezik. Vélhetően a szomszédban található Családi- és Gyermejköléti Központ alkalmazottai, oda érkezők használják. Behajtás a Deákvári fasor felől lehetséges, gyalogosan több oldalról megközelíthető. A területet a közműhálózat több eleme is érinti. A másik hivatalos parkolási lehetőség a kórház területén, valamint az mellett található. A Kálvária-domb felőli oldalon gyakran parkolnak a zöldfelületen, ha a kórház parkolói megtelnek.

A Kosdi út a tervezési terület keleti felén, észak-déli irányban vezeti a forgalmat a belvárosból a kórház felé, valamint az M2-es autópálya felé. Az út gyűjtőútként funkcionál. A Telep utcától a Basa közíg nyílt árok szegélyezi egy vagy mindkét oldalon. Ezek méretezése nem elégíti ki a csapadékvíz-elvezetési igényeket, mivel az út az elsődleges elvezetője a Törökhegyen összegyülekező csapadékvíznek. Észak-déli irányú, meredek lejtésének köszönhetően a vizeket egyenesen az aluljáró felé vezeti. A lefolyás sebességét mérséklő műtárgyak (pl. fenékküszöbök) hiányoznak. Az árkok burkoltak, de egyes szakaszai gyepesedni kezdtek, illetve feltöltődnek. Az átereszek méretezése nem felel meg a kezelendő vízmennyiségnek.

3.3.3 Ipari-gazdasági területek

Iparterületek a vizsgálati területen a Deákvári fasortól északra-északkeletre helyezkednek el. Jellemzőjük, hogy nagy arányú burkolt felületekkel és lapostetős szerkezetekkel rendelkeznek.

Nagyobb zöldfelülete a Volán parkolónak van. Az iparterület csapadékvize a központi vízvezető rendszert terheli, helyben történő szikkasztásról-tározásról nincs tudomásunk.

3.3.4 Közpark

Közparki besorolású a Kálvária-domb és környezete. Területe több telekre oszlik, melyeknek csak egy része van önkormányzati tulajdonban, másik része a Váci Egyházmegye tulajdona. A területen átmenő gyalogos forgalom is kialakult, elsősorban a kórház felé. A Kálvária-dombon természetvédelmi terület található, maga a Kálvária műemlék épület.

3.4 eltérő karakterű területek lehatárolása és elemzése

3.4.1 Lakókertek, utcák

Törökhegy keleti része és a Kertváros:

A kevésbé kiépített infrastruktúra és csapadékvízvezető árkok hiánya a Törökhegyen hozzájárul az utak minőségének romlásához, intenzív esőzéskor a szórt burkolat lehordásához. A kezdetben zártkertes jelleg egyre nagyobb mértékű beépítése okán csökken a csapadékvíz beszivárgásának lehetősége, a gyümölcsös kerteket és kisebb nyaralókat felváltják a lakóházak.

A Kertvárosi rész jobban kiépített burkolatok, közművek és infrastruktúra szempontjából is. A teljesen burkolt Mandula utcában semmilyen vízvezetési megoldás nem található, a csapadékvíz a burkolaton folyik végig az utcán majd a Kertvárosi utca találkozásánál van lehetőség egy nyílt árokba vezetésre. A telkek kis méretűek az autóbeállók térkővel, valamint az út melletti keskeny sáv szórt kavicssal burkolt, így a csapadékvíz talajba szivárgása csak kis felületen történik.



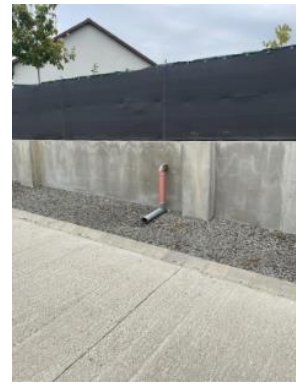
12. ábra: Teljesen burkolt utca



13. ábra: térkövezett autóbeálló



14. ábra: Nyílt árok a Kertváros utca és Mandula utca találkozásánál



15. ábra: utcai csapadékvíz kivezetés

A telkeken való csapadékvíz szikkasztás nem megoldható a nagymértékű beépítettség miatt ezért a felesleges csapadék víz elvezetése szintén az utcára való kivezetéssel történik.

A Napsugár utcából nyíló Pipitér- és Pitypang utca csapadékvíz elvezetése zárt csatornarendszerben történik, a víznyelő rácsok az út mentén gyűjtik össze a csapadékot. Az utca burkolata itt is szilárd burkolat, viszont az út mentén levő zöldsávok növényesítettek, vagy áteresztő burkolattal ellátottak (szórt kavics).



16. ábra: víznyelő rács a Napsugár utcában



17. ábra: út menti zöld sáv Napsugár utca



18. ábra: szórt burkolatú út menti sáv

3.4.2 Kálvária-domb

A Kálvária-domb meghatározó, hangsúlyos arculati elemként jelenik meg a települési szövetben a tervezési területen belül. A városi kórház intézményi területei, gazdasági jellegű iparterületek és klasszikus kertvárosi jellegű lakóterületek közé ékelődve markáns beépítetlen zöldfelületi jelleget képvisel. Burkolt felületként egyedül a sétány jelenik meg rajta. Növényi

borítottóságát javarészt gyepfelületek teszik ki, melyeket elszórtan fás szárú növénycsoportok tagolnak, valamint a sétány mellé telepített karakteres fasor egészíti ki.

3.4.3 Ipari területek

A vizsgált terület déli részén helyezkedik el egy jelentősebb kiterjedésű gazdasági-ipari zóna, melyet délről a vasútvonal, a többi irányból pedig kertvárosi lakóterületek és a Kálvária-domb zöldfelülete határol. A területre kifejezetten magas beépítettség és burkoltság jellemző, amely az átlagot tekintve 60% feletti, sőt több telken a burkoltság mértéke a 100%-ot is eléri. Bár a Volán telep nyugati oldalán található még beépítetlen, szikkasztásra potenciálisan alkalmas szabad terület, jelenleg az iparterület egészére a zöldfelületek alacsony aránya a jellemző. A csapadékvíz-kezelés fenntarthatósági szempontból aggályos: helyi tárolás vagy elszikkasztás hiányában a teljes csapadékmennyiség az egyesített csatornarendszerbe kerül, jelentős terhelést róva ezzel a városi hálózatra. A fejlesztési lehetőségek szempontjából azonban kiemelő, hogy a rendelkezésre álló nagy kiterjedésű tetőfelületek lehetőséget biztosítanak a csapadékvíz összegyűjtésére, a szabadon álló zöldfelületek pedig a helyben történő szikkasztásra.

3.4.4 Intézményi területek

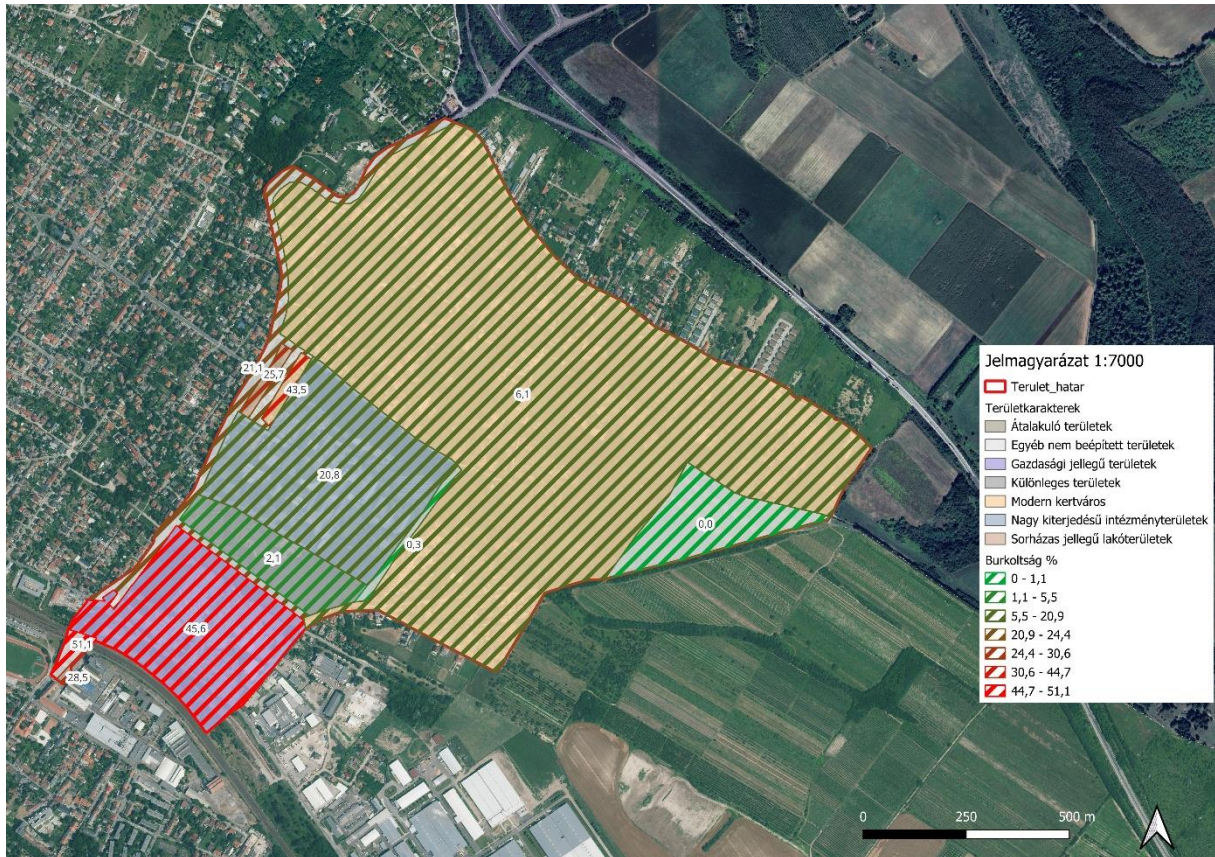
A legjelentősebb funkcionális egység az intézménykert/kórház terület, amely a közösségi ellátást szolgáló, kiemelt közintézményi funkcióval rendelkezik. A kórház és kapcsolódó létesítményei a városi ellátás egyik központi elemét jelentik, működésükhöz nagy kiterjedésű zöldfelületek és kertterületek kapcsolódnak, amelyek részben rekreációs szerepet töltenek be, azonban jelentős kihasználatlan zöldfelületek is vannak.

3.5 Burkoltsági arány bemutatása területegységenként

A burkoltsági arányt a kapott vízzárési réteg és a településképi arculati kézikönyvben (TAK) lehatárolt különböző karakterű területek alapján számoltuk ki: a két réteget összekapcsoltuk, majd minden TAK-poligon esetében a vízzárési értékekből számítottuk az átlagos burkoltsági arányt, és az így kapott értékeket százalékos formában használtuk az ábrázoláshoz.

Eredményeink szerint jelentős eltérések vannak tervezési területen belül a burkoltság szerint. A burkoltság aránya a sorházas jellegű lakóterületeknél 25,72%, modern kertváros Szent-Györgyi Albert út környékén 43,15%, a Felső Törökhegy út, északi nagy terület esetében 6,1%. Egyéb nem beépített területek 21,05% (Kosdi út és környezete) & 51,07% (Legdélibb terület egység - Honvéd út) & 0,32% (Janicsár utca) & 0% (Brodarics István út & Pasa út), gazdasági

jellegű területek 45,62%, különleges területek 2,14%, nagy kiterjedésű intézményterületek 20,78%, átalakuló területek 28,5% (Honvéd utca, tervezési terület déli része).



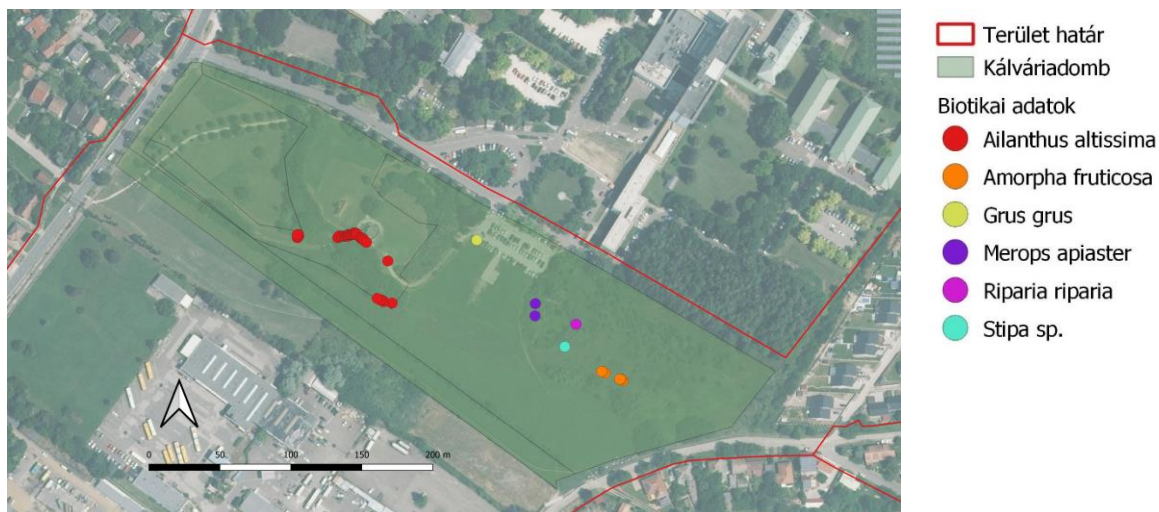
19. ábra: Burkoltsági arány (százalékosan) a TAK alapján lehatárolt területi egységek szerinti felosztásban

3.6 A területet érintő védettségek, műemléki és természetvédelmi vonatkozások

A tervezési területen belül mind műemléki, mind természetvédelmi szempontból egy, az örökségvédelem szempontjából érintett terület van, a Kálvária-domb és környéke. A Kálvária barokk épülete 1726-27-ben épült, ma is látható szobrait 1738-ban helyezték el. Műemléki védettséget 1958-tól kapott, mint nemzeti emlék. A védettség alá tartozik további két épület is, a Kosdi út melletti kápolna, valamint a Kálvária közvetlen szomszédságában álló Remetelak.

Természetvédelmi oltalom alá 1996-ban vonták, mint helyi jelentőségű természetvédelmi terület. Védetté nyilvánításának indoka volt, hogy a Kálvária-domb élőhelye a budai molának (*Centaurea sadleriana*), a gyapjas gyűszűvirágnak (*Digitalis lantana*) és a gyurgyalagnak (*Merops apiaster*). A 2003-ban kelt kezelési terv leírása további három hártványú rovar is említ (*Aprosthemata maculata*) botoscsápú levéldarázs, (*Camptopoeum frontale*) tarka

bányászmező, (*Tachysphex psammobius*) fürgedarázs, mint fokozott védelemre érdemes faj. A jelenlegi legfrissebb biotikai adatok alapján azonban ezen védett fajok közül csupán a gyurgyalag jelenléte bizonyított a területen. A védetté nyilvánítás évében elvégzett ökológiai felmérés alapján arra lehet következtetni, hogy a terület eredeti vegetációja sztyeppfoltos tatarjuharos-lösztölgyes lehetett, amelyet lösz-sztyepp váltott fel. Az antropogén hatások erősödésével a vegetáció degradálódott, mai növényállománya jelentős részét dísznövény fajok alkotják. Ez részben a 2000-es évek elején történt épületfelújításokhoz kapcsolódó teljes területrendezésnek is köszönhető, mivel ekkor került ide nagy egyedszámban a környéken amúgy honos, de nem teljesen ide való cserszömörce (*Cotinus coggygria*). A területen spontán módon terjed a Bálványfa (*Ailanthus altissima*) és az ördögcérna (*Lycium barbarum*), valamint gyalogakác (*Amorpha fruticosa*), akác (*Robinia pseudoacacia*) és parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*) is megtalálható. A 2014-es ökológiai állapot-felmérő adatlap leírása alapján védett növényfaj előfordulását nem tapasztalták, a terület védett állatfajai pedig: fürgé gyík (*Lacerta agilis*), zöld gyík (*Lacerta viridis*), fekete rigó (*Turdus merula*), barátposzáta (*Sylvia atricapilla*), zöldike (*Carduelis chloris*), és a már korábban is jelzett, fokozottan védett gyurgyalag (*Merops apiaster*). A friss biotikai adatok továbbá említést tesznek daru (*Grus grus*), partifecske (*Riparia riparia*) és árvalányhaj (*Stipa sp.*) fajok észleléséről.



20. ábra Kálvária-domb TT biotikai adatai (adatszolgáltatás alapján)

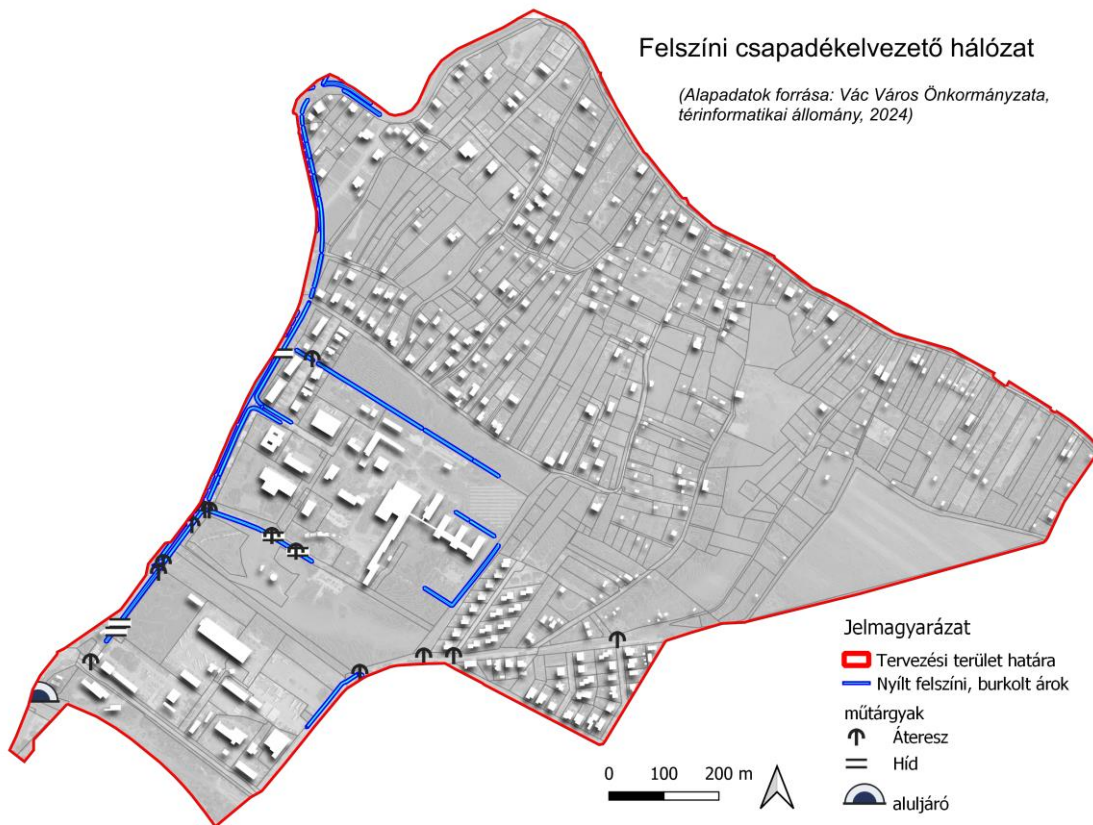
3.7 Infrastruktúra: Felszíni és felszín alatti vízvezetés

A településrészen a felszín alatti vízvezetés jelentős részarányt képvisel. A központi vízvezető rendszert terheli többek között az iparterület, a kórház, az oktatási intézmény, valamint az újépítésű Kertvárosi rész csapadékvizei. Felszíni vízvezetés a Kosdi út mentén látványosan megjelenik burkolt árkok formájában. A kórháztól a Kosdi út felé is található

burkolt árok, mely az utak kereszteződésénél beletorkollik a Kosdi út árokrendszerébe, valamint körülbelül ettől a szakasztól a kétoldali árkot egyoldali rendszer váltja fel. A Kosdi út nyílt vízelvezetési rendszere a Felső Törökhegyi úttól délre elhanyagolt. Az út teljes hosszában nincs vízelvezetés, a kezdetben egyoldali árok feltöltődött, benőtte a növényzet és körülbelül a Domboldali köztől indul. Átereszek főleg keresztezésekben találhatók, ezek méretezése nem elégíti ki a csapadékvíz-elvezetési igényeket. Ilyen terület a Kosdi út és az Argenti Döme tér találkozási pontja, ahol a Kosdi úti árok az út alatt, átereszen megy tovább, majd utána újra a felszínen, nyílt árokként halad. Az út alatti kivezető azonban nem alkalmas az eddigre összegyűlt nagy mennyiségű vizek továbbítására. Nyílt, burkolt árkok találhatók továbbá a Kertváros utcában, mely az iparterületnél felszín alatti elvezetésre vált. Felszíni árkok találhatók még a Mentős köz, Szent-Györgyi Albert utcáig tartó szakaszán, a Kiserdő déli felének teljes hosszában, a Janicsár utcában és a kórháztól északra, a naperőművektől déli irányba. (A felszíni vízelvezető árkok nyomvonalai kirajzolódnak a 7. ábra szintvonalain.)

A lezúduló vizek sebességét nem fogja meg semmilyen műtárgy.

A településrészen nem tudunk közterületi művi, vagy természetes létesítményről, amely a megnövekedett csapadékvizet szikkasztaná, vezetné el, esetleg tározná. A Törökhegyen központi vízelvezetés egyáltalán nem épült még ki. Szennyvíz elvezető rendszer csak a Felső- és Alsó Törökhegyi úton található.



