

# Városi zöld-kék infrastruktúra

Szerkesztette:  
Dr. Hoyk Edit

Kecskemét

2021

Városi zöld-kék infrastruktúra

Írta: **Dr. Hoyk Edit**  
**habil. egyetemi docens**

Neumann János Egyetem Kertészeti és Vidékfejlesztési Kar  
6000 Kecskemét Izsáki út 10.

Lektorálta: **Kanalas Imre**

A jegyzet az EFOP-3.4.3-16-2016-00002 „Felsőoktatási intézményi fejlesztések a felsőfokú oktatás minőségének és hozzáférhetőségének együttes javítása érdekében a Neumann János Egyetemen” c. projekt keretében készült.

ISBN 978-615-5817-88-5



## Tartalomjegyzék

<b>1. BEVEZETÉS.....</b>	<b>4</b>
<b>2. KLÍMAVÁLTOZÁS NAPJAINKBAN.....</b>	<b>5</b>
<b>3. ALKALMAZKODÁSI LEHETŐSÉGEK A KLÍMAVÁLTOZÁSHOZ.....</b>	<b>9</b>
<b>4. A ZÖLD ÉS A KÉK INFRASTRUKTÚRA.....</b>	<b>13</b>
<b>5. A ZÖLD INFRASTRUKTÚRA JELLEMZŐI.....</b>	<b>14</b>
5.1. A ZÖLD INFRASTRUKTÚRA HAGYOMÁNYOS ELEMEI.....	14
5.1.1. FÁS VEGETÁCIÓ, PARKOK.....	14
5.1.2. LÁGYSZÁRÚ VEGETÁCIÓ, VÁROSI RÉTEK.....	21
5.1.2.1. VÁROSI MÉHÉSZET.....	25
5.2. A ZÖLD INFRASTRUKTÚRA ALTERNATÍV MEGOLDÁSAI.....	29
5.2.1. ZÖLDHOMLOKZATOK.....	29
5.2.2. ZÖLDTETŐK.....	38
<b>6. VÁROSI CSAPADÉKVÍZ MENEDZSMENT.....</b>	<b>41</b>
6.1. A VÁROSI CSAPADÉKVÍZ-GAZDÁLKODÁS JELLEMZŐI.....	42
6.2. A CSAPADÉKVÍZ MENEDZSMENT FUNKCIÓI.....	47
<b>7. A ZÖLD ÉS A KÉK INFRASTRUKTÚRA MEGVALÓSÍTÁSÁNAK JÓ GYAKORLATAI.....</b>	<b>53</b>
7.1. NEMZETKÖZI JÓ GYAKORLATOK.....	53
7.2. HAZAI JÓ GYAKORLATOK.....	62
<b>8. KECSKEMÉT KLÍMASTRATÉGIÁJÁNAK ZÖLD-KÉK INFRASTRUKTÚRÁRA VONATKOZÓ RÉSZEI.....</b>	<b>64</b>
<b>FELHASZNÁLT IRODALOM.....</b>	<b>67</b>

## 1. BEVEZETÉS

Napjainkban a klímaváltozás mindenki által ismert fogalommá vált. A kutatások immár több évtizedre visszamenően igazolják az antropogén hatásra gyorsuló éghajlatváltozás tényét, amelyet már a lakosság is kézzel foghatóan tapasztal; gondoljunk csak az egyre kiszámíthatatlanabb időjárási szélsőségekre – özvízyszerű esőzésekre, villámárvizekre, tartós hóhullámokra, aszályos tavaszokra stb. –, amelyek mára „megszokottá” váltak.

A klímaváltozás mértékének csökkentése érdekében az enyhítést elősegítő intézkedésekre – mitigációra – van szükség, ami elsősorban az üvegházhatású gázok kibocsátásának a visszafogását, és az ennek érdekében tett lépéseket (belvárosi autós forgalom korlátozása, elektromobilitás támogatása stb.) jelenti. Ugyanakkor számolnunk kell azokkal a következményekkel, amelyek nem kerülhetők el, és amelyekhez alkalmazkodni – adaptálódni – szükséges. Ezek közé tartozik a városok túlzott felmelegedése elleni védekezés, a lehullott csapadékmennyiség kezelése, tározása, a mezőgazdasági tevékenység átalakítása, szárazságtűrő növényfajtákra áttéréssel, nedvességmegtartó talajművelési módszerekkel, és még lehet folytatni a sort.

Jelen kötetben a települések – elsősorban a városok – alkalmazkodási lehetőségeit mutatjuk be. Az adaptáció alapvetően két pilléren nyugszik: a víz biztosítása a növények számára, aminek fontos eleme a lehulló csapadék megtartása, illetve a növényzet minél szélesebb körű alkalmazása a települési környezetben, amely számottevő mértékben befolyásolja pozitív irányba a városi mikroklímát.

A jegyzet összefoglalja a városi kék és zöld infrastruktúrával kapcsolatos legfontosabb tudnivalókat, valamint nemzetközi és hazai jó gyakorlatokat mutat be, amelyek követendő példákat jelentenek az alkalmazkodási folyamatban. Végezetül röviden kitérünk Kecskemét városi klímastratégiájának összekapcsolódására a kék-zöld infrastruktúra megvalósításával.

## 2. KLÍMAVÁLTOZÁS NAPJAINKBAN

A Föld klímájának változása önmagában természetes folyamat, ugyanakkor nem mindegy ennek léptéke. Míg a földtörténeti időszakokban több ezer, vagy több millió év kellett ahhoz, hogy az éghajlat számottevő mértékben változzon, napjainkra ez néhány évre, évtizedre rövidült. A lényeges különbség abban van, hogy amíg egy markáns, de viszonylag lassú változáshoz (pl. jégkorszak kialakulása) az ökoszisztéma, illetve az emberi civilizáció képes alkalmazkodni, a gyors változásokhoz nem (ld. biológiai sokféleség csökkenése), ami még abban az esetben is jelentős problémákat von maga után, ha a változás nem jelent gyökeres átalakulást.

A földi éghajlat változásának felgyorsulása az elmúlt évtizedekben – döntő mértékben – a káros antropogén tevékenységekkel áll összefüggésben. Ennek hátterében az ipari forradalmak óta folyamatosan növekvő károsanyag-kibocsátás, az üvegház hatású gázok légköri koncentrációjának drasztikus emelkedése áll. Napjainkra a globális CO<sub>2</sub> koncentráció elérte, illetve meghaladta a 410 ppm körüli értéket, ami utoljára 3-5 millió évvel ezelőtt, a pliocén földtörténeti kor derekán jellemezte a Föld légkörét. 2015 és 2019 között a szén-dioxid koncentráció emelkedésének mértéke közel 20%-kal haladta meg az előző öt évi növekedést, ami több mint 50%-kal gyorsabb növekedési rátát jelent az elmúlt évtized átlagához képest.