21. ábra: Felszíni csapadékelvezető hálózat

3.8 Közlekedési hálózat

Általánosságban elmondható, hogy az autós forgalmú utak aszfaltburkolattal rendelkeznek. Kivétel a Törökhegy kevésbé lakott utcái, illetve a meredek utcák. Ezek általában földutak, vagy rendelkeznek valamilyen stabilizálással, kavccsal, murvával. A burkolt utakra kis mértékben jellemző a kiemelt szegély használata (Deákvári fasor), mely a Kertvárosi részen süllyesztett szegélyre vált. De több út, köztük a Kosdi út, sem rendelkezik szegéllyel.

A gyalogos közlekedés és átjárás elsősorban a Kálvária-dombon nyomon követhető. Itt egy útvonal a kórházhoz vezet, mely szórt burkolattal rendelkezik. Másik irány pedig a Kertváros felé vezet, itt egyszerű földút található. A Kálvária-domb körüli ösvények vegyes képet mutatnak. A kiépített betonlépcső mellett a szórt kavicsburkolat és a földút is megtalálható. Gyalogos átjárásra van lehetőség a déli terület parkolójában, valamint a kiserdőn keresztül.

3.9 A vízelvezetés történeti áttekintése

Történeti térképeken nem találtuk nyomát, hogy a tervezési terület az 1700-as évek végén, 1800-as évek első felében vízállásos terület lett volna. Törökhegyen már az 1700-as években is

szőlőtermesztéssel és mezőgazdasággal foglalkoztak. A terület legrégebbi épülete a Kálváriakápolna. Kezdetben az útvonalak főleg bevágásban voltak, a lejtésre merőlegesen. Maga a Kosdi út is ilyen helyzetben van. A terület beépülése a 2015 után kezdődött meg jelentősebben, de már 2010 előtt is több épület volt. Ez a tendencia igaz a Kertvárosi területre is (lásd 3.5 fejezet).

Vízgazdálkodási megoldások főleg a Kosdi út menti árokrendszer, valamint a kórház tömbjét körülvevő árok volt. Utóbbi máig fellelhető, de nincs karbantartva. Jellemzően maga az utca vezette el a csapadékot kialakításából adódóan és ma sem jobb a helyzet. Az utak mentén kevés helyen van kialakítva nyílt árok például a Törökhegyen.

3.10 A tervezési terület adottságainak összefoglaló értékelése

Domborzati és hidrológiai viszonyok: A terület északi–északnyugati részén (Törökhegy – Kosdi út – Kálvária-domb) jelentős, helyenként 5–12% közötti lejtésvizonyok jellemzők, amelyek gyors felszíni lefolyást és eróziós kockázatot eredményeznek. A csapadékvizek összegyülekezési helye a Kosdi úti aluljáró, amely a vízgyűjtő mélypontján helyezkedik el, így extrém csapadékeseményekkor rendszeresen túlterhelődik. A talajok vízáteresztő képessége heterogén: a magasabban fekvő területek alkalmasak beszivárogtatásra, míg a völgyi részek korlátozott infiltrációs potenciállal rendelkeznek.

Területhasználat és beépítettség: A vizsgált térség mozaikos szerkezetű, lakóövezetekkel, intézményi (kórházi) területekkel, ipari zónákkal és rekreációs zöldfelületekkel. A burkoltság növekedése – különösen Törökhegyen és az ipari területeken – jelentősen emeli a lefolyási hányadot, miközben a decentralizált víz visszatartási lehetőségek kihasználatlanok. A Kiserdő és a Kálvária-domb kiemelt potenciált hordoznak természetalapú víz visszatartási és szűrési megoldások számára. A Törökhegy területén a hajdani zártkertek „örökségeként” fennmaradt szűk utcák a csapadékvíz-gyűjtés/-elvezetés akadályozó tényezői, a működőképes utcaszélesség kiszabályozása alapvető fontosságú beavatkozás lenne a problémák megoldásához.

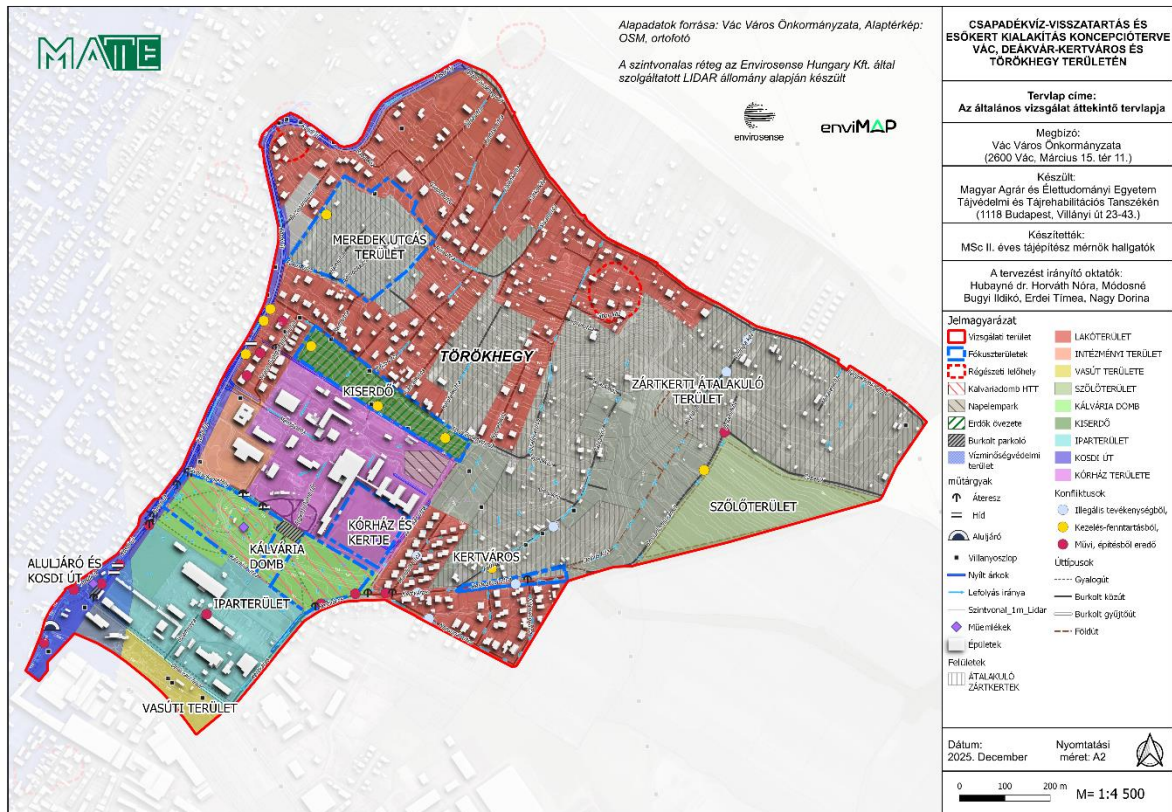
Természetvédelmi és örökségvédelmi szempontok: A Kálvária-domb műemléki védelem alatt áll, ezért a tervezésnél a tájképi és történeti értékek megőrzése elsődleges. A Kiserdő ökológiai folyosó és pufferzóna, ahol csak természetkímélő, minimális beavatkozást igénylő vízmegtartási módszerek alkalmazhatók.

Csapadékvíz-kezelési infrastruktúra: A jelenlegi csapadékvíz-hálózat zárt jellegű és lokálisan alulméretezett, nem képes kezelni a rövid idő alatt lehulló nagy vízmennyiséget. A burkolt utak

Csapadékvíz-visszatartás és esőkert kialakítás koncepcióterve
Vác, Deákvár-kertváros és Törökhegy területén

menti zöldsávok és szikkasztómezők jelenleg kihasználatlanok, pedig alapvető elemei lehetnének a decentralizált, természetalapú víz visszatartásnak.

Társadalmi és fejlesztési folyamatok: A városrész további beépítése és a burkolt felületek növekedése a jelenlegi problémákat felerősíti, ha nem társul mellé célzott víz visszatartási stratégia és szabályozás. A helyi önkormányzat és a közösség részéről nyitottság és együttműködési igény mutatkozik a fenntartható vízgazdálkodási szemlélet erősítésére.



22. ábra: Az általános vizsgálat áttekintő tervlapja (forrás: saját szerkesztés)

4 Lefolyás számítások, elszivárogtatandó/tározandó vízmennyiség

A lefolyás számítást megelőzően különböző adatokat kell megvizsgálni a hozzávetőlegesen pontos számítás érdekében. A tanulmányban közölt hidrológiai értékek becslésnek tekintendők, mivel a vizsgált városi szövet heterogenitása miatt általános érvényű lefolyáásszámítás nem volt készíthető. A telken belüli burkolt és zöldfelületek arányára vonatkozó pontos adatállomány hiányában a lefolyási tényezők (C) meghatározása, és ezáltal a lefolyási viszonyok vizsgálata modellezéssel történt. E módszertan pontossága a koncepcióalkotás szintjén elégséges, azonban a tervezés későbbi fázisaiban (engedélyezési és kiviteli tervszinten) a lefolyáásszámítások részletes felülvizsgálata és pontosítása szükséges. A lefolyáásszámítás során többféle számítási módszert készítettünk és a valósághoz leginkább közelítő módszert alkalmaztuk közülük. A számításhoz ezt a képletet használtuk:

$$V = \frac{(A_1 \cdot \alpha_1 + A_2 \cdot \alpha_2 + \dots + A_n \cdot \alpha_n) \cdot i}{3,6 \times 10^6 \times t}$$

ahol

- A_i a különböző területek (pl. vízgyűjtő területek) mérete (m^2 vagy ha),
- α_i az adott területhez tartozó lefolyási tényező (vízelvezetési együttható),
- i a csapadék intenzitása (pl. mm/h vagy l/s·ha),
- t az időtartam (pl. másodperc, óra),
- a nevezőben lévő $3,6 \times 10^6$ egy konverziós tényező, amely az egységek összehangolását szolgálja (például mm/h és m^3/s átváltásához).

A méretezési csapadékintenzitás meghatározásához az Országos Meteorológiai Szolgálat adatbázisát (met.hu) vettük alapul, a tervezési területhez legközelebb eső, Budapest-Újpest mérőállomás adatsorának felhasználásával. A hidrológiai modellezést 20 perces záporidőtartamra ($T=20'$), 2, 10, illetve 100 éves visszatérési gyakoriság (p) feltételezésével végeztük el.

A lefolyó vízmennyiség meghatározása két párhuzamos módszerrel történt. Az első számítás az ingatlan-nyilvántartási adatokon alapult: a bejegyzett épületállomány és a becsült burkoltsági arányok alapján zónánként differenciált lefolyási tényezőket határoztunk meg. A kontrollszámításhoz a Copernicus Land Monitoring Service „Imperviousness Density” (vízzárósági) adatbázisát alkalmaztuk. Ez a háromévente frissülő, 10x10 méteres raszterfelbontású téradatbázis pontosabb területi lehatárolást tett lehetővé. A két eltérő módszertannal végzett becslés eredményei jó egyezést mutattak.

A vízrendezési koncepció kidolgozása során a tervezési területet – a domborzati viszonyok és a lefolyási irányok elemzése alapján – két fő részvízgyűjtőre bontottuk:

- Az Északi vízgyűjtő a Kosdi úttól a kórház mögötti tömbig terjed. Ezt a zónát magasabb beépítettség és burkoltság jellemzi, ami jelentősebb fajlagos lefolyást eredményez. Itt a számítások alapján 6278 m³ kezelendő lefolyás keletkezik.
- A Déli vízgyűjtő a vizsgálati terület déli határáig húzódik; itt az alacsonyabb beépítettségi mutatók és a magasabb zöldfelületi arány jellemző. A területen – az új beépítéseket is figyelembe véve – 9468 m³ kezelendő csapadékmennyiség várható (lásd: Melléklet).

A teljes vizsgálati területre vonatkozóan az alábbi összesített eredmények születtek a két alkalmazott módszer alapján:

1. Ingatlan-nyilvántartási alapú modell: A számított összes lefolyás 12 943 m³ (lásd: Melléklet). A terület jelenlegi állapotában becsléseink szerint mindössze 5737 m³ csapadékvíz elszikkasztására képes.
2. Vízárósági (Copernicus) térképalapú modell: Ez a módszer nagyobb lefolyási volument prognosztizált, összesen 17 980 m³ kezelendő mennyiséggel. Ugyanakkor e modell alapján a terület becsült szikkasztási kapacitása is magasabb, 11 430 m³.

A felső vízgyűjtők (Törökhegy) jövőbeni beépítésének hatásvizsgálatára scenárió-elemzést végeztünk. A vizsgálat célja annak bemutatása volt, hogyan befolyásolja a lefolyási viszonyokat a hegyoldal burkoltságának esetleges növekedése. A vízárósági térképen alapuló modellszámítások szerint a burkolt felületek arányának 10%-os emelkedése 35 m³, míg 20%-os növekedése 70 m³ többlet-lefolyást eredményez a vizsgált területen.

A különböző scenáriókra elkészített alábbi lefolyási táblázatok a Mellékletek c. fejezetben találhatóak:

Lefolyás számítási táblázatok – Telekkönyv információ szerinti számítás

Lefolyás számítási táblázatok – Vízárósági térkép alapján

Lefolyás számítási táblázatok – Északi vízgyűjtő területre

Lefolyás számítási táblázatok – Déli vízgyűjtő területre

Lefolyás számítási táblázatok – Vízáróság térkép alapján 10% scenárió

Lefolyás számítási táblázatok – Vízáróság térkép alapján 20% scenárió

5 Területhasználat és jogi környezet elemzése

A csapadékvíz-kezelési koncepció megvalósítása nem csupán műszaki kérdés, hanem szorosan kapcsolódik a településrendezési, építési és környezetvédelmi szabályozásokhoz. A jogi környezet áttekintése azért kiemelten fontos, mert meghatározza, milyen beavatkozások engedélyezhetők, milyen zöldfelületi arányokat kell biztosítani, és milyen vízgazdálkodási előírásokat kell teljesíteni. A tervezés során figyelembe kell venni a hatályos országos és helyi jogszabályokat, valamint a szakmai irányelveket, amelyek a fenntartható vízhasználatot és a klímaadaptációt szolgálják.

5.1 Településrendezési és építési keretek

Vác városának településszerkezeti terve és Helyi Építési Szabályzata (HÉSZ) határozza meg az övezeti besorolásokat, a beépítés módját és mértékét, valamint a zöldfelületi minimumokat. Az OTÉK (253/1997. Korm. rendelet) és annak módosításai, különösen a 280/2024. (XII. 31.) Korm. rendelet, országos szinten rögzítik az építési követelményeket, amelyek előírják a zöldfelületek megőrzését és a vízmegtartó megoldások integrálását a tervezésbe (OTÉK, 1997; Korm. rendelet, 2024). A HÉSZ külön szabályozza a közparkok (Zkp) és közkert-övezetek (Zkk) kialakítását, valamint a „telek zöldfelületként fenntartandó része” előírásait, amelyek tiltják az épületelhelyezést és előírják a háromszintes növényállomány telepítését.

5.2 Zöldfelületi és faállomány-védelmi előírások

A városi zöldfelületek fenntartása és fejlesztése a csapadékvíz-kezelés szempontjából kulcsfontosságú. A HÉSZ és az önkormányzati rendeletek előírják a fás szárú növények védelmét, a fakivágások engedélykötelességét, valamint a zöldfelületi arányok megőrzését. Ezek az előírások nemcsak ökológiai, hanem vízgazdálkodási szempontból is jelentősek, hiszen a fásítás és a zöldfelületek növelik a beszivárgási kapacitást és mérséklék a lefolyási csúcsokat.

5.3 Vízgazdálkodási szabályozások a HÉSZ-ben

A HÉSZ vízgazdálkodási előírásai kitérnek a csapadékvíz-kezelés módjára, különösen az új beépítések esetében. A szabályozás előírja a tetővizek leválasztását az egyesített csatornarendszerről, a telken belüli szikkasztást vagy tározást, valamint a vízáteresztő burkolatok alkalmazását. Bizonyos övezetekben – például a Gombás-patak közelsége miatt – zárt csapadékvíz-elvezető hálózat kiépítése kötelező, míg más területeken a nyílt árkos megoldások és zöldsávok kialakítása javasolt (HÉSZ, 2024).

A településrendezési tervek Vác esetében részletesen meghatározzák a jellemző területhasználatokat, így a lakó- és intézményi területek elhelyezkedését, valamint az egyes övezetekhez kapcsolódó beépítési, zöldterületi, természetvédelmi és vízgazdálkodási előírásokat. A város hatályos településszerkezeti terve és Helyi Építési Szabályzata (HÉSZ) jelöli ki azokat az övezeteket – például lakó-, vegyes-, gazdasági és különleges területeket –, ahol beépítés végezhető, továbbá meghatározza a beépítés jellegét, mértékét, az építménymagasság megengedett határait, valamint a szabályozási tervlapon (SZT) kijelölt zöldterületeket. A HÉSZ külön kitér az új fejlesztésekhez kapcsolódó csapadékvíz-elvezetési és -szikkasztási kötelezettségekre, amelyek célja a lefolyás mérséklése és a víz helyben tartásának elősegítése.

A településrendezési dokumentumok a zöldfelületeket külön kategóriákba sorolják: a Zkp jelű közparkok nagy kiterjedésű, rekreációs célú zöldfelületek, míg a Zkk jelű közkert-területek kisebb, lakossági használatra kijelölt rekreációs zónák. A HÉSZ és az SZT részletesen meghatározza ezen területek fenntartásának és kialakításának módját, beleértve a burkolatok, játszóterek és sportterületek elhelyezésére vonatkozó korlátokat is. Emellett a város külön önkormányzati rendeletben szabályozza a fás szárú növények kivágását, amely bizonyos övezetekben engedélyköteles – ez a rendelkezés a városi fás szövet, az árnyékolás és a helyi csapadékvíz-gazdálkodás megőrzése miatt kiemelten fontos. A „zöldfelületként fenntartandó” telekrészekben a jogszabály kifejezetten tiltja épület vagy parkoló elhelyezését, és előírja a háromszintes növényállomány telepítését. Ez a szabály a zöldfelületi arány védelmét és az ökológiai funkciók erősítését szolgálja.

A védett területek esetében különösen szigorú előírások érvényesek. A HÉSZ 5. §-a rögzíti, hogy a Duna-Ipoly Nemzeti Parkhoz tartozó területeken, az Országos Ökológiai Hálózat elemein, a Natura 2000 területeken, valamint a helyi védelem alatt álló és védelemre kijelölt területeken minden építési és területhasználati tevékenység csak a természetvédelmi jogszabályok figyelembevételével történhet. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a parti zónák vagy ártéri területek fejlesztése csak a fenntartási tervekben és környezetvédelmi engedélyekben meghatározott feltételek mellett lehetséges, így például a Duna mentén korlátozott a burkolt felületek növelése és a beépítés intenzitása.

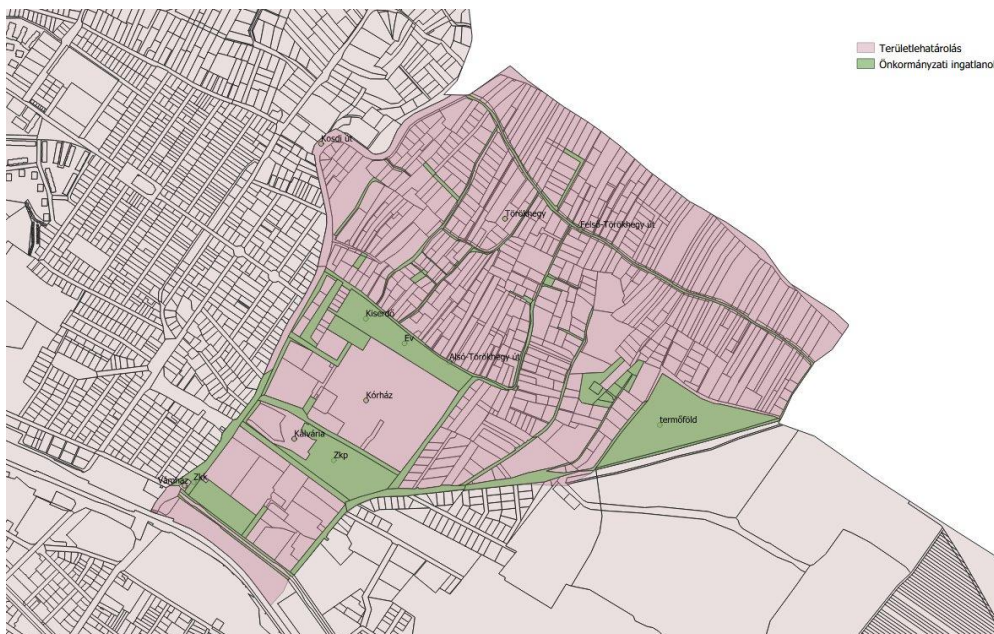
A beépítéssel kapcsolatos előírások között a HÉSZ meghatározza az övezetek beépítési módját (pl. szabadonálló, zárt sorú), a megengedett beépítettség százalékát és az építménymagasság maximumát. A településszerkezeti terv határozza meg, hogy mely területek minősülnek

beépítésre szántnak vagy beépítésre nem szántnak. A különleges övezetek, például a történelmi belváros és a műemléki jelentőségű területek esetében szigorúbb előírások vonatkoznak a homlokzati kialakításra, az anyaghasználatra és az építménymagasságra, melyek célja az építészeti örökség megőrzése.

A vízgazdálkodási szabályozások a HÉSZ-ben részletesen kitérnek a szennyvízcsatornahálózat kiépítésének követelményeire, a közműellátottságra és a csapadékvíz kezelésére. A külterületen fekvő, közműves szennyvízelvezetéssel nem rendelkező telkeken csak zárt szennyvíztározók használhatók, míg a beépítésre szánt területeken néhány, a HÉSZ-ben nevesített kivétellel a szennyvíz csatornahálózaton keresztül vezetendő el. Egyes övezetek, mint például az Lke-12a vagy a Gksz-2, teljes közműellátást igényelnek, továbbá a Gombáspatak mint ökológiai folyosó közelsége miatt zárt csapadékvíz-elvezető rendszer kiépítése kötelező. A vízminőség-védelmi övezetbe tartozó Gip-szv területen külön előírások vonatkoznak a szennyvizek tisztítására és bevezetésére, így a kibocsátási határértékeket minden esetben a vízjogi üzemeltetési engedély szabja meg.

Tulajdonviszonyok

A rendelkezésre álló térképi adatbázis alapján vizsgáltuk a tervezési terület (Törökhegy és Deákvár érintett részei) tulajdonosi szerkezetét. A vizsgálat során kiemelt figyelmet fordítottunk az Önkormányzati tulajdonú ingatlanok (zöld színnel jelölve) elhelyezkedésére és arányára.



23. ábra: A tervezési terület önkormányzati tulajdonú területei (forrás: adatszolgáltatás)

A terület úthálózata – beleértve a főbb feltáró utakat (pl. Kosdi út, Felső-Törökhegy út) és a lakóterületi kiszolgáló utcákat – döntő többségében önkormányzati tulajdonban áll. Kivételt képeznek egyes, a térképen nem színezett magánutak vagy nyeles telkek bejárói a sűrűbben beépített szövetben.

A Törökhegy és a Kosdi út menti területek (a térképen rózsaszín háttérrel, telekosztással jelölt részek) alapvetően magántulajdonban lévő ingatlanok. A tulajdonosi szerkezetre itt az elaprózodottság jellemző: a hosszú, keskeny parcellák a korábbi zártkerti/szőlőművelési telekstruktúra maradványait őrzik, amely mára kertvárosias lakóterületté alakult át.

A terület déli részén (Deákvár felőli oldal) jelentős összefüggő, önkormányzati tulajdonú tömbök találhatók: a Kiserdő és a Kálvária déli része. Ugyanakkor a Kálvária északi része a Római Katolikus Egyházközösség tulajdonában van.

A terület egyik legjelentősebb intézménye, a Jávorszky Ödön Kórház tömbje a Magyar Állam tulajdonában és az MNV Zrt. vagy az egészségügyi szakigazgatás vagyonkezelésében áll. Ez a fejlesztések során egyeztetési kötelezettséget von maga után az állami szervekkel.

A tervezési terület keleti határán, a beépített szövet szélén egy nagyobb, „termőföld” megjelölésű tömb szintén önkormányzati tulajdonként van feltüntetve.

A tervezési terület tulajdonviszonyai vegyesek: önkormányzati, állami, egyházi és magántulajdonú ingatlanok egyaránt megtalálhatók. Ez a sokszereplős struktúra befolyásolja a beavatkozások megvalósíthatóságát, különösen a közterületi és intézményi fejlesztések esetében. A jogi és műszaki tervezés során ezért elengedhetetlen a tulajdonosi egyeztetés és a partnerségi megállapodások kialakítása.

6 Szakirodalmi áttekintés és összehasonlító példák

A hazai és nemzetközi kutatások, valamint szakirodalmak áttekintése lehetővé teszi, hogy a vízvisszatartási projektek tervezése során széleskörű, már bizonyíthatóan eredményes tevékenységeken alapuló ismeretekre támaszkodjunk, felismerjük a sikeres megoldásokat és a gyakori kihívásokat. A terepbejárások, helyszíni szemlék pedig közvetlen tapasztalatot nyújtanak a vízgyűjtők, tározók és környezeti kapcsolatok valós állapotáról, lehetővé téve az elméleti tudás gyakorlati érvényesítését, az adott terület problémáinak és lehetőségeinek pontos felmérését, valamint a beavatkozások környezeti, ökológiai és társadalmi hatásainak megértését. Együttesen ezek a módszerek biztosítják a megalapozott, helyspecifikus és hosszú távon fenntartható vízvisszatartási stratégia kialakítását.

6.1 Nemzetközi és hazai jógyakorlatok áttekintése

A hazai, illetve nemzetközi jógyakorlatok által tehát áttekintjük a témakör innovációit, illetve az alkalmazásra javasolt elemeit, annak érdekében, hogy saját elképzeléseink a konkrét mintaterületünkre megfelelő szakmai megalapozást nyerjenek. A tanulságok levonása a projekt sikerességének egyik alappillére, különösen akkor, ha nem egy, hanem több különböző módszert alkalmazunk komplex módon egy területen, amely céltudatos, teljeskörű áttekintést és rálátást igényel.

Az összehasonlító táblázat összesen 30 projektet vet össze különböző kritériumok alapján. Ebből 22 külföldi és 8 magyarországi projekt, melyek kutatómunka során - különböző szakirodalmak, mint pl. a Zöldinfrastruktúra füzetek forrásai - kerültek elemzésre. A szempontok, melyek mentén a táblázat összevetni kívánja a projekteket, elsősorban a problémakörök, illetve célrendszerek, megbízók és kivitelezők személye, projektek időtartama, léptékek, beavatkozási, érintett területek, alkalmazott technológia, valamint a javuló tényezők és a működőképesség.

A vizsgált projektek átfogó képet adnak a kortárs városi vízgazdálkodási és klímaadaptációs gyakorlatok fejlődéséről, különösen a fenntartható városi vízelvezetési rendszerek (SuDS) és a természetalapú megoldások (NbS) terén. A példák között egyaránt megtalálhatók nagyléptékű városrész-szintű beavatkozások – ilyen a koppenhágai Klimakvarter vagy a berlini Wasserstadt –, valamint kisebb, utcaszintű demonstrációs projektek, mint a budapesti Csengery utca vagy a nottinghami lineáris esőkertek. A közös metszetet a csapadékvíz helyben tartása, lassítása és szűrése adja, amely a gyors elvezetés helyett a városok ökológiai szolgáltatásainak erősítésére épít. Számos projekt hangsúlyozza a burkolt felületek arányának csökkentését és a zöldfelület

növelését, ami a hősziget-hatás mérséklésében és a biodiverzitás erősítésében is kulcsszerepet játszik.

A Sankt Kjelds negyed Koppenhágában Európa egyik legkomplexebb klímaadaptációs mintaterülete: itt a csapadékvízgyűjtő rendszer 40 m³-es tározókra, belső udvari esőkertekre és multifunkciós közterekre épül. A legfontosabb tanulság, hogy a teljes negyedet egységes hidrológiai rendszerként kezelik, amely integrálja a közlekedést, a zöldfelületi elemeket és az energiahatékonyságot. Portland Green Street Programja a csapadékvíz minőségi kezelésének iskolapéldája: az utcaszéli esőkertek nem csupán a szennyezett lefolyásokat szűrik, hanem az egész városi közterület-hálózat megújulását is ösztönözték. A tanulság az, hogy kis léptékű, moduláris beavatkozásokból is létrejöhét hosszú távon nagy rendszerszintű változás. A Wasserstadt-Berlin projekt pedig arra világít rá, hogy a zöldtetők és szikkasztóárkok hálózata képes egy városrész egész vízkörforgását megváltoztatni, miközben új ökológiai folyosókat és rekreációs felületeket teremt.

A magyar példák közül az esztergomi Ferences Gimnázium 2200 m²-es zöldtetője az intézményi léptékű vízmegtartás jó mintája: egyszerre szolgál mikroklima-javítási, rekreációs és oktatási célokat. A Bakáts tér és utca komplex budapesti beavatkozása az egyik legelőremutatóbb hazai projekt: a Stockholm-rendszer és a 740 m³ szerkezeti talaj alkalmazása bizonyítja, hogy a városi fák hosszú távú fenntarthatósága csak integrált csapadékvíz-gazdálkodással biztosítható. A Csengery utca zöldinfrastruktúra-fejlesztése pedig a hazai kisebb léptékű esővíz-kezelési minták közé tartozik, amely megmutatja, hogyan hasznosítható az ereszcatornák vize lokálisan úgy, hogy a közterület vizuális és ökológiai minősége is javuljon. E három hazai példa azt jelzi, hogy a magyar gyakorlat gyors fejlődésben van: a hangsúly a fenntartható faterlepítési rendszerek, az esőkertek és a vízáteresztő burkolatok integrálására helyeződik, ami a nemzetközi trendekkel teljes összhangban áll.

Csapadékvíz-visszatartás és esőkert kialakítás koncepcióterve
Vác, Deákvár-kertváros és Törökhegy területén

Projekt megnevezése	Problémakör/cél	Megbízó/ kivitelező	Projekt időtartama	Lépték	Érintett terület	Alkalmazott technológia, koncepció	Javuló tényezők, működőképesség
Climate-resilient tér "Saint Kjelds negyedben - Dánia	Túltelítődött csatornahálózat/ tehermentesítés	Koppenhága városa, Műszaki és Környezetvédelmi Igazgatóság, Mobilitet, Klimatilpasning og Byvedligehold	2013-2024	Települési szint	koppenhágai Østerbro negyed, 13 ingatlan hátsó udvara	Egy süllyesztett csatornát terveztek az udvaron keresztül, amely összegyűjti a felesleges esővizet, és két nyitott esőkert egyikébe vezeti. Innen a vizet tárolómedencékben tároljuk, amelyek mindegyike akár 40 m ³ kapacitású. A vizet, amelyet nem használtak fel a természetes élőhelyek gazdagítására és a zöldterületek növekedésére, mosógépekhez és WC-öblítéshez hasznosítják.	A tömbben lévő esővíz 100%-át leválasztották a csatornarendszerről.
Portland Green Street Program (USA)	Szennyezett csapadékvíz folyókba jutása, túlterhelt csatornahálózat	Portland Város	Folyamatos program (2000-es évektől)	Városi utcák, teljes utcahálózat	Utcai vízelvezetés, parkolók, gyalogosfelületek	Zöldutcák: esőkertek, csapadékvíz-ültetők, őshonos növények (pl. Juncus patens), vízáteresztő térkő	Szennyezéscsökkentés, csatornahálózat tehermentesítése, talajvízutánpótlás, közlekedésbiztonság, városi zöldfelület
Wasserstadt, Berlin (Spree-öböl)	Csapadékvíz helyben tartása és tisztítása; öböl vízminőségének javítása; ökológiai élőhelyek bővítése	Beruházó: Wasserstadt GmbH Berlin; Tervező: Sieker GmbH (vízgazdálkodás)	1994–	Városnegyed (41 km ²)	Kelet-Berlin, Spree-öböl	Extenzív és intenzív tetőkertek; szikkasztóárkok hálózata; 5,5 km-es zöldfolyosó	Vízminőség javulása, ökológiai érték növekedése, új élőhelyek, rekreációs tengely
Csengery utca (Aradi- Szondi), Budapest	Csapadékvíz helyben tartása; zöld infrastruktúra fejlesztése; fasor telepítés	Beruházó: VI. ker. önkormányzat; Tervező: BFVT Kft.; Kivitelező: HE-DO Építő Zrt.	2024	Utcaszakas (~250 m)	Budapest VI. kerület	Stockholm-módszer; ereszcatornák vize a szerkezeti talajba; dréncsöves elszívárogatás	Csapadékvíz helyben tartása, fák vízellátása, hősziget-hatás csökkentése
Szent Antal Ferences Gimnázium, Esztergom (HU)	Városi hősziget-hatás, csapadékmegtartás	Ferences Gimnázium, kivitelező: Magyar Építők	2025	Intézményi lépték	2200 m ² zöldtető (tornacsarnok)	Extenzív zöldtető, sétányok, virágkazetták, szabadtéri színpad	Klímaadaptáció, rekreáció, biodiverzitás, közösségi funkció
Bakáts tér és utca, Budapest	Zöldfelület radikális növelése (225→1730 m ²); csapadékvíz visszatartás; fák életterének javítása	Beruházó: IX. ker. önkormányzat; Tervező: Garten Stúdió; Kivitelező: Penta Kft., Vianova 87 Kft.	2021	Városi tér + utca	Budapest IX. kerület	Stockholm-módszer; 740 m ³ szerkezeti talaj; vízgyűjtő felületek; vízáteresztő burkolatok; vápa	Fák hosszú távú élettere, csapadékvíz kezelése, biodiverzitás, innovatív alkalmazás

1. táblázat: Hazai és nemzetközi jógyakorlatok összevetése (Forrás: saját szerkesztés)

Olyan példákat emeltünk ki az 1. táblázatban, amelyek a váci területhez hasonló kihívásokra (burkolt felületek dominanciája, túlterhelt csatornahálózat, városi hősziget-hatás) adtak sikeres választ. A fenti esettanulmányok összehasonlító elemzése alapján az alábbi következtetések vonhatók le a váci koncepcióterv számára:

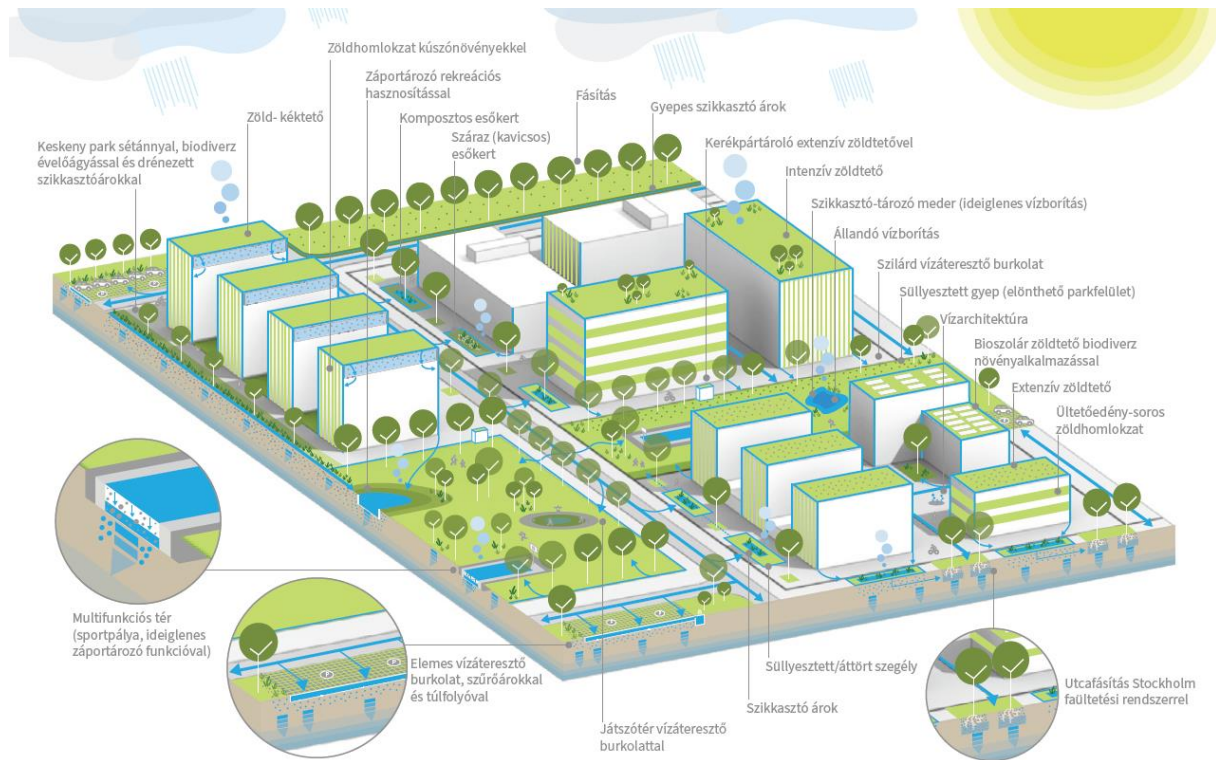
1. Intézményi területek (Kórház) kezelése: Az esztergomi *Szent Antal Gimnázium* és a dán *Skt. Kjelds* példája rámutat, hogy a nagy kiterjedésű, állami/intézményi épülettömbök (mint a Jávorszky Ödön Kórház) esetében a zöldtetők telepítése és a csapadékvíz telken belüli teljes leválasztása (ciszternás gyűjtés, újrahasznosítás) az egyik leghatékonyabb beavatkozás
2. Közterületi fásítás és vízelvezetés integrációja: A sűrűn beépített lakóövezetekben és a Kosdi út mellett a helyszűke miatt a *Bakáts téren* és a *Csengery utcában* alkalmazott Stockholm-módszer adaptálása javasolt.
3. Rendszerszintű gondolkodás: A *portlandi Green Street Program* és a berlini *Wasserstadt* példája igazolja, hogy nem elszigetelt beavatkozásokra, hanem hálózatos zöldinfrastruktúra-rendszerre van szükség. A vízáteresztő burkolatok és esőkertek láncolata képes csak érdemben csökkenteni a lefolyást és javítani a városklímát.

A tervezett váci beavatkozások tehát nem kísérleti jellegűek, hanem nemzetközileg és hazailag is bevált, működő műszaki megoldások adaptációi.

6.2 Városi vízgazdálkodási rendszerek, „szivacsváros” megoldások elemzése

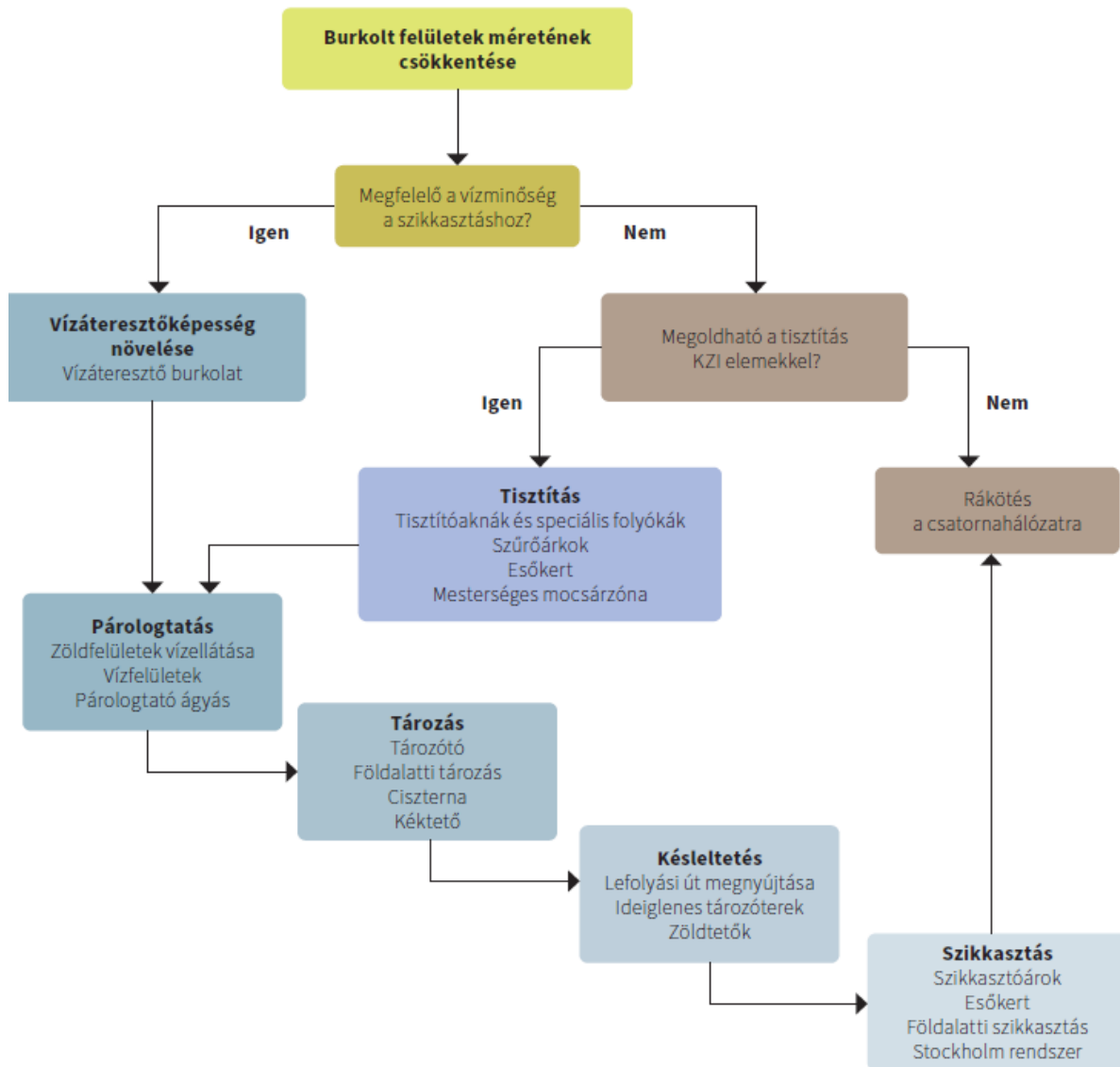
A szivacsvárosok természet alapú megoldások által célozzák javítani a városszövet vízmegtartó képességét. A természetes vízkörforgáshoz hasonló folyamat elérése kerül fókuszba, azáltal, hogy a lefolyás mértéke csökken, párologtatási képesség növekszik, városok klímaadaptációs képessége javul.

Csapadékvíz-visszatartás és esőkert kialakítás koncepcióterve Vác, Deákvár-kertváros és Törökhegy területén



24. ábra: Szivacs város koncepció elemei (Forrás: Zöldinfrastruktúra füzetek – Szivacs város)

A “szivacs város” megoldások alapja a csapadékvíz lehetőség szerint nyílt árokban való továbbítása, tisztítása, szikkasztása, tározása, késleltetése és párologtatása. Mindezen megoldások közül a terepi adottságok és meglévő infrastruktúra, lehetőségek szabják meg az alkalmazandó módszert. Váci mintaterületen a tározás és a késleltetés funkciók kapnak terveinkben fő hangsúlyt.