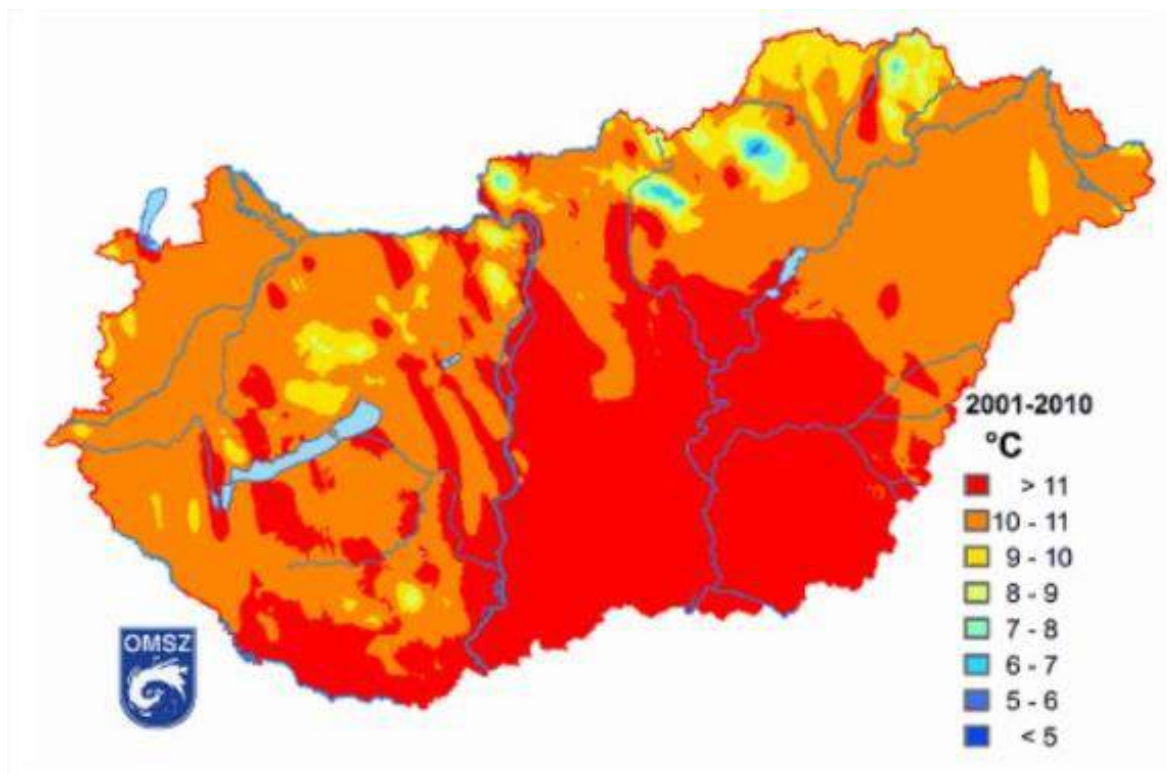
Az IPCC legutóbbi, átfogó jelentése 2014-ben látott napvilágot, amelyben egyértelműen leszögezték, hogy az éghajlatváltozás jelenlegi mértéke az emberi tevékenység számlájára írható, amelynek megállítása érdekében drasztikusan csökkenteni kell az üvegház hatású gázok (ÜHG) kibocsátását globális szinten. Célkitűzésként a 2015-ös párizsi klímacsúcson elfogadták, hogy 2100-ra a globális átlaghőmérséklet 2 °C-nál nagyobb mértékben ne haladja meg az ipari forradalom (az 1750-es évek) előtt jellemző átlaghőmérsékletet, sőt, lehetőség szerint 1,5 fokban kell limitálni a felmelegedést. A vállalások ellenére az üvegházhatású gázok kibocsátása az utóbbi évtizedben átlagosan 1,5%-ot emelkedik évente, és 2018-ban rekordmagasságot ért el (55,3 gigatonna szén-dioxid egyenérték).

Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA) adatai szerint az Európai Unió a harmadik legnagyobb szén-dioxid-kibocsátó (9,8%) a világon, az Egyesült Államok (16%) és Kína (29%) után. Az üvegházhatású gázok 78%-a az energiaiparból származik Európában (2015). Ugyanakkor az Európai Unió élen jár a klímavédelem érdekében tett vállalások terén. Az EU Megújuló Energia Útitervében 2020-ra vállalt célkitűzések között szerepel, hogy az 1990. évi szinthez képest 20%-kal csökkentik az üvegházhatást okozó gázok kibocsátását, 20%-kal növelik az energiahatékonyságot, illetve 20%-ra növelik a megújuló energiahordozók részarányát az energiatermelésben.

Ezeket a célokat az Európai Unió az új 2030-as Klíma- és Energiapolitikai kerete alapján tovább szigorította. Ez alapján az 1990. évi szinthez képest 2030-ra a szén-dioxid-kibocsátás 40%-os csökkentését, a megújuló energiaforrások 27%-os részarányának elérését és az energiahatékonyság 27%-kal történő javítását kívánja elérni. Az Európai Parlament azonban még tovább ment, és a 2019. november 28-i strasbourgi ülésén az egész Európai Unióra kiterjedő klíma-vészhelyzetet hirdetett. Elfogadott nyilatkozatukban azt várják, hogy jogszabály rögzítse, az EU-ban az 1990-es bázisidőszakhoz képest 2030-ra 55%-kal szorítsák vissza a CO<sub>2</sub> kibocsátást, majd 2050-re fő célkitűzés legyen a teljes dekarbonizáció, ami az európai klíma-semleges gazdaság megvalósítását jelenti.

Az uniós célkitűzések megvalósítása terén ugyanakkor az egyes tagállamok nem állnak azonos szinten. Magyarországon, több tagállamhoz hasonlóan, a jelenlegi folyamatok és intézkedések még nincsenek összhangban a felmelegedés 1,5, illetve 2 °C alatt tartásával. Az ALADIN-Climate (Aire Limitée Adaptation Dynamique Développement International) klímamodell és a RegCM (Regional Climate Model) klímamodell előreszámításai Magyarország esetében – az 1961-1990 referencia időszakhoz képest – a 2071-2100 időszakra vonatkozóan 3 – 3,5 °C fokos hőmérséklet emelkedést jelez előre. A kedvezőtlen klímaszenáriók elkerülése és a globális klímavédelmi célok teljesítése gyors beavatkozásokat tesz szükségessé Magyarország részéről is.

Magyarországon az országos átlaghőmérséklet 1,15 °C fokot emelkedett 1901 óta az Országos Meteorológiai Szolgálat adatai alapján. Az átlaghőmérséklet a 21. század első évtizedében az alföldi területeken már meghaladta a 11°C fokot (1. ábra).