25. ábra: Potenciális szivacs város megoldások kiválasztásának lépései (Forrás: Zöldinfrastruktúra füzetek – Szivacs város)

Az alkalmazandó megoldások fontos döntő kritériumai a vízminőség, talajvízszint, talaj jellege és a módszerek elhelyezésének területi lehetőségei. Ez játszik döntő szerepet abban, hogy az adott területen tározásra, vagy esetleg szikkasztásra van lehetőség/igény.

A zöldtetők, legyenek extenzív, intenzív, bioszolár, vízárasztásos vagy retrofit típusúak, hatékonyan javítják a városi mikroklímát, csökkentik a hőszigetelést, felfogják és lassítják a csapadék lefolyását. Előnyük a párologtatás és a hőszigetelés fokozása mellett az is, hogy esztétikai értéket és ökológiai élőhelyet biztosítanak. Hátrányuk viszont a magasabb beruházási költség, a teherbírasi követelmények és a fenntartási igény, különösen az intenzív és vízárasztásos rendszereknél. A zöldtetők alkalmazása a tervezési területen elsősorban a Kórház nagy lapostetőin és az iparterület csarnokain javasolt.

A zöldhomlokzatok – akár kúszónövényekkel (direkt vagy indirekt módon), akár ültetőedény-sorokkal vagy gyökérszívó rendszerekkel valósulnak meg – vertikális zöldfelületet teremtenek, javítják a levegő minőségét és árnyékoló funkciót is betöltenek. Hátrányuk a vízellátás, az öntözés és a rendszeres gondozás szükségessége.

Az öntött vízáteresztő burkolatok (drénaszfalt, drénbeton), a különféle stabilizált szórt burkolatok, a gyeprács és egyéb elemes megoldások lehetőséget adnak a csapadék helyben való beszívárogtatására, csökkentve a csatornarendszer terhelését. Legfőbb előnyük a gyors vízbefogadás, a por- és hőcsökkentés, valamint a zöldfelület arányának növelése. Hátrányként említhető a teherbírás korlátozottsága, az eltömődés veszélye, illetve a magasabb fenntartási költség, különösen forgalmas területeken.

A süllyesztett szegélyek, víznyelők, vápák, drén- és szűrőárkok a csapadék helyi elvezetését és részleges tisztítását szolgálják. Kiegészíthetők hordalék- és olajfogókkal, amelyek a vízminőség javítását biztosítják, valamint párologtató eszközökkel, amelyek hozzájárulnak a mikroklíma kedvezőbbé tételéhez. E rendszerek előnye az egyszerű telepíthetőség és a jól illeszthetőség a meglévő városi infrastruktúrába, hátrányuk ugyanakkor, hogy inkább technikai jellegűek, ökológiai értékük alacsonyabb, és rendszeres karbantartást igényelnek.

A záportározók, szikkasztó-tározó medrek, valamint a nagyobb kiterjedésű zöldfelületek és fásítás a városi vízgazdálkodás legjelentősebb, nagyléptékű elemei. Képesek nagy mennyiségű víz ideiglenes visszatartására, hozzájárulnak a talajvíz utánpótlásához és rekreációs funkciót is elláthatnak. Előnyük a komplex hatás – vízvisszatartás, mikroklíma-javítás, biodiverzitás növelés –, hátrányuk viszont, hogy megvalósításuk nagy területet, jelentős anyagi forrást és gondos tervezést igényel.

6.3 Szivacsváros koncepció eszközeinek összefoglalása

Az alábbi alfejezetekben a területen alkalmazott szivacsváros koncepció egyes elemeit mutatjuk be röviden az épületekhez kapcsolódó, valamint a közterületi és táji léptékű megoldások szerinti bontásban.

Épületekhez kapcsolódó megoldások

Az épületek és a kisebb kerti építmények fontos szerepet játszanak a decentralizált vízmegtartásban, hiszen a városi csapadékvíz nagy része tetőfelületekről ered. A zöldtetők – beleértve az extenzív, intenzív, bioszolár és zöld-kéktető rendszereket – vízvisszatartó és párologtató réteget biztosítanak, egyúttal javítják a hőháztartást és az épület energetikai teljesítményét. A zöldhomlokzatok megoldásai (kúszónövényes vagy ültetőedény-soros

rendszerek) csökkentik a felületi túlmelegedést és javítják a mikroklímát, elősegítve a csapadék párologtatását is.

A tetőről összegyűjtött víz vízgyűjtő tartályokban tárolható, amely öntözésre, dísz- vagy fürdőtó utánpótlására visszaforgatható, ezáltal csökkentve az ivóvíz-felhasználást. A tetővíz elhelyezésére alkalmazható továbbá szikkasztó alagutas vagy dréntankos rendszerek, amelyek a vizet közvetlenül a talaj mélyebb rétegeibe juttatják, illetve esőkertekbe vagy kavicsos szikkasztókba vezetik.

Közterületi és táji megoldások

A csapadékvíz közterületi kezelése a víz útjának szétszétlásán és lassításán alapul. A növényzettel telepített esőkertek, akár kavicsos vagy komposztos változatban, a burkolt felületekről érkező vizet gyűjtik, szűrik és helyben elszikkasztják, jelentősen növelve a biodiverzitást is. Az ideiglenes víztározók, mint a záportározók, állandó vagy időszakos vízmedencék, illetve süllyesztett gyepfelületek, nagy intenzitású esőzések során pufferként működnek.

A szikkasztó rendszerek - különféle árkok, szivárgó árkok, szikkasztó-tározók és függőleges szivárgókutak - lelassítják a víz mozgását és a talajba juttatják azt. A fásítás, különösen a Stockholm faültetési rendszerrel, a gyökérszónában biztosít beszivárgási teret és jelentős vízmegtartó kapacitást teremt. A vízáteresztő és szivárgó burkolatok, valamint a szűrőárkos rendszerek lehetővé teszik a felszínre jutó víz talajba vezetését, csökkentve a vízzáró felületek arányát.

A rendszer hatékonyságát olyan kiegészítő elemek támogatják, mint a süllyesztett vagy áttört szegélyek és a csatornarendszerben biztosított kontrollált túlfolyás, amelyek a víz helyben tartását segítik. A megoldások többszintű kombinálásával - például vízáteresztő burkolatú felszíni parkolók és alattuk elhelyezett záportározók alkalmazásával - jelentős kapacitás érhető el anélkül, hogy a felszín funkcióképessége csorbulna.

6.4 Tanulságok és adaptálhatóság a vizsgált településre

A fent bemutatott módszereket kategorizáltuk aszerint, hogy a különböző jellegű területeken milyen jellegű beavatkozások szükségesek, illetve lehetségesek. A megoldások meghatározásának fókuszterületei a lakókertek, kis lejtésű utcák, meredek lejtésű burkolatlan utcák, Kosdi út és az aluljáró, iparterületek, Kálvária-domb, kiserdő és a kórház területe.

A **lakótertek** esetében a fő cél a víz telken belüli megtartása, illegális kivezetések megakadályozása, lefolyási tényező csökkentése, burkolatok minimalizálása, ezzel szemben pedig a zöldfelületi arány maximalizálása. Lehetséges beavatkozások a vízgyűjtő tartályok alkalmazása, melyből később öntözni lehet, esőterek kialakítása, mely elszikkasztja a tetőről érkező csapadékot. Javasolt zöldtető és zöldhomlokzat kialakítása a megfelelő tetőszerkezetre. Vízáteresztő burkolatok, szikkasztóárkok, fásítások, süllyesztett terepszintek, mikroteraszok és szikkasztó alagút is kivitelezhető.

A **kis lejtésű utcákon** a felszíni lefolyás lassítása képezi a fókuszot, ennek érdekében vízelvezető burkolatot javasolunk, szikkasztóárok kialakítását, út széli zöldsávokban esőterek létrehozását, valamint süllyesztett gyepfelületek ideiglenes tározásra való felhasználását.

A **meredekebb lejtésű burkolatlan utak** esetében a lefolyás lassítása mellett a hordalék megakadályozása és a talaj stabilizálásam a szabályozási szélesség betartása igényel figyelmet. Lehetőség nyílik a lépcsőzetes kialakításra, a víz megfelelő elterelésére, akár vízelvezető árkok alkalmazásával. Alszivárogtató kutak, fák, cserjék ültetése és vízszivárogtató kőfelületek is megfelelő megoldást jelenthetnek meredek utak esetében.

A **Kosdi út és az aluljáró környékén** az intézkedések a kapacitás növelését és kontrollált elvezetést irányozzák elő, annak érdekében, hogy a víz úton való átfolyását megakadályozhassuk. Hosszútávú cél az árok tehermentesítése. A stratégiai alapelvek ez esetben a víz sebességének lassítására fókuszálnak, javasolt fenékküszöbök és lépcsőzetes terepszintek kialakítása. A szakaszos elvezetés, kontrollált túlfolyás mellett a víz út menti zöldfelületekbe való bevezetése is fontos szempont. Árkokat érdemes kialakítani, illetve felszín alatti csapadékelvezetést minimalizálni. Ennek érdekében süllyesztett és áttört szegélyek alkalmazása, árkok és teraszok kialakítása javasolt, valamint elemes vízelvezető rendszerek létesítése szűrőárkokkal és túlfolyókkal. Többszintű megoldásként feljegyezhető a parkolók alatti szikkasztó tartályok elhelyezése és a Stockholm faültetési módszer bevezetése a mintaterületen.

Az **iparterületeken** a magas burkoltsági arány, szennyezett vízkészlet és nehézgépjárműforgalom jelentik a fő problémát. A cél a meglévő zöldfelületeken való szikkasztás, a víz helyben tartása. Ennek lehetséges eszközei a vízáteresztő burkolatok, szikkasztók és esőterek, telken belüli fásítási módok alkalmazása.

A **Kálvária-domb** fejlesztésének fő kihívása, hogy a nagy kiterjedésű zöldfelület kedvező vízbefogadó kapacitása mellett a természetvédelmi oltalom miatt csak érzékenyen és

körültekintően lehet beavatkozni, miközben a sokszereplős tulajdonviszonyok összehangolást igényelnek. A cél a rekreációs funkciók megtartása és bővítése úgy, hogy az egyházi hasznosítást ne akadályozza, ugyanakkor a természetvédelmi értékek és élőhelyek megőrzése, a biodiverzitás növelése, a csapadékvíz fenntartható, központi kezelése is biztosított legyen. Ennek eszközei közé tartozik a multifunkciós záportározó medence, amely sport- és rekreációs térként száraz időben, esőzéskor pedig ideiglenes víztározóként működhet; az állandó vízfelület, amely egyszerre szolgál parkélményként és ökológiai elemként; valamint a vízarchitektúra és patakrendszer, amelyek esztétikai élményt és szabályozott vízvezetést adnak. A szűrőmezők, gyepes szikkasztó árok, fásítás és esőkertek pedig elősegítik a víz tisztítását, lassítását, beszivárogtatását, és hozzájárulnak a biodiverzitás erősítéséhez.

A **Kiserdő** mintaterület fejlesztésének célja a szivárogtatási potenciál minél teljesebb kihasználása az erdőben és az alsó árokban, a vízáramlás lassítása, a talajvíz utánpótlásának erősítése, valamint az erózió megelőzése, az erdőállomány természetközeli megőrzése és megújítása. A felső szakaszon a Törökhegyi út mentén vízterelő és szűrő árok, esőkertek és szivárgó területek alakíthatók ki, amelyek a lefolyó vizet lelassítják, megszűrik, és fokozatosan beszivárogtatják, míg a keresztirányú utcákról érkező vizek burkolat alatti átvezetése segíti az egyenletes elosztást. A középső szakaszon mikrodomborzati beavatkozások, kavicsos sávok, rönk- vagy rözsegátak alkalmazhatók a fokozatos elszivárogtatás és lefolyásllassítás érdekében, amelyet az erős gyökérzetű növényzet – fák, bokrok, cserjék – is támogat. Az alsó szakaszon gyűjtőterületként vagy természetes esőkertként hasznosítható a lejtőről érkező víz befogadására, illetve a meglévő árok szivárogtatóvá alakításával, bővítésével, valamint jó vízáteresztő talaj esetén függőlegesen elszivárogtató kutak kialakításával lehet biztosítani a fenntartható vízkezelést.

A **kórház területének** fejlesztési célja a csatornába elvezetett víz mennyiségének csökkentése, a zöldfelületek rekreációs és mikroklimatikus szerepének erősítése, valamint a burkolt, vízzáró felületek arányának mérséklése. Ennek érdekében zöld- és kéktetők alakíthatók ki, amelyek a csapadék helyben tartását és a hőszigetelést biztosítják, míg a vízáteresztő burkolatok révén a parkolók vizét közvetlenül a talajba lehet szivárogtatni. Az esőkertek a parkolók és járdák mellett a víz összegyűjtését, szűrését, tározását és a biodiverzitás növelését szolgálják, egyben rekreációs funkciót is betölthetnek, a tetővizek fenntartható kezelésével kiegészítve. A fásítás és fasorok a parkolóknál árnyékolást, párologtatást és klímakomfortot nyújtanak, míg az áttört szegélyek lehetővé teszik, hogy a burkolatokról lefolyó víz a környező zöldfelületekre jusson, ezzel is támogatva a természetes vízháztartás fenntartását.

7 Csapadékvíz-visszatartás alkalmazandó alapelvei/ alak koncepciója a tervezési területen

7.1 Javaslati koncepciót megalapozó tervezési szempontok

Tényező	Tervezési szempont
Lejtés és domborzat	A lefolyási irány meghatározza a vízmozgás fő tengelyét → lépcsőzetes, szakaszos visszatartás szükséges
Talaj és beszivárgás	A felsőbb, homokos területeken helyi szikkasztás, az alsó, agyagos zónákban tározás javasolt
Burkoltság növekedése	Központi probléma: porózus burkolatok, zöldfelület-növelés, vízvisszatartó elemek beépítése
Természetvédelmi korlátok	A beavatkozások tájba illesztett, természetbarát módon valósíthatók meg
Lefolyási kockázatok	A Kosdi út mélypontja elsődleges veszélyzóna → forrásoldali (felső lejtőkön történő) beavatkozás szükséges
Zöldfelületek elhelyezkedése	A Kálvária-domb, Kiserdő és közparkok kulcsszerepű puffer- és szikkasztóterületek
Műszaki infrastruktúra korlátai	Zárt rendszerek helyett nyílt, természet alapú megoldások kombinálása indokolt
Társadalmi elfogadottság	A beavatkozások vizuális, rekreációs és ökológiai haszna növeli a lakossági támogatást

Ezek indokolták, hogy a tervezés során komplex szemlélettel, rendszerben és vízgyűjtő szinten kellett gondolkodni. A sok apró mikrobeavatkozásnak nagy hatékonysága lehet az egyfokuszú beavatkozás helyett. A vízvisszatartási megoldásoknak lehetőség szerint többfunkciósak kell lenniük, illetve városképi/díszértékkel is kell rendelkezniük. A partnerség/a terület szereplőinek (önkormányzat, városfenntartás, egyházmegye, kórház, civilek) összefogása pedig kulcsfontosságú a probléma megoldása érdekében.

Vác esetében kiemelt jelentősége van a rendszerszemléletű megközelítésnek. Célunk, hogy a település egészére pozitív hatást gyakoroljanak a csapadékvíz-kezelő elemek és megoldások. A vizsgálat rámutatott, hogy Vác területének legnagyobb része enyhén lejtős, például a Deákvár és a Belváros közötti szintkülönbség akár 20 méter is lehet. Ez extrém esőzések esetén gyors áradásokhoz vezethet, amikor a csapadékvíz hálózat túlterhelődik. A tervezett beavatkozások egyszerre szolgálnak műszaki, ökológiai és esztétikai funkciókat: a víz visszatartása, tározása és helyi felhasználása olyan zöld-infrastrukturális megoldásokkal valósul meg, amelyek nem csak vízgazdálkodási szempontból előnyösek, de a városi mikroklímát is javítják, élhetőbbé teszik a környezetet. Az ITS (Integrált Településfejlesztési Stratégia) is hangsúlyozza a csapadékvíz helyben tartását például in situ tárolók révén (pl. telken belüli tartályok), és

kiemeli, hogy ezek hosszú távon nemcsak környezetvédelmi, hanem gazdasági haszonnal is járnak.

Ezzel a szemléletváltással; vagyis, hogy a csapadékvizet ne csak elvezessük, hanem a város részeként kezeljük, nemcsak a lefolyást lassítjuk (amelyet a lefolyás-számítások is alátámasztanak), hanem hozzájárulunk a város vízbázisának tartós fenntarthatóságához, a terhelés mérsékléséhez és a zöldfelületek ökológiai értékének erősítéséhez.

7.2 Tervezési alapelvek

Decentralizált mikrobeavatkozások: Sok kisebb, helyben működő vízvisszatartási megoldás (pl. esőkertek, zöldtetők, áteresztő burkolatok, vízgyűjtő árkok) együttesen alkalmazva, csökkentve a csatornahálózat terhelését és a villámárvizek kockázatát.

Többfunkciós elemek kialakítása: A csapadékvíz-kezelésre szolgáló létesítmények egyéb funkciót is kapnak, pl. rekreáció felületek, ökológiai szerepet betöltő felületek. Ezáltal növelve a városi zöldinfrastruktúra hálózatot, javítva a mikroklímát és a település csapadékvíz-kezelésének megoldását.

Partnerség és együttműködés: Kiemelt szereppel bír a kulcsszereplők összefogása és együttműködése. A komplex megoldás csak ezzel együtt valósítható meg. Ez minden esetben növeli a stratégiai hatékonyságát és fenntarthatóságát. Így a város lakossága és fenntartói egyaránt pozitívan tekintenek a megvalósításra.

7.3 Növényválasztási alapelvek

Az alábbi fejezetben az esőkerti növényfajok megválasztásának szempontjait ismertetjük. Mivel az esőkert egyik célja az, hogy a csapadékvizet összegyűjtse és a talajba szivárogtassa, ne pedig elvezesse, ezért a megfelelő növényválasztás kulcsfontosságú a rendszer hatékony működéséhez.

Az esőkertbe a legmegfelelőbb növények azok az őshonos, mélyen gyökerező fajok, amelyek egyaránt nagy tűrőképességgel rendelkeznek a nedves és a szárazabb időszakokban egyaránt, továbbá a növényzetnek az esőkerti zónákhoz kell igazodniuk.

Az esőkertet általában három fő zónára lehet osztani a vízborítás gyakorisága alapján: a legmélyebb, gyakran vizes területre, az átmeneti, közepesen nedves sávra és a külső, szárazabb peremre. A növényválasztást az alábbi zónák szerint javasolt kiválasztani:

- mélyebben fekvő, gyakran vízborítás alá kerülő területeken nedves talajt kedvelő, vizes élőhelyekhez kötődő fajok,
- magasabban fekvő részeken (oldallejtők, padkák) szárazságtűrő növények telepítése indokolt.

Az esőkertben javasolt a többszintű növényállomány alkalmazása, azaz a fajok vertikális tagolása (fák, cserjék, lágyszárúak) elősegíti az ökoszisztéma-szolgáltatások hatékonyabb működését. A fák nagyobb vízfelvételük révén különösen fontos szerepet játszanak a vízháztartás szabályozásában.

Az alábbiakban néhány példafajt sorolunk fel, a teljesség igénye nélkül:

1. Fák és cserjék

A fák és cserjék segítenek a víz lassításában és elnyelésében, stabil gyökérzetük révén.

Fák: Kislevelű hárs (*Tilia cordata*), éger (*Alnus sp.*), vadkörte (*Pyrus pyraeaster*) és nyír (*Betula pendula*).

Cserjék: Som (*Cornus sp.*), borbolya (*Berberis sp.*), kányabangita (*Viburnum sp.*), gyöngyvessző (*Spiraea sp.*).

2. Élő virágok és fűfélék

Ezek a növények biztosítják a kert esztétikai értékét, és sok közülük kiválóan bírja a változó nedvességet.

- Gyakran vizes/közepesen nedves zóna:

Nószirmom (*Iris sp.*), tollbuga (*Astilbe sp.*), nefelejcs (*Myosotis sp.*)

- Szárazabb perem/átmeneti zóna:

Őszirózsák (*Aster sp.*), zsályák (*Salvia sp.*), bíbor kasvirág (*Echinacea purpurea 'Magnus'*), sásliliomok (*Hermerocallis sp.*), varjúhájak (*Sedum sp.*), macskamenta (*Nepeta sp.*), árvalányhaj (*Stipa sp.*)

A Mellékletben lévő inspirációs előképeket tartalmazó növénytablón további esőkertbe javasolt növényfajok láthatók.

Megjegyzés: A javasolt növényeket minden esetben K tervezői jogosultsággal rendelkező okl. tájépítész mérnök tervező tervei alapján kell kivitelezni! A tájépítész tervező felelőssége, hogy az alábbi javaslati listából, mely növényeket tervezi be (vagy más növények alkalmazását

javasolja), a helyi klimatikus viszonyok, a talajadottság és az egyéb termőhelyi adottságok és műszaki kialakítás függvényében!

További növényválasztási szempontok

A növények kiválasztásakor érdemes figyelembe venni az alábbiakat: lehetőség szerint **őshonos növényeket** alkalmazzunk, melyek illeszkednek a helyi klímához és talajadottságokhoz, ezáltal kevesebb tápanyagot igényelnek, gyökérzetük erősebb. A növények kiválasztásánál figyelembe kell venni a **terepviszonyokat és az árnyékolást**, hiszen az esőkert mélyedésben kap helyet, illetve fa és/vagy cserje alkalmazása ugyancsak árnyékolás szempontjából is meghatározó szempont. A mélyen gyökerező növények természetes szűrőként működnek, segítik a víz talajba szivárgását és a szennyeződések eltávolítását. Az esőkerti virágzó növények a méhek, pillangók és más beporzók számára is élőhelyet és táplálékot biztosítanak.

A növényeknek bírniuk kell a rövid ideig tartó vízborítást, de a szárazabb időszakokban sem pusztulhatnak ki. A kialakítás alapján különböző **kitettségi zónák** jönnek létre a vízborítás gyakorisága és időtartama szerint:

- tartós vagy rendszeres vízborítás,
- rövid ideig tartó, alkalmi vízborítás,
- vízborítás nélküli területek (például az esőkert peremén).

Attól függően, hogy természetes élőhelyet szeretnénk utánozni, vagy inkább a díszítő hatást hangsúlyozzuk. A folyamatos esztétikai érték minden esetben fontos.

A növényalkalmazást az **ültetőközeg** is befolyásolja, amely meghatározza a vízmegtartást és a nedvesség szintjét. Nedves vagy városi esőkertekben a magasabb páratartalom és a visszatartott víz segíti a növényeket az aszályos időszakok átvészelésében.

A növényzet teljes felületét mulccsal kell fedni. Nedves esőkertben organikus mulcs használható, ha nincs olyan műtárgy (például ülepítő), amely eltömődhetne. Más esetekben ásványi mulcs alkalmazása javasolt. (Városi Eső, Szivacs város kiadvány, 2025, Nagy, 2023, www.gardenfutura.hu, www.zoldkuldetes.hu)

7.4 Szemléletformálás szerepe, ajánlások

A csapadékvíz-visszatartás nemcsak mérnöki feladat, hanem társadalmi edukációs folyamat is. A szemléletformálás célja, hogy a város szereplői – lakosok, intézmények, vállalkozások – felismerjék: a csapadékvíz érték, melyet jó megoldásokkal fel lehet használni, nem pedig probléma, melyet meg kell szüntetni.

8 Csapadékvíz-visszatartási javaslatok, beavatkozási lehetőségek területi egységenként

A javaslatokat a rendszerszintű megközelítés tükrében fogalmaztuk meg, melyek célja, hogy a városrész egészére terjedjenek ki és egy összefüggő rendszer részei legyenek a javasolt vízmegtartó megoldások. Alapelvként tekintettük, hogy a csapadékvizet helyben kell kezelni, ami mind a visszatartást, mind a hasznosítást magában foglalja. A területen több kicsi, lokális megoldás együttes alkalmazása hozhat eredményt. Ezeknek a megoldásoknak integrálniuk kell a műszaki, az esztétikai és az ökológiai funkciókat is. A beavatkozások megvalósításához szükséges a partnerek, a városfenntartás, a különböző tulajdonosok (egyházmegye, gazdasági szereplők), az intézményi területek (kórház) együttműködése. A javaslatok megfogalmazása figyelembe veszi a helyi adottságokat, úgy, mint a domborzati viszonyokat, a településrész jelenlegi és jövőbeni beépítettségét.

8.1 Lakókertek

A vizsgálati terület lejtésviszonyai és a burkoltság növekedése miatt kiemelt jelentősége a csapadékvizek telken megtartásának, hogy ne jelenjenek meg gyors lefolyású felszíni vízként a közterületeken. A fő cél ennek megfelelően a lefolyási tényező csökkentése, azaz a burkolt felületek minimalizálása, a zöldfelületi arány maximalizálásával párhuzamosan, illetve az illegálisan közterületre vezetett csapadékvíz-kivezetések felszámolása. A decentralizált vízmegtartás kulcsa az egyes ingatlanokon létrehozott kis méretű, egymást kiegészítő elemek hálózata, amelyek összesített hatása jelentősen tehermentesíti a települési felszíni és felszín alatti csapadékvíz-hálózatot.

A lakókertekben alkalmazható megoldások közül az egyik legfontosabbnak tekinthető a vízgyűjtő tartályok használata, amely lehetővé teszi a tetőkről lefolyó víz későbbi felhasználását (öntözés, kerti tó, kerti infrastruktúrák kiszolgálása), ezzel csökkentve a vezetékes vízigényt és a csatornarendszer terhelését. A tetőkről és más burkolt felületekről érkező vizek helyben történő elszívárogatására esőkertek és kavicsos esőkertek létesíthetők, amelyek kapacitástól függően képesek a kisebb csapadékvizek kezelésére, valamint nagyobbak lefolyásának késleltetésére.

A kisebb melléképületek, garázsok és kerti tárolók (akár az új építésű házak) tetőfelületein alkalmazható zöldtetők és zöldhomlokzatok mellett, hogy előnyösek a vízvisszatartás szempontjából, hőtechnikai előnyt jelentenek és esztétikai és ökológiai értéket is teremtenek. A kocsibeállók és gyalogos felületek vízáteresztő burkolatai, vagy a nem vízáteresztő burkolatok

mentén kialakított szikkasztó árkok a csökkentik a lefolyási intenzitást, és fokozzák a helyi beszivárgást. A fásítás és a cserjesávok telepítése természetes vízmegtartó funkciót lát el, gyökérzetük javítja a talaj vízáteresztő képességét, lombkoronájuk pedig lassítja a csapadék talajra érkezését, így a megfolyás esélyét.

A nagyobb teljek esetében hatékony beavatkozás lehet a süllyesztett gyepfelületek kialakítása, amelyek intenzív csapadék esetén átmeneti víztározóként működnek. A tetővizek talajba történő vezetésére alkalmazott szikkasztó alagutak és a terepszinten kialakított mikroteraszok szintén hozzájárulnak a víz lassításához és egyenletes elosztásához a kertben.

A javasolt megoldások alkalmazása a lakókertekben olyan decentralizált vízmegtartó rendszert hoz létre, amely jelentősen mérsékli a heves esőzések okozta felszíni lefolyást és tehermentesíti a városi vízvezető infrastruktúrát. A beavatkozások hosszú távú hatékonyságának kulcsa a szabályozás, a támogatás és a lakossági szemléletformálás.



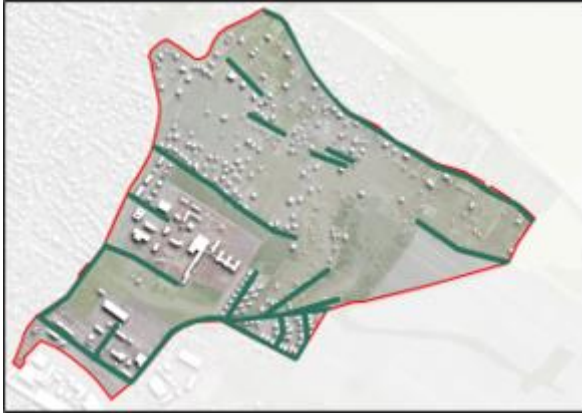
26. ábra: Lehetséges lakókerti esőkert, illetve extenzív tetőkert vizualizációja (Forrás: Google Studio)

Lakossági léptékben (családi házaknál) nem feltétlenül szükséges bonyolult hidraulikai számítás, az alábbi ökol szabályok biztonságos működést eredményeznek:

- Az esőkert alapterülete legyen a rá vezetett burkolt felület (tető + járda) méretének 10–20%-a.
- A felszíni mélyedés (előöntési szint) mélysége 15–30 cm legyen. Ennél mélyebb gödör balesetveszélyes és nehezen szárad ki.
- Az esőkert széle legyen legalább 3–5 méterre az épület alapjától (hogy ne áztassa fel a házat).
- A terep ne lejtessen az épület vagy a szomszéd pincefal irányába.

- Ásás előtt ellenőrizni kell, nem fut-e gázcső, villanykábel vagy egyéb vezeték a tervezett helyen.

8.2 Kis lejtésű utcák



A vizsgált területen vegyesen találhatóak burkolt és burkolatlan utak is ebben a kategóriában. Az alacsony lejtésű utcák esetében – ahol a felület többnyire szórt burkolatú, kivéve a Mandula utcát, és a jelenlegi útmenti infrastruktúrából hiányoznak a vízlevezető árkok és a növényzettel beültetett zöldsávok – különösen fontos a felszíni vízlefolyás lassítása és a hordalékképződés megakadályozása. Fontos cél a beszivárgási potenciál növelése, amelynek több eszköze is elképzelhető. A vízáteresztő burkolatok alkalmazása csökkenti a felszíni lefolyás intenzitását és elősegíti a csapadék helyben történő elszivárgását. A szikkasztó és gyűjtőárkok összegyűjtik a csapadékvizet majd a megfelelő időben és ütemben a talajba juttatják. A közterületek zöldsávjaiban kialakított út menti esőkertek további víz visszatartó és biológiai szűrőkapacitást biztosítanak, miközben ökológiai és esztétikai értéket is növelnek.

Mivel az utcák mentén minimális a növényzet, érdemes olyan út széli esőkerteket vagy kisebb zöldsávokat létrehozni, amelyek a csapadékot helyben képesek megtartani és beszivároztatni. Ezek növényzettel beültetett, enyhén mélyített területek, amelyek további előnye, hogy javítják a talaj vízháztartását, csökkentik a lefolyás sebességét és természetes szűrőréteggént is működnek. A nagyobb csapadékkéntességű események kezelésében fontos szerepet játszanak a süllyesztett gyepfelületek, amelyek átmeneti víztározóként működhetnek, valamint a fásítás és aljnövényzet telepítése, amely a talaj stabilizálása és a párolgatósi kapacitás növelése révén szintén hozzájárul a vízháztartási egyensúlyhoz.

Mindezeket a mikromegoldások, kis beavatkozást igényelnek, de összességükben jelentős hatást érhetnek el. Ilyenek lehetnek a kertekben vagy az útpadka mentén kialakított, esőkertek, a mulcsozás, vagy akár kis kő- és faakadályok elhelyezése a patakmederben a víz energiájának megtörésére. Ezek a decentralizált eszközök különösen jól működnek ott, ahol hiányzik a kiépített vízvezető rendszer.

A fenti megoldások együttes alkalmazása segít stabilizálni a szórt burkolatú utcák felületét, mérsékli a hordalékképződést, javítja a csapadékvíz helyben tartását, és hosszú távon fenntarthatóbb, kevésbé erózióérzékeny utcaképet eredményez az érintett területeken.



27. ábra: Szikkasztó felületek, útszéli esőkertek vizualizációja a Mandula utcában (forrás Google Studio)

8.3 Törökhegyi meredek utcák, közterületek



A Törökhegyi utcák kimondottan meredek lejtésűek és zömében szórt burkolattal rendelkeznek. Így a csapadékvíz rendkívül gyorsan zúdul le rajtuk. A beavatkozások elsődleges célja a gyors felszíni lefolyás lassítása, az erózió és hordalékképződés mérséklése, valamint a talaj

stabilitásának biztosítása. Ezekben az utcákban fontos a megfelelő szabályozási szélesség kialakítása, ami lehetővé teszi vízgyűjtő árkok kialakítását is.

Az árkok lépcsőzetes kialakítása javasolt, keresztirányú bordák vagy kisebb léptékű gátak alkalmazásával, amelyek megtörik a vízáramlás sebességét és a vizet a szikkasztó elemek felé terelik. A felszíni víz energiájának mérséklése érdekében a vízelvező árkok kavicságyas, sziklás vagy geotextíliával megerősített kialakítással készülnek, amelyek csökkentik az eróziót és javítják a szűrési folyamatot. A rendszerhez kapcsolt függőleges elszivárogtató kutak lehetővé teszik, hogy a felszíni vizek a mélyebb talajrétegekbe jussanak. A felesleges vizet egészen a Kiserdőig el lehetne vezetni.

A növénytelepítés kiemelt szerepet kap a talaj stabilizálásában és a biológiai szűrésben: a mély gyökerű fák, cserjék és sásfélék lassítják a vízmozgást, miközben javítják a beszivárgási kapacitást és erősítik a rézsűk stabilitását. A parkolóknál és kocsibeállóknál a vízáteresztő burkolatok alkalmazása javasolt a víz gyors elvezetése helyett a talajba szivárogtatás érdekében. Emellett ahol a közmű lehetővé teszi, fásítás és növényzet telepítése javasolt a lakóházak előtt. Továbbá a már meglévő, kialakított árkok folyamatos karbantartása, tisztítása elengedhetetlen a megfelelő működés érdekében.

Javasolt beavatkozásainkat a következő ábrákon szemléltetjük.



28. ábra: Útmenti esőkert vizualizációja (Forrás: Google Studio)

Az ábra a meredek utca mentén javasolt növénytelepítési megoldást szemlélteti, amelynek célja az esővíz helyben tartása és a lefolyási csúcsok mérséklése. A növények gyökérzete stabilizálja a rézsűt, javítja a talaj vízáteresztő képességét, és hozzájárul a mikroklíma javításához, így egyszerre ökológiai és esztétikai előnyöket biztosít.

8.4 Kiserdő



A Kiserdő nagyon komoly szivárogtatási potenciállal rendelkező, stratégiai fontosságú terület a Törökhegy lábánál. A legfontosabb feladat a Kiserdőben a merőlegesen becsatlakozó törökhegyi utcákról lezúduló vizek felfogása, lassítása, elszivárogtatása. A tervezési területen, a váci kiserdőben jelenleg is működnek olyan természetközeli vízmegtartó megoldások, amelyek a csapadékvíz helyben tartását és a terület mikroklimájának javítását szolgálják. Ezek az elemek a terület ökológiai egyensúlyát támogatják, és hozzájárulnak a biodiverzitás megőrzéséhez, valamint a városi hősziget-hatás mérsékléséhez.

A szikkasztóárok a csapadékvizek helyben történő elszivárogtatását biztosítja, így csökkenti a lefolyást és elősegíti a talajvíz utánpótlását. A háromszintes növényállomány – fás, cserjés és lágyszárú réteg – változatos élőhelyet hoz létre, miközben segíti a víz visszatartását, párologtatását és természetes szűrését. A terepplasztikák, azaz a domborzati formák tudatos alakítása, szintén fontos szerepet játszik a víz lefolyásának lassításában és a csapadékvíz lokális megtartásában.

A tervezett megoldásokat a következő metszeten (29. ábra) szemléltetjük, melyek a következők:

- Szikkasztóárok
- Terepplasztikák
- Szikkasztóárok
- Háromszintes növényállomány

Az egyik legfontosabb megoldás a szikkasztóárok rendszere, amely lehetővé teszi a csapadékvíz helyben tartását és lassú elszivárogtatását. Ez a módszer tehermentesíti az elvezető

csatornákat, csökkenti a villámárvizek kockázatát, miközben javítja a talaj vízháztartását és támogatja a környező növényállomány fejlődését.

A terület másik fontos eleme a háromszintes növényállomány kialakítása, amely erdészeti és tájépítészeti szempontból is az egyik legfenntarthatóbb megoldás. A fák, cserjék és lágyszárú fajok rétegzett rendszere stabil, ellenálló ökoszisztémát hoz létre. Ez a háromszintes rendszer nemcsak ökológiailag értékes, de esztétikailag is változatos, természetközeli látványt nyújt.

A terepplasztikák – vagyis a kisebb domborulatok, mélyedések, vízvisszatartó felületek – szintén meghatározó elemei a kiserdő jelenlegi fejlesztéseinek. A domborulatok képesek lelassítani a felszíni víz lefolyását, miközben új élőhelyeket hoznak létre. A mélyedések természetes esőkertekként működhetnek, ahol a növényzet képes gyorsan reagálni a változó vízszintre.

A fejlesztések további erősítéséhez több javaslat is megfogalmazható. Érdeemes lenne bővíteni az őshonos növényfajok arányát, különös tekintettel az éghajlati változásokhoz alkalmazkodó fajtákra. Javasolt a biodiverzitás növelése céljából rovarhotelek és madárodúk kihelyezése, valamint kisebb, természetes pihenőpontok kialakítása faanyagból és helyi kövekből. A szikkasztórendszer továbbfejleszthető lenne esőkertek és mini-vizesélőhelyek létrehozásával, amelyek nemcsak vízgazdálkodási funkciót látnak el, hanem edukatív, bemutatható elemek is lehetnének. A terepplasztikák mellé érdemes lenne egy kisebb tanösvényt vagy információs táblákat elhelyezni, amelyek bemutatják a zöldinfrastruktúra előnyeit és működését. Végül hasznos lenne egy rendszeres monitoring-program bevezetése a talajnedvességre, a rovar- és madárfajok számára, hogy a terület hosszú távú ökológiai állapota mérhetően javulhasson.

következők: mikrovízgyűjtők, rőzsegátak, szűrőárkok, lépcsőzetes terepformák, valamint fásítás.

A mikrovízgyűjtők kisebb méretű mélyedések, amelyek a csapadékvíz lokális visszatartását és lassú elszivárgását biztosítják. A rőzsegátak természetes anyagokból épülnek, segítve a lefolyás lassítását és az erózió csökkentését. A szűrőárkok a felszíni víz megtisztítását és elszivárogtatását végzik, míg a lépcsőzetes elemek a terep lejtését követve segítik a víz energiájának csillapítását, így akadályozva a talaj kimosódását. A fásítás mindezeket kiegészítve nemcsak árnyékoló és ökológiai szerepet tölt be, hanem gyökérzetével stabilizálja a talajt és fokozza a vízmegtartó képességet.

Mivel a környező meredek utcákról érkező csapadékvizek levezetése szintén kihívást jelent, a Kiserdő területe természetes módon alkalmas e vizek befogadására és megtartására. Ennek megfelelően a két területet egy egységként kezeltük, biztosítva, hogy a vízmegtartó és vízvezető rendszerek összehangoltan működjenek, és a városi zöldfelület vízháztartása hosszú távon is fenntartható legyen.



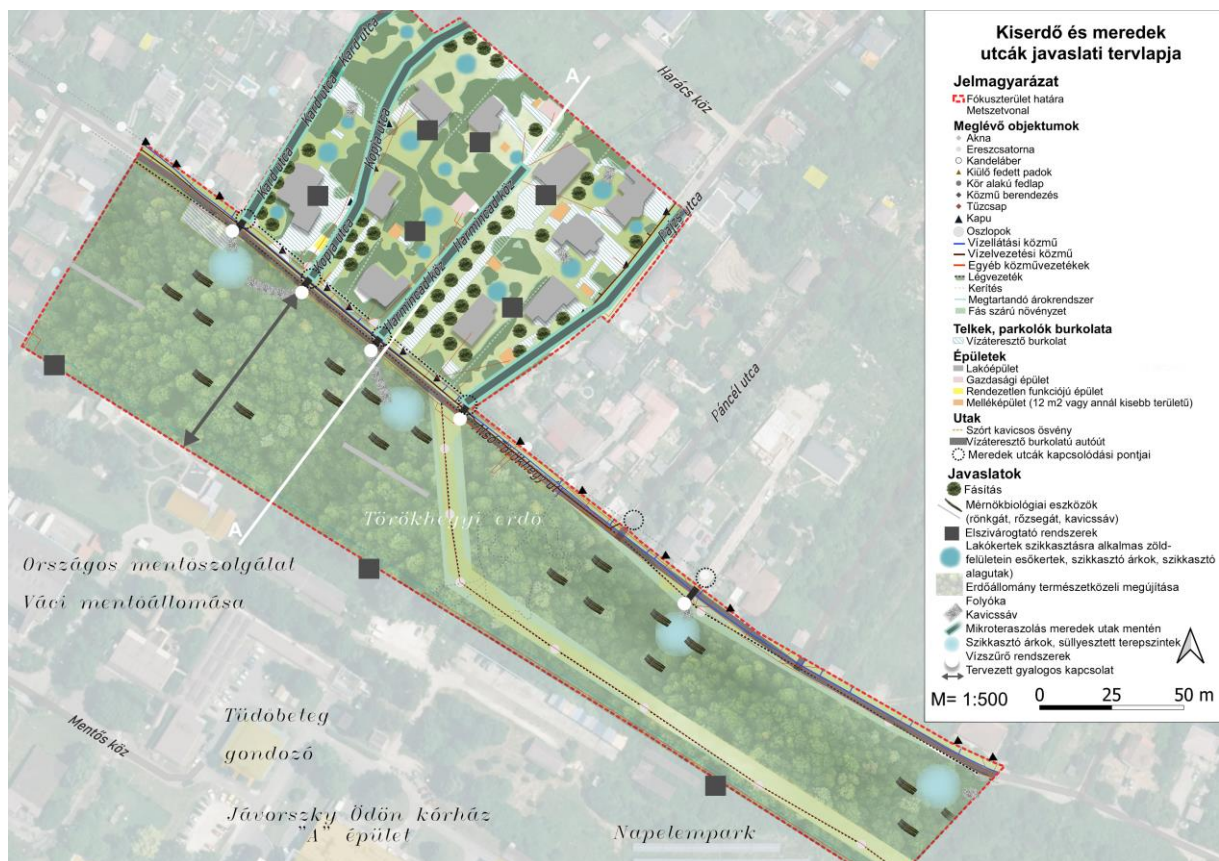
30. ábra: Javasolt szűrő és szikkasztóárkok vizualizációja az Alsó Törökhegyi út mentén (Forrás: Google Studio)

A Kiserdőben javasolt terepplasztikák segítségével a terület felszíni formálása úgy történik, hogy az esővíz ne gyorsan vezesse el a csapadékot, hanem természetes módon gyűljön össze, és lassan szivároгjon el. A terepformákhoz kapcsolódóan egy szikkasztó is kialakításra kerül, amely elősegíti a víz helyben tartását, csökkenti a lefolyást és támogatja a talajvíz utánpótlását.