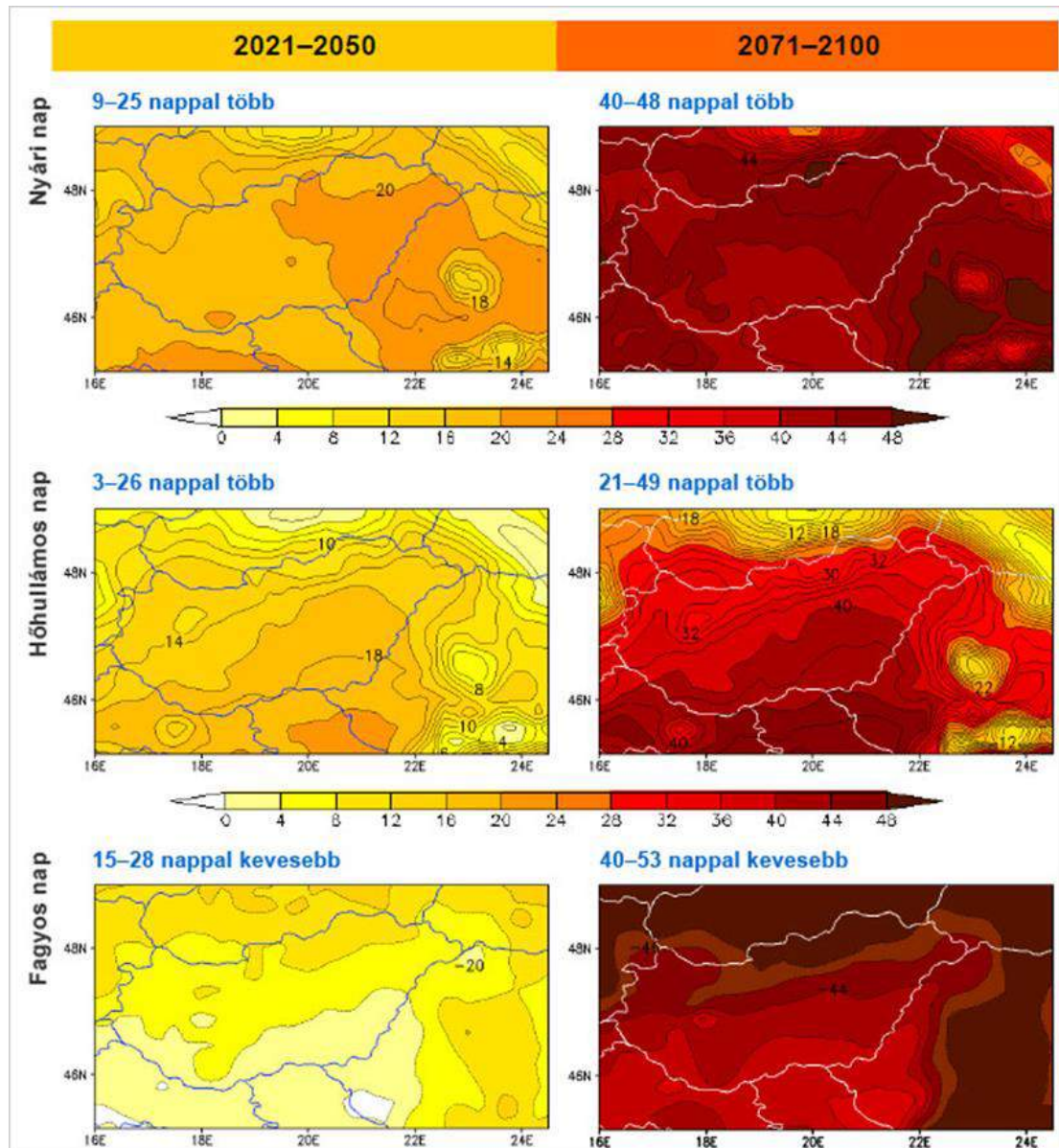
Forrás: met.hu

### 1. ábra: Országos átlaghőmérséklet alakulása 2001-2010 között

A melegedés legintenzívebb időszaka a nyolcvanas évek elején kezdődött: az 1981 óta eltelt évtizedek során körülbelül két héttel megnőtt a hóhullámos napok száma az ország középső és dél-alföldi területein. Ezenfelül egyes időjárási szélsőségek is gyakoribbá váltak. Kevesebb napon van csapadék, nőtt az aszály valószínűsége. Emellett a mérések szerint egyes területeken több mint 2 mm-rel megnőtt az egy napon érkező csapadék mennyisége 1961 óta, vagyis erősebbek, intenzívebbek a záporok, zivatarok, amelyek esetenként erős széllelkésekkel, jégesővel és villámlással járnak. Tehát a klímaváltozás Magyarországon leginkább az időjárási szélsőségek fokozódásában érhető tetten: növekvő átlaghőmérsékletek mellett, a csapadék éves átlagos mennyisége nem változott, de annak eloszlása rendkívül kedvezőtlen. Növekszik az

egységnyi idő alatt lehulló csapadék mennyisége, de nő az aszályos időszakok száma és hosszabbodnak a nyári hőhullámos periódusok is.

Nyaranta 1,3–2,2 °C-kal nagyobb átlaghőmérsékletre számíthatunk már a 2021–2050-es időszakban, míg a 21. század utolsó évtizedeire több mint 3-3,5 °C átlaghőmérséklet-emelkedést jeleznek a klímamodellek. A felmelegedéssel együtt jár a nyári napok (napi maximum hőmérséklet 25 °C fok felett) és a hőhullámos napok (napi átlaghőmérséklet 25 °C fok felett) számának növekedése, valamint a fagyos napok (napi minimum hőmérséklet 0 °C fok alatt) csökkenése is (2. ábra).



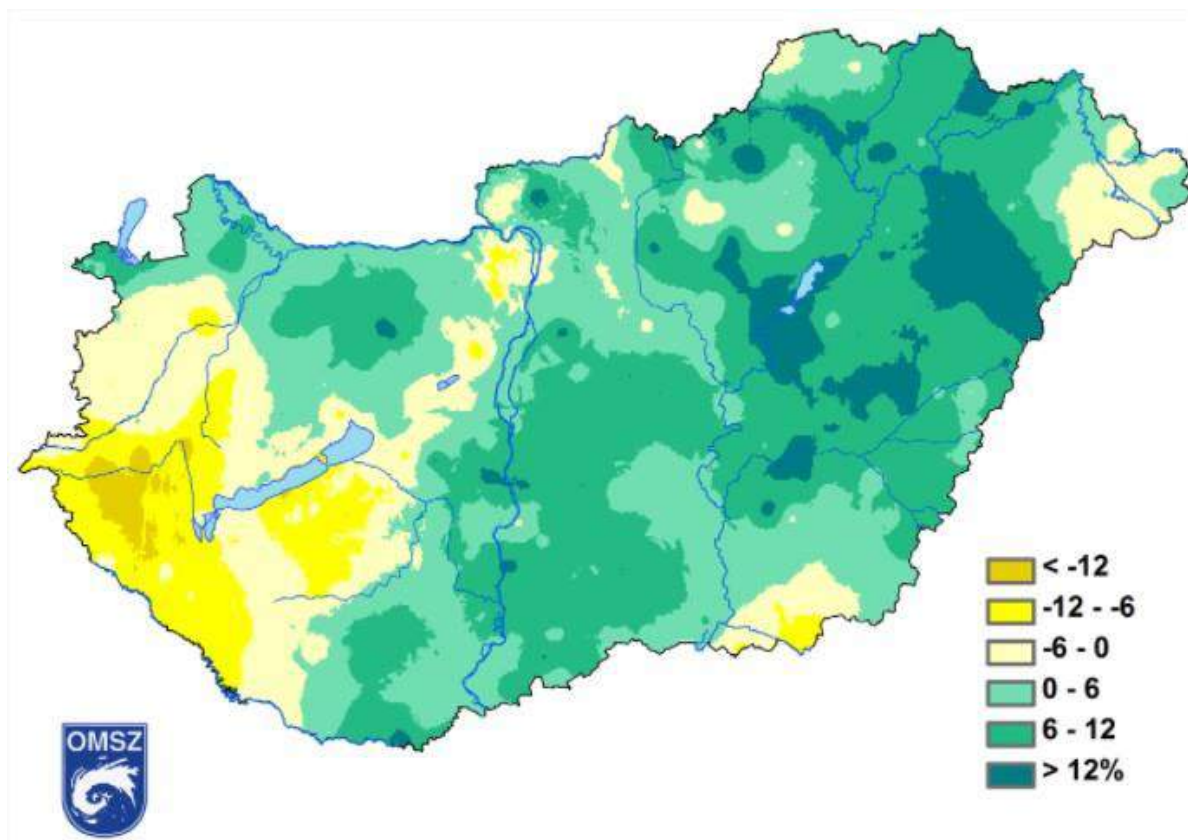
Forrás: met.hu

**2. ábra: Nyári napok, hőhullámos napok és fagyos napok számának várható alakulása 2021-50 és 2071-2100 között**

Ennek hatására az elkövetkező évtizedekben lehetséges az évszakok eltolódása, valószínűsíthető egyes szélsőséges időjárási jelenségek erősödése és gyakoriságuk növekedése,

ami veszélyezteti természeti értékeinket, vizeinket, erdőinket, az élővilágot, a mezőgazdasági terméshozamokat, az épített környezetünket, a lakosság egészségi állapotát és életminőségét egyaránt.