31. ábra: A Kiserdőbe javasolt vízvisszatartó rőzse-, vagy rönkgát vizualizációja (Forrás: Google Studio)

A 31. ábra a Kiserdőben, a lefolyó csapadékvíz lassítására és hordalékfogásra alkalmas műtárgyak beillesztését szemlélteti, természetes anyagok felhasználásával, a már meglévő vízmosásokra merőlegesen elhelyezve.



32. ábra: A Kiserdőben és a merek utakon javasolt vízvisszatartó megoldások tervlapja (Forrás: saját szerkesztés)

8.5 Kórház

Kiemelt figyelmet igényelne a Jávorszky Ödön Kórház tömbje is, amely a tervezési terület egyik legjelentősebb burkolt felületét adja térképi becslések alapján. Mivel az ingatlan állami tulajdonban áll, a csapadékvíz-kezelés jogi és műszaki felelőssége elválna a befogadó közterületi hálózat fenntartójától (Önkormányzat).

A kórház zöldfelülettel van körülvéve, amelynek a csapadékvíz-kezelés tekintetében számos pozitív hozadéka van. A kórház tetővizeit az egyesített csatornarendszerbe való bevezetése helyett, a környező zöldfelületekre vagy vízgyűjtő tartályokba javasolt elvezetni. Esőkertek, díszágyások és zöldtetők telepítése az intézmény körül, amelyek mérséklik a burkolt felületekről lefolyó csapadék mennyiségét, továbbá rekreációs célú zöldfelületek kialakítását teszi lehetővé, melyet a kórház betegek használhatnak.

A kórház területén (33. ábra és 34. ábra) több, egymást kiegészítő természetes vízmegtartó zöldinfrastruktúra-elemet javasoltunk.

Az alkalmazott megoldások a következők:

- esőkert,
- zöldtető,
- fásítás, háromszintes növényállomány,
- áttört szegély,
- valamint vízáteresztő burkolat.

Az esőkert a tetőkről és burkolt felületekről lefolyó csapadékvíz ideiglenes visszatartására és természetes szűrésére szolgál, hozzájárulva a mikroklíma javításához és az élőhelyek gazdagításához. A zöldtető a beépített környezetben növeli a párologtató felületeket, mérsékli az épületek hőterhelését, és a csapadékvíz egy részét is képes helyben tartani.

A fásítás a terület árnyékolását és klimatikus komfortját javítja, miközben a gyökérzet stabilizálja a talajt és támogatja a víz beszivárgását. Az áttört szegélyek lehetővé teszik a burkolt felületekről lefolyó víz természetes elszivárogtatását a zöldfelületek irányába, míg a vízáteresztő burkolatok csökkentik a lefolyó víz mennyiségét, elősegítve a talajvíz utánpótlását.

Ezek a megoldások együtt egy komplex, fenntartható vízgazdálkodási rendszert alkotnak, amely a kórházi környezetben nemcsak a csapadékvíz kezelését segíti, hanem a természetes zöldfelületek integrálásával hozzájárul a gyógyító, emberközelű környezet megteremtéséhez is.

Csapadékvíz-visszatartás és esőkert kialakítás koncepcióterve
Vác, Deákvár-kertváros és Törökhegy területén



33. ábra: Csapadék-víz visszatartási javaslat a kórház területére (forrás: saját szerkesztés)



34. ábra: A kórház területén javasolt vízmegtartó megoldások metszetábrája (forrás: saját szerkesztés)

Az elkészített látványtervek (35. ábra) szemléltetik az esőkert tervezett megvalósítását a kórház területén belül, bemutatva annak lehetséges elhelyezkedését, formavilágát és növényállományát. A javaslat szerint az esőkert kialakítására alkalmas egy, a parkoló mentén elhelyezkedő terület, amely képes a burkolt felületekről lefolyó csapadékvizet összegyűjteni és helyben elszikkasztani. Emellett a kórház nagyobb zöldfelületei is lehetőséget kínálnak a természetes vízmegtartás és a mikroklíma javítását szolgáló hasonló beavatkozásokra.





35. ábra: Vízvisszatartó megoldások vizualizációja a kórház területére (Forrás: Google Studio)

8.6 Kálvária-domb északi része



A Kálvária-domb fejlesztésének fő nehézsége, hogy a nagy zöldfelület jó vízmegtartó potenciálja ellenére a természetvédelmi oltalom miatt csak óvatosan lehet beavatkozni, ráadásul a többféle tulajdonosi érdek összehangolást igényel. A cél a rekreációs használat bővítése úgy, hogy ne ütközzön az egyházi működéssel, miközben megmaradnak az élőhelyek, erősödik a biodiverzitás, és fenntartható módon kezelik a csapadékvizet.

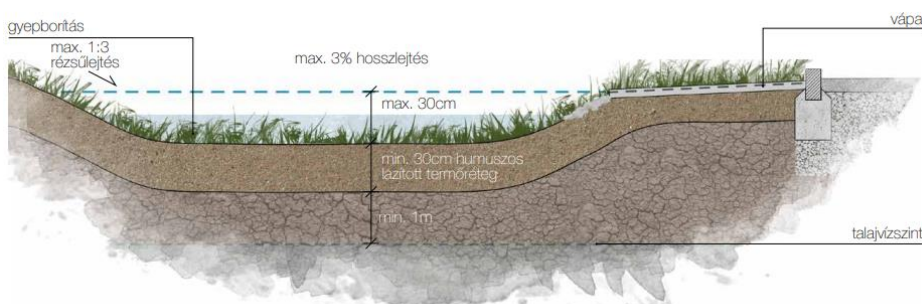
Ehhez hozzájárul a többfunkciós záportározó, az állandó vízfelület, a vízarchitektúra és patakrendszer, valamint a szűrőmezők, szikkasztó árkok, fásítás és esőkertek, amelyek a víz tisztítását, lassítását és beszivárogtatását szolgálják.

A koncepció szerint a Kosdi útról érkező csapadékvizek a Kálvária-domb területére kerülnek bevezetésre, ahol először egy esőkertben történik meg a víz tisztítása. Az innen továbbfolyó víz egy túlfolyón keresztül jut el a tározótóba, amelynek környezete az esőkerthez hasonlóan növényesített, természetközeli kialakítású. Havária esetén a felesleges vízmennyiség egy további túlfolyón át a gyepes szikkasztóba kerül. A Kálvária-domb kezelési tervének

megújítása során a területen tatárjuharos lösztölgyes telepítése javasolt, miközben a kaszálatlan gyeptársulások meghagyása is fontos ökológiai szempont. A terület így nemcsak hitéleti és rekreációs funkciókat lát el, hanem a csapadékvíz-gazdálkodásban is aktív szerepet kap.

Az esőkert kialakításánál az alsóbb és felsőbb rétegek összehangolt felépítése biztosítja a megfelelő vízmegtartást, szűrést és növénytelepítést. A felső, 30–50 cm vastag ültető- és szűrőréteg homokos vályogból, illetve homok–komposzt–föld keverékéből áll, amely biztosítja a növények gyökerterét és elősegíti a csapadékvíz biológiai tisztítását. E réteg alatt egy 10–15 cm vastag szűrő- és átmeneti réteg helyezkedik el durvább homokból vagy apró kavicsból, amely megakadályozza a finom szemcsék lemosódását és eliszapolódását. Az alsó, 20–30 cm vastag drénréteg mosott kavicsból készül, és a víz elvezetését, valamint ideiglenes tárolását biztosítja. Szükség esetén ebben a rétegben perforált dréncső is elhelyezhető, amely a vizet a túlfolyó irányába, például egy tározóba vagy szikkasztóba vezeti. A rétegek közé, illetve a drénréteg alá geotextília helyezhető, amely a szűrésben és a szerkezeti stabilitás megőrzésében segít, továbbá lassítja az iszap felhalmozódását.

Az altalaj lehetőleg közepesen vízáteresztő, természetes szerkezetű talaj, amelyhez agyagos területeken talajlazítás vagy részleges talajcsere javasolt. A víz bevezetésére kavicságy vagy sekély árok szolgálhat, amely megakadályozza az eróziót, míg a felesleges víz elvezetését egy túlfolyó biztosítja, amely a medence aljától 10–20 cm-rel magasabban helyezkedik el. Az esőkert növényzete olyan vízkedvelő, de időszakos szárazságot is tűrő fajokból áll, mint például a sásfélék, mocsári nőszirm, lizinka, vízi menta, kék nőszirm vagy gólyahír. Ezek a fajok nemcsak esztétikai értéket képviselnek, hanem hozzájárulnak a víz természetes tisztításához és a biodiverzitás növeléséhez is.



36. ábra: Szikkasztóárok kialakításának javasolt rétegrendje (Forrás: Zöldinfrastruktúra füzetek 3.)

A gyepes szikkasztó (más néven füvesített szikkasztóárok vagy beszivárogtató sáv) egy olyan felszíni vízelvezető és -visszatartó létesítmény, amely a csapadékvizet ideiglenesen tárolja, majd fokozatosan elszivárogtatja a talajba. Lényege, hogy a víz nem közvetlenül folyik el a

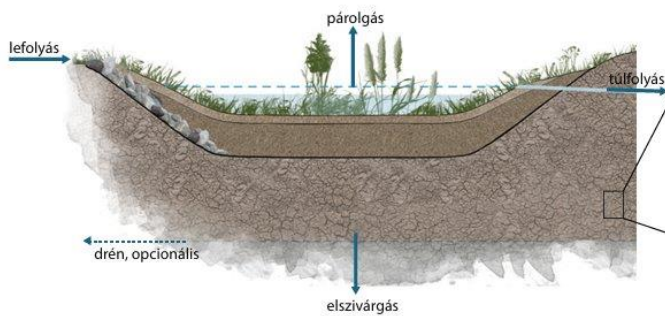
csatornába, hanem természetes úton beszivárog, ezzel tehermentesíti a csapadékvíz-hálózatot, és hozzájárul a helyi vízháztartás egyensúlyához.



37. ábra: Javasolt vízvisszatartó megoldások és zöldfelületi fejlesztések a Kálvária-domb területén - tervrajz (forrás: saját szerkesztés)



38. ábra: Javasolt vízvisszatartási megoldások metszetábrája a Kálvária-domb északi fókuszterületén (forrás: saját szerkesztés)



39. ábra: Tározótó elvi metszete (forrás: saját szerkesztés)

40. ábra: Javasolt tározótó vizualizációja (forrás: Google Studio)

8.7 Kálvária-domb déli része



A Kálvária-domb déli lejtője nagy kiterjedésű, önkormányzati tulajdonú zöldfelület, amely kiváló adottságokkal rendelkezik a csapadékvíz helyben tartására. A tervezés során kiemelt szempont volt a természetvédelmi oltalom figyelembevétele, amely érzékeny, tájba illeszkedő beavatkozásokat tesz szükségessé.

A koncepció elsődleges célja a Kertvárosi rész felől érkező, jelenleg az árokrendszeren gyorsan átfolyó csapadékvíz megfogása és elsikkasztása, javítva ezzel a terület mikroklímáját és tehermentesítve a mélyebben fekvő területeket.

A javasolt víz visszatartási megoldás gerincét egy lineáris esőkert kialakítása adja. A Kertváros felől árokban érkező vizeket egy pontos, kavicsos kivezetéssel a domb déli oldalára vezetjük. A víz egy, a terepvonalakat követő lineáris esőkertbe (szikkasztó sávba) jut. A vízfolyás végén egy kiszélesített meder (szikkasztó teknő) található, amely képes befogadni azokat a vizeket is, amelyek a lineáris szakaszon szivárogtak, vagy párolgott el.

A klímaváltozás okozta extrém záporokra felkészülve a rendszerhez érdemes biztonsági túlfolyót kialakítani. A munkaközi egyeztetések alapján a szomszédos, Volán tulajdonában lévő

zöldfelület – annak jelenlegi funkcióját nem zavarva – alkalmas vésztározóként működni. A többletvizek (havária helyzetben) ide vezethetők át.

Az esőkert szűrő- és szikkasztó kapacitását a következő rétegrend biztosítja (felülről lefelé haladva):

- Ültetőközeg (30-60 cm): Homok, komposzt és ásványi anyagok speciális keveréke, amely biztosítja a növények begyökeresedését és a beérkező víz biológiai szűrését.
- Átmeneti réteg (10-20 cm): Homokos-kavicsos közeg, amely megakadályozza a finom szemcsék bemosódását az alsóbb rétegekbe.
- Szivárgó- és tározóréteg (20-40 cm): Mosott kulé kavicsból álló drénréteg, amely a víz gyors elvezetését és ideiglenes tárolását végzi.
- Elválasztó réteg: A rendszer alját és oldalait geotextília védi a környező talajból történő feliszapolódás ellen.

A terület földrajzi elhelyezkedése (déli kitettség) és az árnyék hiánya miatt az esőkertbe olyan évelőket és cserjéket javasolunk, amelyek kettős tűrőképességgel rendelkeznek: elviselik az időszakos vízborítást, de jól tolerálják a nyári aszályos időszakok erős napsugárzását is.

A beavatkozás részeként a terület nyugati-déli peremén, a mikroklíma javítása és az árnyékolás érdekében fasor telepítését irányoztuk elő. A fajválasztásnál a helyi klímát és a városi környezetet jól tűrő fajokat (pl. juhar- *Acer sp.* és tölgy- *Quercus sp.* változatok) részesítettük előnyben.



41. ábra: Kálvária-domb déli oldalán javasolt vízmegtartó megoldás koncepcióterve (forrás: saját szerkesztés)



42. ábra: Kálvári-domb déli oldalán javasolt vízmegtartó megoldás metszete és előképe



43. ábra: Kálvári-domb déli oldalán javasolt vízmegtartó megoldás látványképe (saját szerkesztés)

8.8 Kosdi úti árok

A fejlesztés célja a víz sebességének megtörése, a kapacitás növelése és a csapadékvíz kontrollált elvezetése annak érdekében, hogy az ne az útfelületen folyjon végig. Ezzel párhuzamosan fontos szempont a hordalék megfelelő kezelése és a hosszú távú fenntarthatóság biztosítása.



Hosszabb távon az egyik legfontosabb cél, hogy lényegesen kevesebb víz jusson el az árkokig, vagyis a víz minél nagyobb arányban helyben, vagy az út környezetében szikkadjon el. Jelen tanulmányban a Kosdi út keleti területein összegyűlő csapadék kezelésével foglalkozunk. Azonban a probléma megoldásához szükséges a második fejlesztési fázis is. A Kosdi út északnyugati oldalát is vizsgálni kell, ahol a vízelvezetés és a zöld infrastruktúra összehangolt tervezése és kivitelezése történjen meg.

A stratégiai alapelvek egy lépcsőzetes rendszerre épülnek.

Felső szakasz:

Ennek része a víz sebességének lassítása: már az út felső szakaszán elterelést javasolunk a zöldfelületek felé, lépcsőzetes kialakítással és fenékküszöbökkel. A kapacitás növelése érdekében nagyobb keresztmetszetű árok, szűrőrétegek és szikkasztó felületek kialakítását javasoljuk kialakítani.

Az árok kialakításánál a balesetvédelmi és közlekedésbiztonsági szempontok is kiemelt szerepet kapnak. Cél, hogy csökkenjen a felszín alatt elvezetett csapadékvíz mennyisége, és minél több víz természetes úton, helyben szivárogjon el.

A megvalósítás során süllyesztett vagy áttört szegélyek segítik, hogy a víz bejusson a zöldfelületekbe. A kapacitásnövelő árok szélesebb és mélyebb kivitelűek, kavicsággal és zeolitréteggel ellátva. Az elemes vízlevezető rendszerek moduláris szűrőárokokból és túlfolyó

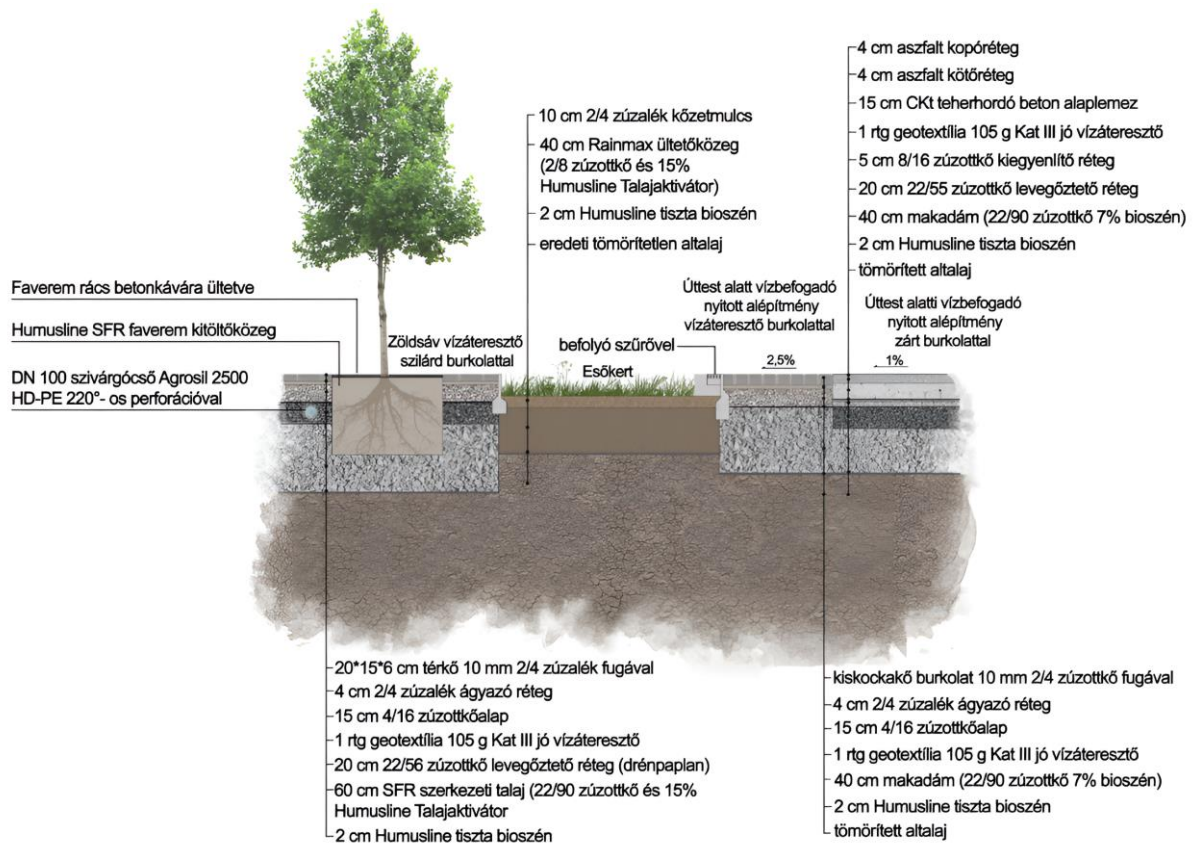
egységekből állnak, míg a teraszos, lépcsőzetes mikro-zöldfelületek a lejtés megtörésével, szintenkénti szikkasztással segítik a víz helyben tartását.

Alsó szakasz:

Az árkokban összegyűlt víz a Kálvária-domb északi részén kialakított esőkertbe vezethető. A lejtő alján, illetve a parkolók alatt nagyobb szikkasztó medencék és földalatti kazettákat lehet elhelyezni, amelyek a vasúti területekről érkező vizeket is képesek kezelni.

Kosdi út - Deákvári Fasor közötti háromszög alaprajzú terület

A rendszer többszintű megoldásokat alkalmaz: a jelenlegi parkoló alatt elhelyezett szikkasztó tartályok és kazetták kiegészítik a felszíni zöld infrastruktúrát. Emellett a Stockholm faültetési rendszer (44. ábra) integrált módon biztosítja a fák gyökérzónájában a víztárolást és a szikkasztást, ezzel is növelve a települési zöldfelületek vízmegtartó képességét.



44. ábra: Stockholm faültetési rendszer kialakítása (forrás: Szivacs város kiadvány)

Azonban nagyméretű esőkert kialakítása a helyhiány és a közművek terheltsége miatt nem lehetséges.

8.9 Iparterület



A terület egyik legfőbb kihívása a magas burkoltsági arány, amely miatt a csapadékvíz gyorsan folyik le a felszínről és a városi csapadékvíz-elvezető rendszert terheli. A nehézgépjármű-forgalom további nehézséget jelent, mivel a nagy terhelés miatt tartós, erős burkolatok kialakítása szükséges. Emellett a területen szennyezett csapadékvíz is keletkezhet, amely olaj-, nehézfém- és ipari eredetű szennyeződések tartalmaz. A tulajdonviszonyok összetettsége tovább nehezíti az egységes vízgazdálkodási megoldások megvalósítását.

A fejlesztés célja, hogy a tetőkön és a burkolt felületeken összegyűlő csapadékvizet helyben tartsák, ezáltal csökkentve a felszín alatti elvezetésre kerülő víz mennyiségét. Ennek megvalósításához a meglévő zöldfelületek – például a Volán telephely területe – felhasználhatók a víz gyűjtésére, szikkasztására és biológiai tisztítására.