Hazánkban az átlaghőmérséklet emelkedése mellett, a következő évtizedekre az éves csapadék átlagos mennyiségének stagnálása, vagy csökkenése és a csapadékeloszlás átrendeződése (több csapadék télen, kevesebb nyáron) várható, továbbá a szélsőséges időjárási események gyakoriságának és intenzitásának növekedése (pl. hóhullámos napok számának és a száraz napok számának növekedése, szélsőséges csapadékeloszlás, extrém mennyiségű csapadékhullás előfordulása). Az utóbbi évek kutatásai a csapadékmennyiséggel kapcsolatban azt mutatják, hogy az átlagos mennyiség csökkenése korántsem egyértelmű, illetve az ország egyes területein eltérő tendenciák jellemzők. Vannak területek, ahol akár az éves csapadék növekedése is várható, ahogyan az az elmúlt évtizedek adatai alapján is kimutatható (3. ábra).



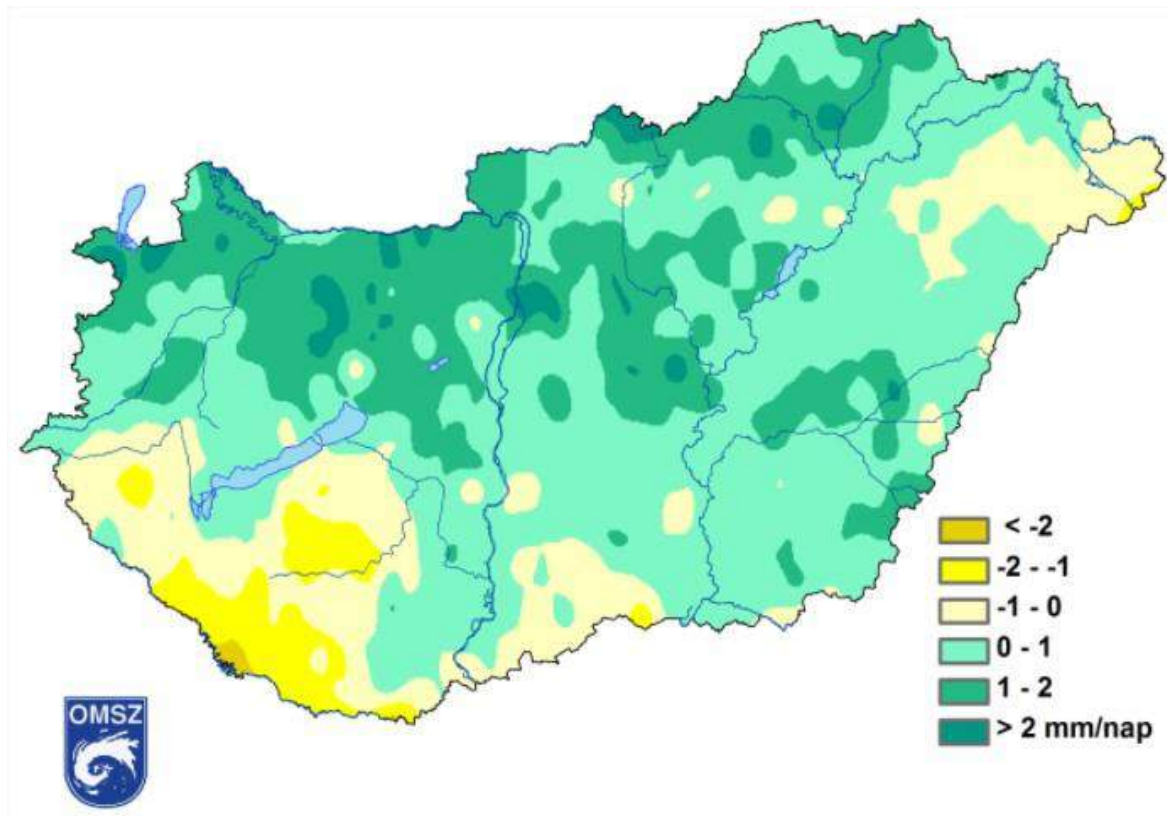
Forrás: met.hu

### 3. ábra: Az éves csapadékösszeg %-os változása 1961 és 2016 között

A mennyiség alakulása mellett lényeges a lehulló csapadék eloszlása. Várhatóan a jövőben a szélsőségesség fokozódni fog, ami az aszályos, illetve az árvizes/belvizes időszakok gyors váltakozását vonja maga után.

Emellett a csapadékhullás intenzitásának növekedése is olyan mutató, amely a jövőben egyre nagyobb kihívás elé állítja a gazdasági-társadalmi rendszereket (4. ábra).





Forrás: met.hu

#### 4. ábra: A nyári átlagos napi csapadékintenzitás változása az 1961–2016 között

A következő években a csapadék-utánpótlás, a felszíni és felszín alatti vizek minősége és mennyisége lesz a legkritikusabb kérdés. Az előrejelzések szerint az éghajlatváltozás az adott területek növény- és állatfajainak kipusztulását fel fogja gyorsítani, sőt, akár a kipusztulások legfőbb okává is válhat a 21. század során.

A természeti környezetet sújtó negatív hatások mellett a települési környezetet, a lakosságot is érzékenyen érinti a változások. A hőhullámos időszakok elsősorban a (nagy)városokban élőköt, illetve az idősebb, krónikus betegségben szenvedőket viselik meg. Emiatt a településeknek egyre nagyobb figyelmet kell szentelni azoknak a lehetőségeknek, amelyek alkalmasak a negatív hatásokhoz történő adaptáció megvalósítására.

### 3. ALKALMAZKODÁSI LEHETŐSÉGEK A KLÍMAVÁLTOZÁSHOZ

Az éghajlatváltozáshoz történő alkalmazkodás elkerülhetetlen, hiszen szembe kell néznünk olyan hatásokkal, amelyek negatívan befolyásolják a gazdasági tevékenységet, a települések működését, a mindennapjainkat.

Az adaptáció ezért stratégiai jelentőségű feladat. Települések esetében ennek központi eleme a helyi vízkészletekkel történő felelős gazdálkodás (pl. csapadék- és tisztított szennyvíz helyben tartása, takarékos vízhasználat) és a vízutánpótlás lehetőségeinek megteremtése, a földhasználat ésszerű átalakítása, a zöldfelületekkel történő átgondolt gazdálkodás, valamint a környezetbarát (ökológiai alapú) várostervezés és -építészet, amelyek egyaránt szolgálják a térség természeti

adottságainak megőrzését, a táji erőforrások fenntartható hasznosítását, illetve a város hosszú távú élhetőségének és működtethetőségének biztosítását.

A hóhullámok, a tarló- és erdőtüzek, az extrém időjárási események (pl. szélviharok, intenzív csapadékhullás, jégverés), a szárazságok és az aszályok alapvetően befolyásolhatják nem csak a helyi gazdálkodás és gazdasági teljesítmény alapjait és lehetőségeit, illetve az épített környezet üzemeltethetőségét és minőségét, hanem a társadalom egészségügyi állapotát is. Ezért az éghajlatváltozáshoz történő helyi alkalmazkodás elemi szükséglet, amely az elmúlt évtizedek egyik legnagyobb kihívása elé állítja napjaink társadalmát.