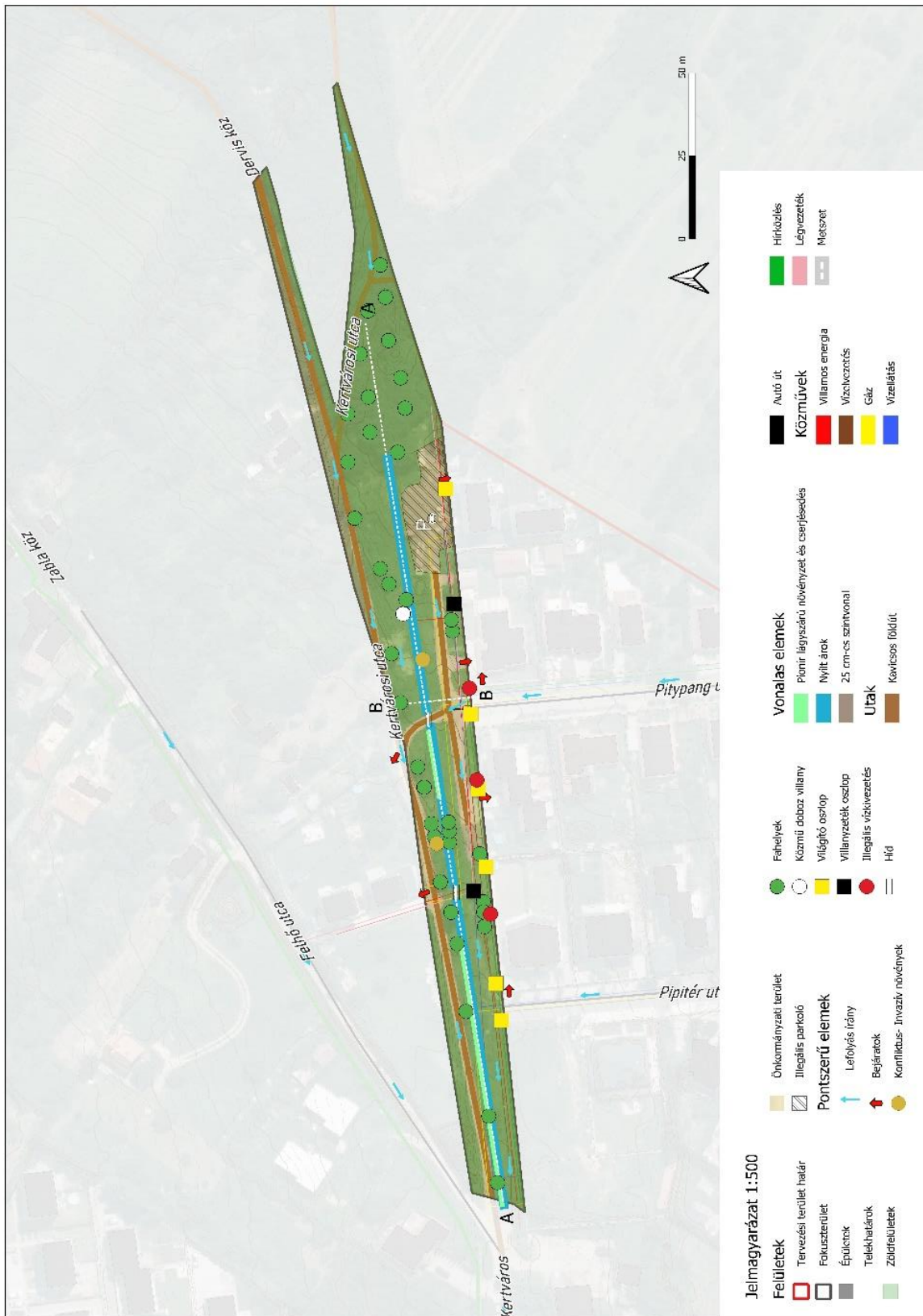
A kitűzött célok eléréséhez többféle eszköz és megoldás alkalmazható. A vízáteresztő burkolatok lehetővé teszik a csapadékvíz elszivárgását a járdák és a parkolók kisebb terhelésű részein. A zöld- és kéktetők extenzív, alacsony karbantartás-igényű megoldást kínálnak a lapos tetőkön, elősegítve a párolgást és a víz helyben tartását. A nagy kapacitású szikkasztók, például földalatti szivárgó árkok és függőleges elszivárogtató kutak, a mélyebb rétegekbe vezetik a vizet.

A záportározók és medencék a telkek szélén helyezhetők el, szűrőágyas és ülepítő megoldásokkal kiegészítve a víz minőségének javítása érdekében. Az esőkertek és szűrőmezők biológiai tisztítást biztosítanak a szennyezett csapadékvizek számára, miközben esztétikai és ökológiai értéket is képviselnek. A telken belüli fásítások pedig nemcsak a mikroklimát javítják, hanem a gyökérszónában történő szikkasztáson keresztül hozzájárulnak a természetes vízháztartás helyreállításához is.

8.10 Kertvárosi utca környéke



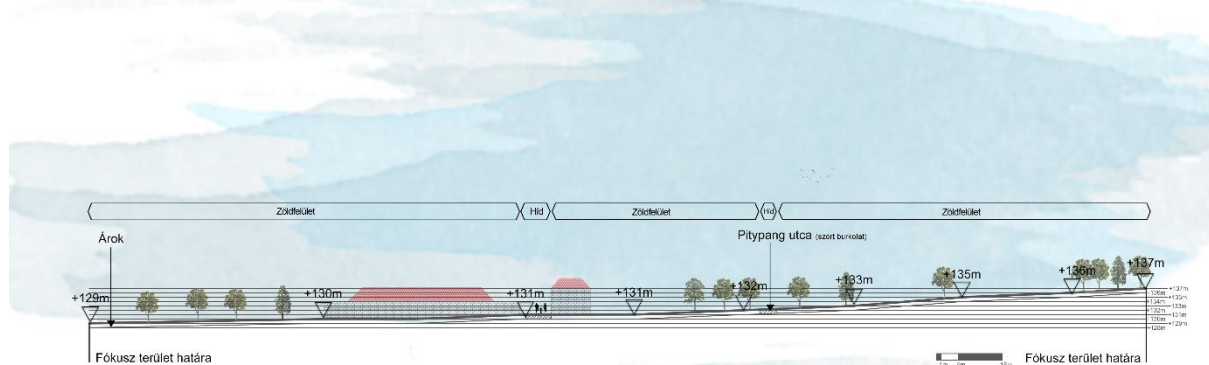
A Kertvárosi utcán és környékén több helyen jelentős problémát jelentenek az illegális vízkivezetések, amelyek megterhelik a közművek megfelelő működését. További probléma a területen az illegális parkolóhelyek kialakítása, amely értékes területeket vesz el a zöldfelületből, valamint az árkok cserjésedése és az invazív növények terjedése. A nyugati oldalon nagyon sok közmű található, ami korlátozhatja a beavatkozások végrehajtását.



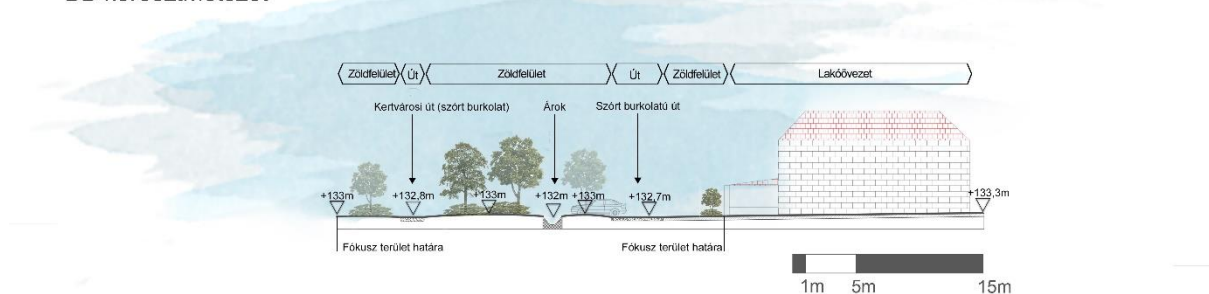
45. ábra: Kertvárosi utca, Vizsgálati tervlap (forrás: saját szerkesztés)

Kertvárosi utca, fókusz terület, Hrsz. 380

AA hosszmetset



BB keresztmetset



46. ábra: Kertvárosi utca, vizsgálati hossz és keresztmetset (forrás: saját szerkesztés)

Az alap koncepciónk a területtel az volt, hogy egy olyan megoldást dolgozzunk ki, ami költséghatékony és kevés fenttartási igénnyel is működik.

A terület kis lejtésű útszakaszain a vízrendezés elsődleges célja a felszíni vízlefolyás lassítása (retenció) és a hordalékképződés megakadályozása. A hagyományos, gyors elvezetésre optimalizált árokrendszer helyett olyan természetközeli csapadékvíz-gazdálkodási megoldások alkalmazását javasoljuk, amelyek helyben tartják a vizet, elősegítik a beszivárgást és növelik a terület ökológiai értékét.

A koncepció központi eleme a meglévő, egyenes vonalvezetésű árkok átalakítása lineáris esőkertekké. Ennek főbb elemei:

Mederkialakítás és nyomvonal

- A vízszintes nyomvonalvezetés szándékos kanyargósítása (meanderezés). Ez növeli a víz által megtett utat, csökkenti az esésviszonyokból adódó lefolyási sebességet és változatosabb mederprofil eredményez.
- A meder mentén süllyesztett gyepfelületek kialakítása, amelyek nagyobb intenzitású esőzések esetén ideiglenes tározóterként funkcionálnak.

Áramlásszabályozó műtárgyak

- A mederben víz visszatartó mikrogáták, valamint helyi anyagokból (kő, fa) épített szikla- és rönkgátak elhelyezése.
- Ezek a műtárgyak duzzasztó hatásuk révén lassítják a lefolyást, elősegítik a hordalék leülepedését, és időt hagynak a víznek a talajba szivárgáshoz (infiltráció).

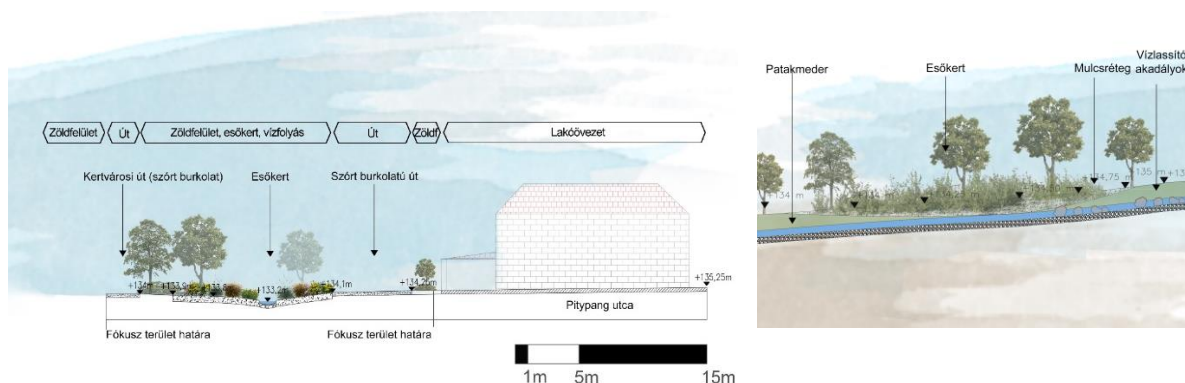
Mérnökbiológiai megoldások és növényzet

- A meder és a partfalak stabilizálása évelők és cserjék telepítésével történik. A sűrű növényzet gyökérzete megkötöti a talajt, csökkentve az eróziót.
- A talajfelszín mulcsozása elengedhetetlen a nedvesség megtartása és a gyomosodás visszaszorítása érdekében.
- A vízfolyás mentén történő fásítás árnyékoló hatása csökkenti a párolgást, miközben a gyökérzóna segíti a víz mélybe vezetését.

Kiegészítő elemek és burkolatok A közterületi zöldsávok mellett az ingatlanok előtti kapubejárók és parkolók esetében vízáteresztő burkolatok (pl. gyephézagos kő, drénaszfalt) használata javasolt, ami tovább csökkenti a közterületre jutó víz mennyiségét.

Ökológia és Edukáció A beavatkozás nem csupán vízgazdálkodási, hanem természetvédelmi célokat is szolgál. A rönkgátak és a változatos növényzet új mikroélőhelyeket teremtenek a városi fauna (kétéltűek, rovarok, madarak) számára. A területen ismeretterjesztő táblák és tanösvény-elemek elhelyezését javasoljuk, amelyek bemutatják a lakosság számára a természetes víz visszatartás jelentőségét. A rendszer fenntartható működését rendszeres ökológiai monitoring és karbantartás biztosítja, amely visszajelzést ad a beavatkozások hatékonyságáról.

Az illegális parkolót (a nagyobb zöldfelület érdekében, ahol a csapadékvizet nagyobb felületen lehetne szikkasztani, kezelni) és vízkivezetéseket meg kellene szüntetni.



48. ábra: Kertvárosi utca koncepcióterv, keresztmetszet és hosszmetset (forrás: saját szerkesztés)



49. ábra: Vizualizáció a Kertváros utcai fókuszterületre javasolt vízmegtartó megoldásokról (forrás: Google Studio)

8.11 Javaslatok összefoglalása

A Deákvár-kertváros és Törökhegy térségére kidolgozott koncepcióterv a hagyományos, nagyberuházás-igényű csatornafejlesztések helyett egy decentralizált, a csapadékvizet helyben tartó rendszerre tesz javaslatot. A stratégia alapvetése, hogy a villámárvizek okozta problémákat nem egyetlen műtárggyal, hanem a vízgyűjtő egészen elszórt, egymásra épülő mikrobeavatkozások sorozatával lehet a leghatékonyabban kezelni. A terv a terület karakterének megfelelően zónákra osztja, ahol a merdek utcák lefolyáslassító megoldásaitól a sík kertvárosi részek szikkasztó árkain át a nagy intézményi felületek (Kórház, iparterület) vízmegtartó fejlesztéséig egy komplex, de elemeiben egyszerű kék-zöld infrastrukturális hálózatot irányoz elő.

A javaslatcsomag egyik legfontosabb erénye a költséghatékonyság és a megvalósíthatóság: a terv nem egy egyszeri, hatalmas költségvetési terhet jelentő beruházást, hanem sok apró, ütemezhető és kis forrásigényű lépést tartalmaz. Hangsúlyozandó, hogy a megoldások jelentős része – mint például a lakossági szemléletformálás révén ösztönzött kerti vízgyűjtés, az építési szabályozás (HÉSZ) módosítása vagy a zöldfelület-fenntartási gyakorlatok átalakítása – nem feltétlenül igényel közvetlen tőkebefektetést az önkormányzat részéről. A koncepció sikere így nem kizárólag az anyagi forrásokon, hanem a szereplők – lakosság, intézmények, gazdasági társaságok – együttműködésén és a „szivacsváros” elveinek széleskörű alkalmazásán alapul.

Csapadékvíz-visszatartás és esőkert kialakítás koncepcióterve
Vác, Deákvár-kertváros és Törökhegy területén

	Vízgyűjtő tartály	Esőkert, kavicsos esőkert	Esőkert, mulcsos esőkert	Zöldtető, zöldhomlokzat	vízáteresztő burkolat	Szikkasztó árok	Sülyesztett gyep (gyepes szikkasztó)	Szikkasztó alagút v. kút	Tereprendezés, mikroteraszok	Út széli (lineáris) esőkert	Fák, cserjék telepítése	keresztirányú bordák	Kavicságyas, geotextíliás árkok	Szivárogtató kútak	Sülyesztett útszegély (helyenként)	Kontrollált túlfolyás	Teraszos, lépcsőzetes út menti zöld	Árokban összegyűlt víz kivezetése	Stocholm faültetési rendszer	Szikkasztó tartályok, kazetták a felszín alatt	Záportároló, Multifunkciós záportároló	Állandó vízfelület, tó	Szűrőmező	Rózse gátak	Kéktető, bioszolár zöldtető	Lefolyáslassítás mederben, árokban	
Lakókeretek	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x			x													
Kis lejtésű utcák					x	x	x			x	x																
Meredek, burkolatlan utcák					x						x	x	x	x													
Kosdi út													x		x	x	x	x	x	x							
Iparterület		x			x						x								x	x	x						
Kálvária-domb észak		x					x															x	x				
Kálvária-domb dél		x														x		x									
Kiserdő		x	x			x		x			x	x												x			
Kórház				x	x						x				x											x	
Kertvárosi utca			x							x														x		x	

2. táblázat: Javasolt víz visszatartási megoldások összefoglaló táblázata

9 Szabályozási ajánlások

A település vízgazdálkodási problémáinak hosszú távú megoldása érdekében az alábbi előírások beépítését javasoljuk a Helyi Építési Szabályzatba (HÉSZ)

(A) Csapadékvíz kötelező visszatartása

„Új létesítés és jelentős felújítás esetén a tető- és burkolt felületekről lefolyó csapadék minimum 30 mm-ét telken belül kell visszatartani és kezelni (esőkert, ciszterna, szűrővápa, szikkasztó). Kivétel nem adható, ha a talajfizikai adottságok ezt kizárják; ekkor időszakos tározás és késleltetett levezetés kötelező.” Ennek megvalósulását érdemes a használatba vételi engedély kiadásához feltételül kikötni.

(B) Áteresztő felületi minimum

„A telkek be nem épített részén a kocsibeállók és felszíni parkolók legalább 50%-át vízáteresztő burkolattal kell kialakítani; 10 parkolóhely felett szűrővápa és áttört/süllyesztett szegély alkalmazása kötelező.”

(C) Tetővíz leválasztása az egyesített rendszerről

„Tetővizek közvetlen egyesített csatornába kötése új építésnél tilos; meglévőnél 3 éves átállási idő, önkormányzati ösztönző programmal.”

(D) Iparterület – előkezelés és telken belüli szikkasztás

„Nagy burkolt felületek csapadékvizét előtisztítás (iszap- és olajfogó) után, telken belüli szikkasztó/esőkert rendszerbe kell vezetni; havária-túlfolyó kijelölése kötelező.”

(E) Utcakeresztmetszet

„Új utcáknál kötelező szűrővápa beépítése és áttört/süllyesztett szegély, a víz zöldsávba juttatása érdekében; meglévőknél rekonstrukciónál elsődleges vizsgálati szempont.”

A felsoroltak mellett a Törökhegy területén indokolt a hajdani zártkertek „örökségeként” fennmaradt szűk utcák kiszélesítése/kiszabályozása annak érdekében, hogy az utcákban legyen elegendő hely egyebek mellett a csapadékvíz-szikkasztást/-elvezetést szolgáló árkok és kisléptékű csapadékvíz kezelési megoldások kialakítására.

A lakótelkeken belüli csapadékvíz-visszatartási előírások betartása szankcionálással, ellenőrzéssel és ösztönző intézkedésekkel (pl. helyi adó kedvezmény) növelhető.

10 Szemléletformálási, tájékoztatási, támogatási ajánlások

A koncepció megvalósításának egyik alapköve a társadalmi és intézményi együttműködés erősítése. A decentralizált, helyi víz visszatartási gyakorlatok akkor lehetnek igazán eredményesek, ha azok széles körben elfogadottá és támogatottá válnak a lakosság és a települési szereplők körében. A szemléletformálás hozzájárul ahhoz, hogy a település közössége megértse: a telken belül visszatartott és felhasznált víz nem csupán a villámárvizek és a rendszeres elöntések megelőzését szolgálja, hanem közvetlen szerepet játszik a városi mikroklíma javításában, a növényzet vízellátásában és a hősziget-hatás mérséklésében, valamint a klímaváltozás hatásaihoz történő alkalmazkodásban.

A felelősség így nem kizárólag az önkormányzatot érinti, hanem megoszlik minden telektulajdonost között: a lakóterekben kiépített esővízgyűjtő tartályok, esőkertek, zöldtetők és vízáteresztő burkolatok hálózata jelentős mértékben tehermentesítheti a települési vízvezető rendszert. A társadalmi részvétel erősítése és az aktív közösségi szerepvállalás hozzájárul a projektek társadalmi legitimációjához és hosszú távú fenntarthatóságához.

Javasolt egy átfogó, több szinten zajló társadalmi bevonási és szemléletformálási program elindítása. Ennek elemei lehetnek:

Oktatási és szemléletformáló programok – környezeti nevelési modulok bevezetése helyi iskolákban és óvodákban, játékos esőkert-projektek és kísérleti vízmegtartó mintaterületek kialakítása.

Mintaprojektek létesítése – jól látható, közösségi használatú helyszíneken (pl. kórház, egyházi és önkormányzati intézmények, belvárosi közterek) demonstrációs célú esőkertek és zöldinfrastruktúra elemek megvalósítása, amelyek referenciaként szolgálnak a lakosság számára.

Lakossági bevonási programok – közösségi növénytelepítési események, örökbefogadási programok („fogadj örökbe egy esőkertet”), civil szakmai partnerségek bevonása.

Kommunikációs és információs kampányok – vizuális és közérthető tájékoztatási anyagok készítése, a lokális hatások bemutatásával (pl. „Egy 15 m²-es esőkert évi X m³ csapadékot tart vissza”), média- és közösségi platformok használata. Erre vonatkozó, felhasználható plakát a dokumentáció mellékletében megtalálható.

Ösztönző és támogatási rendszerek kialakítása – pályázati vagy támogatási lehetőségek biztosítása esővízgyűjtő tartályok, vízáteresztő burkolatok vagy mintakertek kiépítésére a családi házas övezetben.

Adókedvezmény azon ingatlantulajdonosok számára, akik igazolhatóan leválasztják az ereszcsonát a közműhálózatról és telken belül oldják meg a szikkasztást. A kommunális adóból vagy a csatornadíjból kedvezmény biztosítása.

Önkormányzati példamutatás – a városi intézmények területén prototípus jelleggel megvalósított zöldinfrastruktúra elemek, amelyek bemutatják a tervezett eszközök gyakorlati alkalmazását és eredményeit.