Az éghajlatváltozás lehetséges hatásaihoz az alábbi alkalmazkodási lehetőségek körvonalazódnak:

#### Hóhullámokkal kapcsolatban:

- Kiemelten fontos annak elérése, hogy a hóhullámok hatására ne következzenek be zavarok a „kritikus infrastruktúrákban” (villamosenergia-, földgáz-, üzemanyag-, távhő-, ivóvíz-, és szennyvízszolgáltatás; közúti és vasúti közlekedési infrastruktúra; távközlési és informatikai hálózatok), illetve e zavarok minél kisebb mértékűek legyenek.
- Szükség van települési/városi hőségriadó-terv kidolgozására és elfogadására.
- A városi hősziget hatás mérséklése érdekében szorgalmazandó a reflektív burkolatok (pl. fal, tető, járda, parkoló, út) kialakítása, a megfelelő városszerkezeti és városépítészeti beavatkozások (pl. nyílt terek, átszellőzésre alkalmas utcaszerkezetek, egybefüggő nagy parkok kialakítása, hatékony köztéri és épületállományi árnyékolástechnika) megvalósítása.
- Megfelelő párologtatás feltételeinek biztosítása a településeken (párakapuk, víztakarékos öntözési rendszer kiépítése, felszíni záportározók kialakítása).
- Növénytelepítés, faültetés (mivel a fák nagymértékű párologtatásuknak köszönhetően csökkentik a nappali maximum-hőmérsékleteket, növelik a légnedvességet, segítenek az átszellőzésben, így meghatározó mikroklíma befolyásoló szerepük van).
- Alternatív épülethűtési módszerek elterjesztése az önkormányzati épületállományban.
- Intézményi készenléti és beavatkozási tervek elkészítése az egészségügyi, a szociális és az oktatási-nevelési területeken.
- A mentőszolgálatokkal, a kórházakkal és az egyéb civil szervezetekkel (pl. Magyar Vöröskereszt, Magyar Máltai Szeretetszolgálat) történő együttműködés és folyamatos kapcsolattartás rendszerének kialakítása, a kockázatok csökkentése érdekében.

#### Tarló- és erdőtüzekkel kapcsolatban:

- Fenn kell tartani, és szükség esetén javítani kell a tűzoltósági oltókapacitást (pl. oltóeszközök és oltóanyag biztosítása, önkéntes tűzoltók nagyobb számban történő bevonása).
- Készenléti tervek elkészítése a vészhelyzetek kezelése érdekében.
- Tűzérzékelő szenzorok telepítése szükséges a legveszélyeztetettebb területekre.
- Javítani kell a természet védelmével, a tüzesetek megelőzésével kapcsolatos lakossági tájékoztatást és szemléletformálást.

### Extrém időjárási eseményekkel kapcsolatban:

- A területhasználat tervezése során ügyelni kell az ökoszisztéma szolgáltatások hatékony használatára és a biodiverzitás megóvására (alapvető kérdés lesz az ökológiai kapcsolatok és a zöldövezeti hálózatok rendszerének kialakítása).
- Kiemelten fontos annak elérése, hogy az extrém csapadékesemények hatására ne következzenek be zavarok a „kritikus infrastruktúrákban”, de legalábbis e zavarok minél kisebb mértékűek legyenek.
- A víz- és hulladékkezelés tervezésekor az extrém időjárási jelenségek hatásait figyelembe kell venni, különösen a vízgazdálkodás és a csatornahálózat megfelelőségének vizsgálata során. Lényeges a nagymennyiségű csapadékvíz megfelelő elvezetésének, illetve helyben (a települések közigazgatási határán belül) történő tárolásának és hasznosításának megoldása.
- A felszíni parkolás arányainak csökkentése, a jégverésből adódó gépjármű káresemények visszaszorítása érdekében.
- A városvédő erdősávok, zöld infrastruktúra-elemek megerősítése.
- A lakosság felkészítése a szélsőséges időjárási eseményekre és a klímaváltozás hatásaira.

### Szárazságokkal, aszályal kapcsolatban:

- A település vízkészleteinek mennyiségi védelme érdekében kiemelt feladat a víztakarékosság fokozása.
- A vízbázis fenntartható módon történő hasznosítása miatt fontos feladat a vízfelhasználás csökkentése, illetve a vízszükséglet kielégítéséhez más források (pl. csapadékvíz, tisztított szennyvíz) minél nagyobb mértékű igénybe vétele.
- Szükség van a szűrkevíz hasznosítási módszerek alkalmazására és népszerűsítésére.
- Városi szintű csapadékvíz gyűjtési, kezelési és hasznosítási rendszer kialakítása (pl. a vízkormányzás technikai feltételeinek megteremtése, felszíni és felszín alatti víztározók kialakítása, intelligens öntözési rendszerek), a vízvisszatartás és vízpótlás érdekében.
- A talajnedvesség megtartását előtérbe helyező talajkezelési és gazdálkodási gyakorlatok bevezetése, ösztönzése és népszerűsítése a mezőgazdaságban.
- Az öntözött területek kiterjedésének növelése mind a városi parkokban, mind pedig a mezőgazdasági területeken.
- Hatékony és víztakarékos öntözési módszerek kifejlesztése, illetve alkalmazása a településeken és környezetükben.
- Tájékoztatás, információnyújtás a gazdák részére; együttműködések kialakítása agrárkutatóintézetekkel, klímakutatókkal, nemzetközi jó példák gyűjtése az agrárszektor klímaalkalmazkodásának szolgálatában.

Az alkalmazkodás hatékony megvalósítása érdekében hangsúlyos szerep hárul a közlekedési rendszer egészére és az energiagazdálkodásra. Fontos, hogy a települések előre tudjanak lépni

a fenntartható közlekedésfejlesztés területén. Ennek keretében erősíteni kell a lágy közlekedési módokat (pl. gyaloglás, kerékpározás, elektromobilitás), bővíteni kell a P+R és B+R hálózatot a városi agglomerációkban és az egyéb belterületi egységekben, fejleszteni kell a közösségi közlekedést, vizsgálni kell a különböző járműmegosztási lehetőségeket, valamint foglalkozni kell a környezeti alapú, intelligens forgalomirányítás alapjainak kidolgozásával.

A megfelelő városi mikroklíma kialakítása és a CO<sub>2</sub> elnyelés érdekében növelni kell a városi zöldfelületek kiterjedését és javítani azok minőségét. Ehhez ki kell dolgozni a zöldfelületi infrastruktúra-hálózat fejlesztési terveket, valamint a komplex települési vízgazdálkodási és csapadékvíz hasznosítási terveket, amelyek keretbe adnak a klímatudatos fejlesztésekhez.

A CO<sub>2</sub> elnyelő képesség növelése érdekében az alábbi intézkedések javasolhatók:

- A települések zöldfelületi mutatóinak javítása, a meglévő parkok, erdő- és faállományok fokozott védelme.
- A mezőgazdaság napjainkra elavult és alapvetően helytelen talajkezelési gyakorlatának megváltoztatása, az új módszerek terjesztése (a nagyobb termésmennyiség és a klímaváltozáshoz történő hatékonyabb alkalmazkodás érdekében).
- A településkörnyéki természetes élőhelyek védelme, az ökológiai folyosók rendszerének biztosítása, valamint a belterületi zöldfelületek és a külterületi erdőterületek – az ökológiai viszonyoknak megfelelő – növelése (lehetőség szerint őshonos és nem allergén fajtákkal).
- A már meglévő zöldített közterületek, közkertek, parkok megőrzése, ezek minőségi javítása (pl. többszintű növényállomány telepítése, csapadékvízzel történő öntözés feltételeinek javítása).
- Zöldtetők és zöld homlokzatok létesítése a városi épületeken.
- Az alulhasznosított területeken újabb közösségi kertek, esőkertek, fásított területek, erdők kialakítása.
- A felszíni parkolók számának és területének csökkentése (felszín alatti parkolók, parkolóházak és automata parkolási rendszerek létesítése), helyette parkok és zöld közterületek – több szintű növényállománnyal történő – kialakítása.
- Városi szintű csapadékvíz menedzsment rendszer kiépítése, a vízkormányzás lehetőségeinek bővítése, víztározók (felszíni és felszín alatti) kialakítása, valamint automata öntözési rendszerek telepítése a közparkokba.