11 Finanszírozási lehetőségek

A vízvisszatartási projektek alapvető finanszírozási lehetőségei források, pályázati támogatások, partnerségi megállapodások, saját önkormányzati források és keretösszeg, illetve kiegészítő finanszírozás, társfinanszírozás útján érhetőek el. Ennek teljesszerű bemutatásával foglalkoznak többek közt a Zöldinfrastruktúra füzetek 3. és 8. kiadványai, illetve Varga Dalma “Vízvisszatartási esettanulmányok és pályázati finanszírozási lehetőségeik” című előadása. A megfelelő finanszírozási módok, aktuális pályázati lehetőségek felkutatása által válik a projekt gyakorlatban is megvalósíthatóvá.

A csapadékvíz-gazdálkodási fejlesztések fenntartható megvalósításának egyik legkritikusabb eleme a stabil és előrelátó finanszírozási háttér megteremtése, mivel a beruházások nem korlátozódnak az infrastruktúra telepítésének közvetlen költségeire. A projektek komplexitását jól jelzi, hogy a műszaki kivitelezés mellett jelentős járulékos kiadások is felmerülnek, különösen a tereprendezés, a közműátépítések, a közlekedési infrastruktúra módosításai vagy a kisajátításból és területhasználat-változásból adódó kártalanítások formájában. A lakossági bevonás szintén elengedhetetlen, igény mutatkozik célzott kommunikációra, gyakorlati útmutatókra és olyan önkormányzati programokra, mint a vízgyűjtő hordók támogatása vagy a lakossági tanácsadás (ZI füzetek 3; 8.)

A **LIFE program** az Európai Unió egyik legrégebbi és legfontosabb környezetvédelmi finanszírozási eszköze, amelyet 1992-ben hoztak létre az Élőhelyvédelmi Irányelv megvalósításának elősegítésére. A program közvetlen brüsszeli forrásból működik, és olyan tématerületeket fed le, mint a klímavédelem, környezetminőség-javítás, biodiverzitás-megőrzés, valamint a tiszta energiára való átállás. A LIFE projektek megvalósítása jellemzően többéves (4–10 év), és széles körű nemzeti és nemzetközi partnerséget igényel, amelyben a gyakorlati megvalósítás, a tudásmegosztás és a szemléletformálás egyaránt hangsúlyos. Két népszerű projekt volt a LIFE COOL ZONE, valamint a LIFE LOGOS 4 WATERS, amelyek többmillió eurós keretből valósítanak meg klímaadaptációs és vízgazdálkodási innovációkat.

Az **INTERREG programok** ezzel szemben az EU regionális együttműködését segítik elő. Az INTERREG Europe célja a regionális fejlesztési különbségek csökkentése és a területi együttműködés erősítése a 2021–2027-es ciklusban. A program keretében elméleti és gyakorlati tudásmegosztásra, szakpolitikai fejlesztésre és partnerségi együttműködésekre épülő projektek valósulnak meg, erre példa az NBS4LOCAL projekt, amely természet alapú megoldások fejlesztését támogatja jelentős, 80%-os EU társfinanszírozással. Az INTERREG Central

Europe a közép-európai makrorégió, kilenc tagország együttműködését finanszírozza. A közvetlen EU-forrásból működő program fő célja az innováció, fenntartható fejlődés és területi kohézió előmozdítása. A dokumentum példaként a LOCALIENCE projektet említi, amely 2,4 millió eurós támogatással helyi és regionális alkalmazkodási képességeket fejleszt több mint tíz partner részvételével.

A **TOP** elsődleges célja a térségi versenyképesség és a területi kohézió erősítése, amelyet decentralizált fejlesztéseken keresztül valósít meg. A TOP Plusz forráskeretének mintegy 83%-a EU-s (ERFA és ESZA+), míg 17%-a hazai hozzájárulás, és olyan tematikus területekre koncentrál, mint az élhető települési környezet kialakítása vagy a fenntartható helyi turizmus fejlesztése. A program komplex, integrált fejlesztésekre ösztönzi az önkormányzatokat, amelyek a gazdasági-társadalmi egyenlőtlenségek mérséklését és a lokális erőforrások jobb kihasználását célozzák.

A **KEHOP** Plusz ezzel szemben elsősorban a környezeti állapot javítására és a klímaváltozás hatásainak csökkentésére fókuszál. Finanszírozási háttere döntően nemzetközi. A források 85%-a EU-s (Kohéziós Alap, ERFA és Igazságos Átmenet Alap), a fennmaradó 15% hazai társfinanszírozás. A program prioritásai között szerepel a vízgazdálkodás fejlesztése és a katasztrófakockázat mérséklése, a körforgásos gazdaság erősítése, a természetvédelmi beavatkozások finanszírozása, valamint a megújuló energiagazdaság támogatása. Projektünkkel kapcsolatosan aktuálisan is van pályázati lehetőség, amely az elképzeléseink megvalósításában nyújthat segítséget. A **KEHOP Plusz-2.2.1-25 „Zöld-kék infrastruktúra fejlesztések településeken (ERFA)”** című felhívás olyan jövőbeli támogatási konstrukció, amely a települési léptékű klímaadaptációt a zöld-kék infrastruktúra (ZKI) komplex fejlesztésén keresztül kívánja előmozdítani. A felhívás célja a települések vízmegtartó képességének növelése, a csapadékvíz helyben tartásának és hasznosításának elősegítése, valamint olyan beruházások ösztönzése, amelyek egyszerre javítják a lakosság életminőségét és a helyi ökoszisztémák állapotát. A felhívás pályázói köre a helyi önkormányzatokra és azok társulásaira korlátozódik, Budapest és kerületei kivételével, ami biztosítja, hogy a fejlesztések közvetlenül a helyi szükségletekre reagáljanak, mint például Vác Város Önkormányzata esetében. A pályázati ütemezés több beadási szakaszt tartalmaz, amelyek közül a közelgő periódusok 2026 februárjára és áprilisára esnek. Eredményében hozzájárulna a zöld átálláshoz, a klímaváltozás hatásainak mérsékléséhez, életminőség javításához.

12 Fenntartási és monitoring ajánlások

A fenntartható csapadékvíz-gazdálkodás infrastruktúrái, ideértve a gátakat, zsilipeket és csőrendszereket a vízgazdálkodási rendszer integrált elemei, amelyek működőképessége csak rendszeres felülvizsgálat és karbantartás mellett biztosítható. Kiemelt figyelmet igényelnek a túlfolyók, lefolyók és beömlőnyílások, amelyek különösen az őszi lombhullás időszakában hajlamosak az eltömődésre, ezáltal csökkentve az elemek vízáteresztő és vízszállító kapacitását. A műtárgyak és vízvezető elemek hidraulikai teljesítményét legalább öt évente javasolt ellenőrizni, mivel a vízáteresztő képesség jelentős csökkenése felújítási vagy rekonstrukciós beavatkozások szükségességét vonhatja maga után. A klímaváltozás és a hazai éghajlati tendenciák, különösen a nyári száraz időszakok és hóhullámok gyakoribbá válása egyértelművé teszik, hogy a nyírott gyepfenntartás öntözés nélkül hosszú távon már nem tekinthető fenntarthatónak. Ennek megfelelően a jövőben olyan extenzív gyepkeverékek kifejlesztése és alkalmazása indokolt, amelyek minimális vízigénnyel, alacsony fenntartási költségek mellett is ellenállóak maradnak.

A monitoring tevékenység kulcsszerepet játszik a csapadékvíz-visszatartási és hasznosítási rendszerek hatékony működésében, mivel a kivitelezés és üzemeltetés során gyűjtött tapasztalatok közvetlenül fejlesztik a jövőbeli tervezési folyamatokat. A módszeres megfigyelés, jellemzően 3–5 monitoring pont kijelölésével lehetővé teszi a vízmozgások, a műtárgyak teljesítménye, illetve az eltömődésből eredő kockázatok folyamatos nyomon követését. A monitoring eredményei szükség esetén a szabályozási környezetre is hatással lehetnek, például a műszaki követelmények vagy üzemeltetési előírások módosításának igényén keresztül. A fenntartási feladatok körébe tartozik továbbá a hordalék eltávolítása, a mulcstakarás rendszeres pótlása, valamint a szűrőközegek cseréje, amelyek mind hozzájárulnak a csapadékvíz-gazdálkodási infrastruktúra hosszú távú, fenntartható működéséhez (Zöldinfrastruktúra füzetek 3 és 8 alapján).

13 Összefoglalás

A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy Vác északi–északnyugati térségének (Törökhegy – Kosdi út – Kálvária-domb – Kiserdő) vízgazdálkodási problémái elsősorban a domborzati adottságokból és az intenzív urbanizációs folyamatokból, valamint a lakóterületeken a telken belüli csapadékvíz kezelésre vonatkozó előírások be nem tartásából adódnak. A terület jelentős lejtésviszonyai meghatározzák a csapadékvizek természetes lefolyási irányát, amely a völgyben fekvő Kosdi úti aluljáró térségében koncentrálódik. A gyors felszíni lefolyást erősíti a folyamatosan növekvő burkoltsági arány, különösen a Törökhegy új beépítései, a kórház területe és a környező ipari övezetek esetében. A zárt rendszerű csapadékvíz-elvezető hálózat kapacitáshiánya extrém csapadékesemények idején rendszeres elöntéseket okoz, amely egyaránt műszaki, környezeti és társadalmi kihívást jelent.

A terület adottságai ugyanakkor kedvező lehetőségeket biztosítanak napjaink követelményeinek megfelelő, természet alapú vízmegtartó megoldások alkalmazására. A Kálvária-domb és a Kiserdő, valamint a kisebb zöldsávok olyan ökológiai pufferzónák, amelyek alkalmasak a lefolyó víz lassítására, tározására és szűrésére. A változatos talajviszonyok miatt a felső területeken a beszivárgás, míg az alsóbb részeken a tározás és az ülepítés lehet hatékony. A műemléki védettség és az ökológiai értékek, valamint a tulajdonviszonyok azonban meghatározzák a beavatkozások módját, és körültekintést, természetkímélő megoldásokat, valamint a tulajdonosok közötti együttműködést követelnek meg.

A vizsgálat rávilágított arra, hogy a jelenlegi helyzet nem tartható fenn és probléma nem oldható a vízvezetési infrastruktúra további méretnövelésével, mivel az nem kezeli az okokat. A fenntartható irány a decentralizált, hálózatos szemléletű, zöldinfrastruktúrára épülő vízvisszatartási rendszer kialakítása, amely több beavatkozási ponton, egymással összekapcsolva lassítja, tisztítja és helyben tartja a vizet. Ez a megközelítés csökkenti a villámárvizek kockázatát, enyhíti a közterületek és az infrastruktúra terhelését, miközben javítja a mikroklímát és az élhetőséget.

A terület fejlesztésének sikerét az önkormányzati, szakmai és lakossági együttműködés, valamint a szemléletformálás erősítése biztosíthatja, különösen a helyi közösségi szereplők bevonásával és mintaprojektek indításával. A város klímaadaptációs célkitűzéseivel összhangban a „szivacs város” elveit alkalmazó fejlesztési stratégia hosszú távon stabil, rugalmas és környezetileg fenntartható vízgazdálkodást eredményezhet.

Jelen koncepcióterv a megbízásnak megfelelően a Kosdi úttól délre elhelyezkedő városrész csapadékvíz elvezetési problémáira ad megoldást. A Honvéd utcai aluljáró csapadékvíz-elöntési helyzeteinek teljeskörű megoldásához azonban szükséges az aluljáró egész vízgyűjtőjére, azaz a Kosdi úttól északra fekvő városrészen is megvalósítani a csapadékvíz-visszatartási beavatkozásokat. Tanszékünk örömmel áll rendelkezésre Vác többi városrészére is a szivacsváros stratégia kidolgozására.

Irodalomjegyzék

- Korm. rendelet. (2010). 147/2010. (IV. 29.) Korm. rendelet a vízelétesítmények műszaki követelményeiről. Magyar Közlöny.
- Korm. rendelet. (2024). 280/2024. (XII. 31.) Korm. rendelet az OTÉK módosításáról. Magyar Közlöny.
- OTÉK. (1997). 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet az országos településrendezési és építési követelményekről. Magyar Közlöny.
- VIZEK. (2025). *Vízjogi engedélyezési eljárások*. Elérhető: <https://www.vizek.gov.hu>
- Útügyi Műszaki Előírás. (2023). *e-UT 03.07.15:2023 Csapadékvíz-kezelés útmenti zöld infrastruktúrában*. Budapest: KTI.
- Magyar Mérnöki Kamara (MMK). (2018, október). *FAP-2018/011-VVT – Vízejogi engedélyezési eljárással kapcsolatos dokumentációk a 41/2017. (XII.29.) BM rendelet alapján*. MMK.
- Magyar Mérnöki Kamara (MMK). (2024, október). *FAP-2024/126-VVT-KVT – A kék-zöld infrastruktúra elemek tervezési irányelvei*. Vízgazdálkodási- és Vízépítési Tagozat; Környezetvédelmi Tagozat.
- MultiContact Consulting Kft. & AQUA Engine Kft. (2024). *Zöldinfrastruktúra útmutató – Segédlet zöld-kék infrastruktúra fejlesztésekhez*. Széchenyi Terv Plusz.
- Budapesti Fővárosi Városépítési Tervező Kft. (BFVT). (2025). *Szivacsváros – Zöldinfrastruktúra tervezési segédlet*. Felelős szerkesztő: Tatai Zsombor. Budapest: Budapesti Fővárosi Főpolgármesteri Hivatal.
- Csizmadia, D. (2018). *Vízérzékeny tervezés a városi szabadtereken* (Zöldinfrastruktúra füzetek 3.). Budapesti Fővárosi Főpolgármesteri Hivatal.
- DDM-5 Magyarország Digitális Domborzatmodellje, Lechner Tudásközpont Nonprofit Kft. (Miniszterelnökség)
- Vác Város Önkormányzata (2024): Vác Város Helyi Építési Szabályzata (HÉSZ) és Szabályozási Terve. Vác Város Önkormányzat Képviselő-testületének önkormányzati rendelete.
- Vác Város Önkormányzata (2022): Vác Város Településszerkezeti Terve (TSZT). Vác.
- Vác Város Önkormányzata (202X): Vác Város Integrált Településfejlesztési Stratégiája (ITS).
- Vác Város Önkormányzata (2017): Vác Város Településképi Arculati Kézikönyve (TAK).
- Pagony Táj- és Kertépítész Iroda (2003): Vác, Kálvária-domb és környéke helyi jelentőségű természetvédelmi terület kezelési terve. Kézirat.
- Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság (2025): Biotikai adatszolgáltatás a Vác, Kálvária-domb és környéke helyi jelentőségű természetvédelmi területről. Ügyiratszám: DINPI/5208-1/2025.
- Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság (2014): Ökológiai állapot-felmérő adatlap – Vác, Kálvária-domb.
1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról.
1996. évi LIII. törvény a természet védelméről.
- 314/2012. (XI. 8.) Korm. rendelet a településfejlesztési koncepcióról, az integrált településfejlesztési stratégiáról és a településrendezési eszközökről, valamint egyes településrendezési sajátos jogintézményekről.
- Envirosense Hungary Kft. (202X): Légi LiDAR technológiával előállított domborzatmodell és pontfelhő adatállomány. Debrecen.
- Fentrol.hu (2024): Légifotó archívum. Lechner Tudásközpont. Elérhető: <http://www.fentrol.hu>

Meteoblue (2025): Vác éghajlati adatai és csapadékmodellje. Elérhető:
<https://www.meteoblue.com/hu/>

OpenStreetMap (OSM) (2024): Vác digitális térképi állománya. Elérhető:
<https://www.openstreetmap.org/>

Esettanulmányok:

Nemzetközi esettanulmányok és projektek (Online források)

Koppenhága – Climate Resilient Block (Skt. Kjelds)

Henning Larsen (n.d.). *Climate Resilient Block – Copenhagen, Denmark*. Elérhető:
<https://henninglarsen.com/projects/climate-resilient-block>

Bécs – Seestadt Aspern (Szivacsváros)

Aspern Die Seestadt Wiens (n.d.). *Grünräume und Parks*. Elérhető: <https://www.aspern-seestadt.at/gruenraeume>

Stadt Wien (n.d.). *Aspern Seestadt*. Elérhető: <https://www.wien.gv.at/stadtplanung/aspern-seestadt>

Nugent, C. (2022). *How Vienna Is Fighting Climate Change With a Sponge City*. Time. Elérhető: <https://time.com/6222020/sponge-city-vienna-climate-change/>

Lyon – Rue Garibaldi

Lyon Part-Dieu (n.d.). *Rue Garibaldi: A new model for city streets*. Elérhető: <https://www.lyon-partdieu.com/en/operations/rue-garibaldi/>

Városi Eső (2024). *Lyonban a városi eső projekt: helyi szabályozási környezet, stratégiaalkotás és intézményi működés*. Elérhető: <https://varosieso.hu>

Cardiff – Greener Grangetown

Arup (n.d.). *Greener Grangetown: Sustainable drainage systems*. Elérhető:
<https://www.arup.com/projects/greener-grangetown/>

Nature-based Solutions Initiative (n.d.). *Greener Grangetown SuDS Project*. NBS Hub. Elérhető: <https://nbshub.naturebasedsolutionsinitiative.org>

Susdrain (n.d.). *Case Studies*. Elérhető: <https://www.susdrain.org/>

Egyéb nemzetközi példák (Mansfield, Gorla Maggiore)

Urban Nature Atlas (n.d.). *Gorla Maggiore Water Park*. Elérhető: <https://iwaponline.com> (hivatkozva az Urban Nature Atlas alapján)

Hazai példák (Tervezői referenciák)

Ambrus Mária (2024): Esőkert kialakítása Nagykőrösön (Kölcsey és Bajza utca). Tervdokumentáció/Megvalósulás.

Magnolia Art – Vincze Tamás, Csuka Veronika (2020): Zalakaros csapadékvíz-kezelő rendszere és zöldfelületi fejlesztése. Tervdokumentáció.

1. Hazai szakirodalom és tanulmányok

Csizmadia, D. (2020). *Vízérzékeny tervezés a városi szabadtereken*. Doktori értekezés. Budapest.

Csizmadia, D. (2025). *Szivacsváros – Csapadékvíz visszatartása városi környezetben* (Zöldinfrastruktúra füzetek 8.). Budapesti Fővárosi Polgármesteri Hivatal.

Hoyk, E. (2021). A csapadékvíz kezelés jelentősége a városi klímaadaptációban Kecskemét példáján. *Gradus*, 8(1), 1–5. <https://doi.org/10.47833/2021.1.AGR.001>

Hoyk, E. (2021). *Városi zöld-kék infrastruktúra*. jegyzet. Naumann János Egyetem Kertészeti és Vidékfejlesztési kar, ISBN 978-615-5817-88-5.

Hoyk, E., & Kanalas, I. (202x). *Kecskemét klímaváltozási kihívásai és alkalmazkodási lehetőségei*. Tanulmány.

Nagy, E. (2023). *Esőkert kialakítási lehetősége Piliscsabán*. Szakdolgozat. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet Kert- és Szabadtértervezési Tanszék

CWC – City Water Circles (2025). *Budapest fenntartható és körkörös vízgazdálkodási stratégiája*. Interreg Central Europe Projektzáró tanulmány.

2. Nemzetközi szakirodalom és kutatások

Brown, R. R., Keath, N., & Wong, T. H. F. (2009). *Urban water management in cities: historical, current and future regimes*. *Water Science and Technology*, 59(5), 847–855.

Dreiseitl, H., & Geiger, W. F. (2009). *Neue Wege für das Regenwasser*. Oldenbourg Industrieverlag.

Gdańsk Esettanulmány (2021). *Esőkertek hidrológiai teljesítménye – Válaszok a valós esőzésekre*. Kutatási jelentés.

3. Konferencia-kiadványok

Országos Települési Csapadékvíz-gazdálkodási Konferencia (2025). *Konferenciakiadvány*. (Témák: Csapadékintenzitás, villámárvizek, modellezés).

4. Online adatbázisok és segédletek (Képek/Ábrák forrásai)

ACO (n.d.). *Termékkatalógus – Szikkasztó rendszerek*. Elérhető: www.aco.hu/termekek

Berliner Wasserbetriebe (n.d.). *Rainwater management solutions*. Elérhető: www.bwb.de

Urban Nature Atlas (n.d.). *Gorla Maggiore Water Park*. Elérhető: <https://una.city/>

Mellékletek

- Az általános vizsgálat áttekintő tervlapja
- Csapadékvíz visszatartási javaslatok áttekintő tervlapja
- Kálváriadomb északi fókuszterület vizsgálata
- Csapadékvíz visszatartási és tározási koncepció a Kálváriadombon (északi területrészt)
- Kálvária déli oldal vizsgálati tervlap
- Kálvária déli oldal javaslati tervlap
- Kertvárosi utca vizsgálati tervlap
- Kertvárosi utca javasolt vízmegtartó megoldások, koncepcióterv
- Kiserdő és meredek utcák vizsgálati tervlapja
- Kiserdő és meredek utcák javaslati tervlapja
- Kórház területének vizsgálati tervlapja
- Kórház területének vizsgálati tervlapja
- Fókuszterület vizsgálati tervlapja (Kosdi út – Deákvári fasor találkozásánál)
- Lefolyás számítási táblázatok – vízgyűjtő kódok
- Lefolyás számítási táblázatok – Telekkönyv információ szerinti számítás
- Lefolyás számítási táblázatok – Vízárósági térkép alapján
- Lefolyás számítási táblázatok – Északi vízgyűjtő területre
- Lefolyás számítási táblázatok – Déli vízgyűjtő területre
- Lefolyás számítási táblázatok – Vízáróság térkép alapján 10% scenárió
- Lefolyás számítási táblázatok – Vízáróság térkép alapján 20% scenárió
- Inspirációs előképek- lehetséges esőkereti növényfajok
- „Hogyan tartsuk meg a vizet?” Lakossági tájékoztató anyag