A települési szintű klímavédelem és alkalmazkodás elképzelhetetlen megfelelő szakmai felkészültség és együttműködő szakmai szervezetek helyi hálózata nélkül. Kiemelt fontosságú a helyi kutatások és vizsgálatok elindítása, a megfelelő (a város valós szükségleteit feltáró) programok és projektek kidolgozása, a forrásgeneráláshoz szükséges pályázati szakmai dokumentációk elkészítése, amely jól felkészült szakemberek alkalmazását és különböző szakmai szervezetek összefogását igényli. A szakembereknek kiemelt szerepet kell vállalniuk a lakosság oktatásában, tájékoztatásában, szemléletformálásában és az együttműködő szakmai hálózatok szervezésében és irányításában is.

A klímavédelem és adaptáció sikere nagyban függ a lakosság meggyőzésétől, illetve annak tudatosításától, hogy a klímaváltozás és annak hatásai nem a jövőben bekövetkező, lehetséges események víziója, hanem a jelen feszítő folyamatai. Ezeket a folyamatokat mindenki saját maga is megtapasztalhatja. Az egyes események bekövetkezése (pl. városi villámárvizek, szélviharok és jégverés kártételei, hóhullámok, jelentkező új járványok, vagy éppen az árvíz-belvíz-aszály okozta károk a mezőgazdaságban) nem véletlenszerű, hanem az éghajlat változásának hatásai. Ezeket a környezeti és klimatikus folyamatokat az egyes ember csak kis mértékben tudja befolyásolni (környezettudatos gondolkodással és viselkedéssel), ugyanakkor a káros hatásokhoz – a jelenleginél sokkal hatékonyabban – lehet alkalmazkodni, az egyének szintjén is.

#### **4. A ZÖLD ÉS A KÉK INFRASTRUKTÚRA**

Az alkalmazkodási lehetőségek közül ki kell emelni azokat a megoldásokat, amelyek a csapadékvíz kezeléséhez, illetve a települések túlmelegedése elleni védelemhez járulnak hozzá.

A víz az egész alkalmazkodási folyamat kulcselemének tekinthető. Víz nélkül nincs élet; annak mennyisége, rendelkezésre állása alapvetően határozza meg a gazdaságot és a társadalmat, civilizációk sorsa függ és függött tőle. Éppen ezért a települések vízgazdálkodási kérdései kiindulást jelentenek a klímaváltozás negatív hatásainak kezelése során.

A települések viszonyulása a vízhez a történelem során folyamatosan változott. Napjainkban az ún. „vízérzékeny városok” kialakítása az elérendő cél, ehhez azonban rendszer-szintű gondolkodás és ennek megfelelő beavatkozások kellenek. Ezt a szemléletet tükrözi a kék infrastruktúra elnevezés, amely magába foglalja mindazokat a megoldásokat (csapadék- és szennyvíz kezelése, víztározás, párologtatás stb.), amelyek a települések vízhez való megfelelő hozzáállását jelentik.

A víz létszükséglet a növények fenntartásához is. A növényzet pedig a másik kulcselem a városi klímaadaptációban. A növények árnyékoló képességük révén jelentősen mérsékelik a felmelegedést, vizet raktároznak, párologtatnak, hangsúlyos szerepük van a lokális klímaszabályozásban. Települések esetében megjelennek parkok, fasorok, magánkertek, zöld homlokzatok, zöld tetők stb. részeként, amelyek hálózata adja a zöld infrastruktúrát.

Zöld infrastruktúrának nevezzük azokat a természetes és félig természetes területeket, valamint egyéb, növényzettel fedett és ökológiai funkciót betöltő területek stratégiaileg megtervezett hálózatát, amelyet úgy terveztek és irányítanak, hogy széleskörű ökoszisztéma szolgáltatások nyújtására legyen képes. A zöld infrastruktúra kiegészítheti vagy esetenként kiválthatja a műszaki, azaz „szürke” infrastruktúra-elemeket (utak, csatornák, vezetékek és berendezések, épületek stb.).

A zöld infrastruktúra olyan rendszer, amely sokoldalú támogatást nyújt a települések számára. Mérsékeli az egyre gyakoribbá váló szélsőséges időjárási jelenségek hatását, ezáltal hozzájárul a klímavédelemhez és a hatékony, kiszámítható erőforrás-gazdálkodáshoz. Aktív teret biztosít a társadalmi részvételre, a lakosság bizalmának erősítésére. Rekreatív, kikapcsolódási lehetőségeket biztosít, hozzájárul a településen lakók fizikai és mentális egészségének javulásához. Mindezzel vonzóvá teszi a települési környezetet és erősíti a polgárok kötődését, a népesség megtartását. Ez a komplex, rugalmas, fenntartható rendszer tehát ökológiai,

társadalmi és gazdasági előnyöket is hordoz. Az említett hatások – vagy azok hiánya – városi környezetben hatványozottan érzékelhető.

A vízzel és a növényzettel kapcsolatos koncepciók egymással szorosan összefüggenek, ezért a kettőt együtt **zöld-kék infrastruktúrának** nevezzük. A zöld-kék infrastruktúra multifunkcionális, esztétikus és ökológikus felületeket jelent, amelyek csökkentik a lefolyást, hűtik a környezetüket, szolgálják a kikapcsolódást és az egészséget, valamint élőhelyet nyújtanak állat- és növényfajok számára egyaránt.

A zöld-kék infrastruktúra a városi/települési környezetben a természetes és a stratégiaileg megtervezett zöldfelületek hálózata, együttesen a kék elemekkel, azaz a természetes és természetközeli vizek hálózatával. Az így létrejövő hálózat tervezésének egyik célja a csapadékvíz-gazdálkodás, amely a vizet nem problémaként, hanem értékes erőforrásként kezeli.

## **5. A ZÖLD INFRASTRUKTÚRA JELLEMZŐI**

A zöld infrastruktúra fejlesztésével (pl. erdőtelepítés, vizes élőhelyek létrehozása, városi parkok fejlesztése, csapadékmegtartó zöldfelületek létrehozása) javítható a városi klíma, a települési vízgazdálkodás, a levegő minősége, a lakosok közérzete és egészségi állapota, és mindeközben új élőhely is biztosítható a helyi állat- és növényfajok részére. A sokoldalúság és a természetes folyamatok alkalmazásának köszönhetően ezek a megoldások gyakran költséghatékonyabbak és több szempontból hasznosabbak, mint a tradicionális települési infrastruktúrafejlesztés által kínált megoldások.

A csapadékvíz-visszatartás és a párologtatás növelésének legegyszerűbb eszközei a zöldfelületek, különösen a nagy lombfelületű fák. Egy kifejlett tölgyfa napi 400 liter vizet képes felvenni és fokozatosan elpárologtatni, amivel intenzíven hűti a környezetét, ezáltal csökkentve a városi hősziget hatást is.

A szürkeinfrastruktúra beruházások kiegészítéseként is használhatóak a zöld infrastruktúra elemei. Erre jó példa az energetikai fejlesztések részeként alkalmazható épületzöldítés. Míg a zöldtetők felépítéstől függően a lefolyást is jelentősen csökkenthetik, a zöldhomlokzatok elsősorban az épületek hűtésében játszanak szerepet, bizonyos esetekben akár a légkondicionáló telepítését is feleslegessé téve.

Ezek a megoldások az ún. Nature Based Solutions (NBS)/Természetalapú megoldásokat jelentik. Ezt alkalmazva a természet által ihletett és támogatott módszerekhez jutunk, amelyek költséghatékonyak, egyszerre nyújtanak környezeti, társadalmi és gazdasági előnyöket, és segítik az ellenállóképesség kialakítását. Az ilyen megoldások egyre több és változatosabb természeti adottságokat és folyamatokat hoznak a városi és a vidéki környezetbe egyaránt, helyileg adaptált, erőforrás-hatékony és rendszerszintű beavatkozások révén.

### *5.1. A ZÖLD INFRASTRUKTÚRA HAGYOMÁNYOS ELEMEI*

#### *5.1.1. FÁS VEGETÁCIÓ, PARKOK*

Amikor városi zöld környezetre, zöldfelületre gondolunk, elsőként fás környezet, parkok jutnak eszünkbe. A fás vegetáció számtalan pozitív szerepet tölt be a települési környezetben, amelyek révén kitüntetett elemei a városi klímaadaptációnak.

A fák árnyékot adnak, ami természetesen függ a fa méretétől, korától, fajtájától, egészségi állapotától. A korosabb, nagyméretű, jó egészségi állapotban lévő fák adják a legnagyobb árnyékot, de meghatározó a fajtája, hiszen vannak kis, illetve nagy árnyékolóképességű fajok. Ezen túl figyelembe kell venni azt is, hogy mely fajták azok, amik a leggyakrabban fordulnak elő városi környezetben, amit jelentősen befolyásol, hogy a városok alapvetően meglehetősen mostoha körülményeket jelentenek a növény- és állatfajok számára. A városok szennyezett levegője, száraz, sok esetben rossz vízgazdálkodású, leromlott szerkezetű és szennyezett talaja erősen korlátozó tényezőt jelenthet a fák számára.

A városokban a leggyakoribb fajták jellemző lombkorona mérete alapján az alábbi típusokat érdemes megkülönböztetni (5. ábra):

*Nagy árnyékolóképességű fajok:*



*Sophora japonica*



*Celtis occidentalis*



*Tilia*

*Kis árnyékolóképességű fajok:*



*Fraxinus ornus*



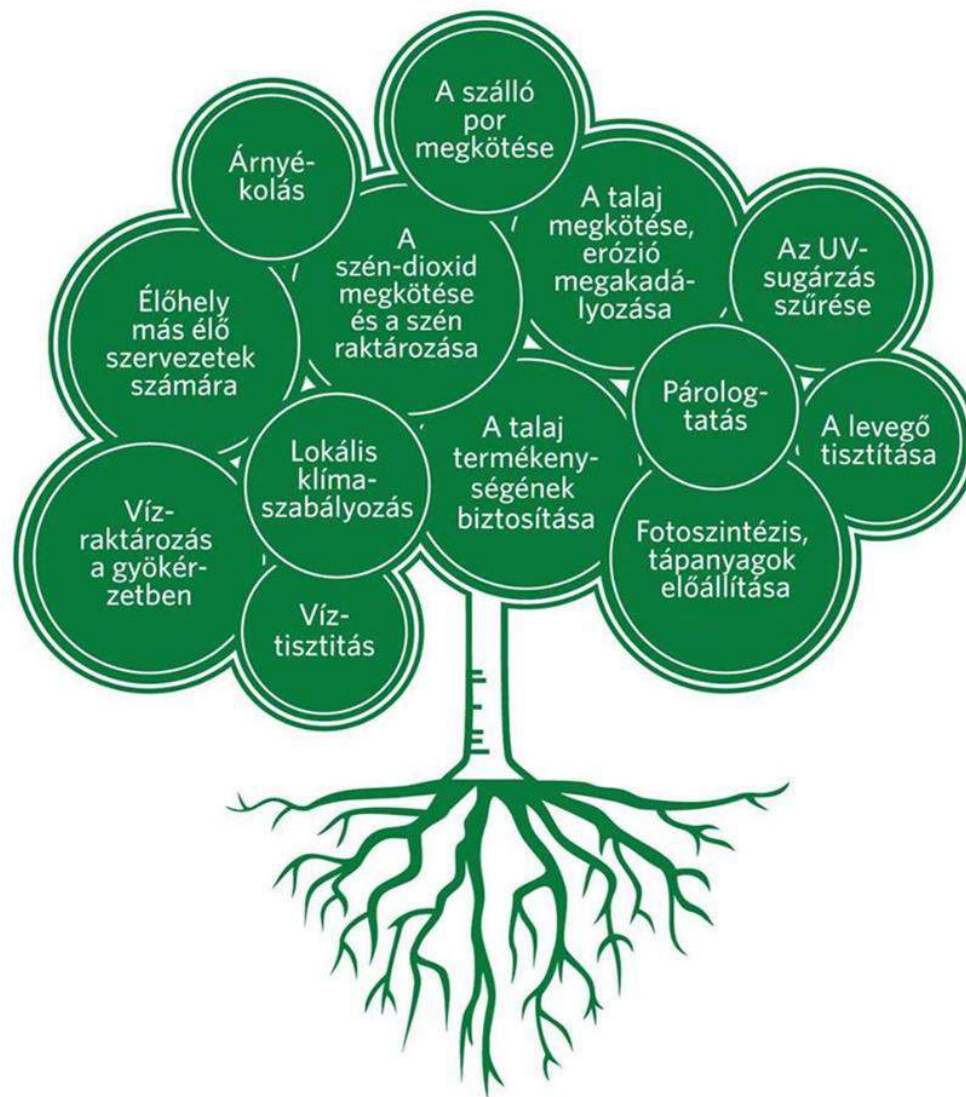
*Taxus baccata*



*Picea pungens*

**5. ábra: Kis és nagy árnyékolóképességű fajták városi környezetben**

Az árnyékolóképességen túl azonban még számos pozitív hatása van a fásszárú vegetációnak. Hangsúlyos szerepet tölt be a vízgazdálkodásban; vizet raktároz a gyökérzetében, segíti a csapadék talajba szivárgását, a talajnedvesség megtartását, víztisztító szerepe van, párologtatásának köszönhetően pozitívan hat a levegő páratartalmára. Hozzájárul a levegő tisztításához, a szálló por és a szén-dioxid megkötéséhez. Szenet raktároz, oxigént termel, megszűri az UV sugárzást, védi a talajt az erózióval szemben, hozzájárul a talaj termékenységéhez, csökkenti a zaj- és rezgésterhelést, élőhelyet biztosít más élő szervezetek számára. Kedvező környezeti hatásait a 6. ábra foglalja össze.



Forrás: <https://nepszava.hu/>

### 6. ábra: A fák környezeti haszna

A városi parkok – minél nagyobb kiterjedésűek, annál nagyobb mértékben – hozzájárulnak környezetük hűtéséhez, ezáltal a városi hősziget hatás csökkentéséhez. A zöldfelületek és a növényzet nélküli területek közötti hőmérsékleti különbségeket számos kutatás kimutatta. Mérések alapján Londonban a zöldterületek 31%-kal csökkentik a városi hősziget hatást. Tsilini et al. (2015) vizsgálatai alapján a városi kertek 10 °C-kal csökkentették a felszíni hőmérsékletet a növényzet nélküli területekhez képest.



Ez a fajta kondicionáló hatás nem csupán az árnyékolásnak és a párologtatásnak köszönhető, hanem az ún. parkszellő kialakulásának is (7. ábra). Ebben az esetben a parkok hűvösebb levegője a környező beépített, magasabb hőmérsékletű terület felé áramlik a felszínnel párhuzamosan, azaz szelet generálva. Ez a hatás a mérések szerint azonban csak a nagyobb kiterjedésű (min. 5 ha) zöldfelületek esetében érzékelhető, ezért a városokban mindenképpen szükség van nagyméretű parkok kialakítására/fenntartására. A hűtő hatás a parkok 1-1,5 km-es körzetében érvényesül.



Forrás: <https://docplayer.hu/3609075-G319e-varosklimatologia.html>

### 7. ábra: A parkszellő kialakulásának folyamata derült, nyugodt éjszakán

A hőmérsékletcsökkentő hatás a zöldfelület méretével és kompakt formájával arányos. A növényzettel fedett területek arányának növelésével a hűtőhatás eleinte fokozódik, 100 hektár alapterületig számottevő, ennél nagyobb zöldfelület esetén a hűsítő hatás már csak elenyésző mértékben növekszik. A hőmérsékletcsökkentő hatás mértéke függ az időjárási viszonyoktól. Borult idő esetén a különbség nem jelentős, de napfényes idő esetén, amikor a komfortérzetet leginkább javítja az árnyék, a hőmérsékletkülönbség már számottevő, akár 4-5 °C-kal is hűvösebb lehet a levegő. A zöldfelület felett kialakuló hideg levegő a meleg levegőjű városi területek (pl. városközpont) felé áramlik, így tudja csökkenteni a városi hősziget hatásait.

A növényzet befolyással van a környező légterek páratartalmára is. A csapadékvíz a növényzet kiterjedt lombfelületen felfogja, egy részét elpárologtatja és visszajuttatja a levegőbe, ami növeli a környező légtér páratartalmát. A növények magasságuk 10-12-szeresével megegyező távolságon belül tudják érzékelhető módon befolyásolni a levegő páratartalmát. Az ember számára kedvező relatív páratartalom 60-80%, ami megfelelő humánkomfortot biztosít.

A parkszellő kialakulása miatt kimagszó jelentőségű, hogy a város szerkezete megfelelő kiterjedésű parkokkal, kertekkel tagolt legyen. Ez a légmozgás nemcsak a várostesten belül, hanem a peremterületek és a város között is fennáll, ezért fontos a peremterületi erdők, rétek, hideg- és frisslevegő termelő területek fenntartása, a város átszellőzési csatornáinak kialakítása.

A növényzet egyszerű fizikai akadályt is jelenthet az áramló levegővel szemben, és arra is alkalmas, hogy a kellemetlen szélerősséggel szemben védelmet nyújtson.

A fentiekből következően a fák óriási – pénzben is kifejezhető (hiszen a döntéshozók számára ez a leginkább érthető „nyelv”) – értéket képviselnek, amelynek jelentősége a klímaváltozás következtében a jövőben tovább nő. Emiatt a fás területek bővítése, illetve a meglévő parkok, fasorok karban tartása, gondozása az önkormányzatok fontos feladata. Sokszor azonban a legjobb szándék ellenére is a fásszárú növényzet mennyisége csökken, állapota romlik. Emellett több esetben az egyéb szempontok érvényesülése – vezetékek miatti kivágás/nyesés, útépítések, építkezések területén történő kivágások – vezet oda, hogy a települések zöldterületei jelentős károkat szenvednek.

A fák kezelése ugyanakkor speciális terület a kertészeti tevékenységen belül. Odafigyelést igényel, amelynek hiányában a fák megsínylik a beavatkozásokat. Hozzáértés szükséges a fák életfeltételeinek javításához, a gyökérkezelésekhez, a fásbészethez, a metszéshez, a megerősítési munkálatokhoz, stb. Emiatt sürgető szükség van a faápolók képzésére és alkalmazására, akik hozzáértő módon kezelve a fákat sokat tehetnek annak érdekében, hogy a fás vegetáció minél nagyobb mértékben tudja betölteni funkcióját a klímaadaptációban.

Sokszor problémát okoz a zöldfelületek esetében, hogy az erősen beépített városszerkezetben a közművek aránya magas. A közmű műtárgyak és a fasorok, zöldfelületek közötti konfliktusok a sűrűbben beépült városrészekben így állandósulnak. A helyzet moderálása sok esetben körülményes, többnyire elmagyarázni is nehéz a problémát a laikus lakosságnak, mert a fák telepítését a legtöbb alkalommal a „láthatatlan infrastruktúrák”, a felszín alatti közművek akadályozzák meg, míg a közműelhelyezések, forgalmi átalakítások sokszor vezetnek fasorok, fák kivágásához, illetve a megmaradó fák életfeltételeinek romlásához, végső soron az egyedek degradációjához. Sűrűn lakott településrészek utcáinak fásítása számos esetben a közműhálózatok üzemeltetői által megkövetelt védőtávolságok betartása miatt hiúsul meg.

A járdák alatt több szolgáltató vezetéke található. A járdák szélessége általában 1,5-5 m között változik, ezért az összeadódó védőtávolságok miatt a fásítás sok helyen ellehetetlenedik. Egy fa gyökérzónája messze túllépi az 1-3 m-es távolságot, és mivel napjainkban sokkal fontosabb a vezetékek védelmének tervezése, ez egyet jelent a fatelepítés tiltásával a műszaki szabványokban meghatározott védőtávolságokra hivatkozva. E tekintetben az előírások korszerűsítésére, szemléletváltásra van szükség, és a zöld város koncepció térhódításával a fák és a közművek viszonyát is felül kell vizsgálni. Léteznek olyan, más országok nagyvárosaiban rutinszerűen alkalmazott műszaki megoldások, amivel a közművezetéseket meg lehet védeni a fák gyökereivel szemben. Japánban pl., ha egy fa útban van, kivágás helyett kiemelik, és új helyet keresnek neki (8. ábra). Ám nem csak a védelem fontos, hanem a fa életterének magasabb minőségű kialakítása is. A kettő együtt képes a kedvezőtlen városi környezetben jobb és fenntarthatóbb körülményeket biztosítani a városi fák számára.

Bár a városklíma javítása/hősziget hatás mérséklése szempontjából a parkok jelentik, jelentenek a legideálisabb megoldást, a zsúfolt nagyvárosok sűrűn beépített területei nagyon kevés lehetőséget teremtenek új parkok kialakítására. Ezért felértékelődnek az egyéb fás területek; az utak menti fasorok és zöldsávok. A városokban leginkább az út menti fák és zöldsávok rendszere jelenti a kondicionáló zöldterületet. A városi fák azonban igen sokféle káros hatásnak vannak kitéve, ami miatt körültekintően kell megválasztani a telepített fajok körét, illetve nagy figyelmet kell fordítani a faápolásra.



Forrás: <https://m.facebook.com/megyeriszabolcskerteszh>

### **8. ábra: Fa áttelepítése Japánban**

A fákra ártalmas körülmények között elsőként a városi klíma említendő, aminek károsító elemei a túlzott felmelegedés, a csapadékelvezetés miatti szárazság, vagy éppen a pangó víz kialakulása a talajban, a légszennyezés, a szálló por, vagy a szélcsatornáknak jellemző nagy szélsébség. Ezen tényezőkkel szemben éppen a városi zöldítés, parkok, fasorok stb. kialakítása jelentik a megoldást, ezért mindenképpen olyan fákat kell választani – elsősorban a fasorok esetében – amelyek tág tűrésűek, elviselik a városi mostoha körülményeket, így kielégítő módon tudják betölteni szerepüket a klímaváltozás elleni küzdelemben.

A városklíma mellett a tömörödött, szerkezet nélküli, rossz hő- és vízgazdálkodású talajok is nehézséget okoznak a fák telepítése és megtartása szempontjából. A tömörödött talaj áthatolhatatlanná válhat a gyökerek számára, a talaj víz- és levegőtartalmának csökkenésével pedig a növények tápanyagfelvétele is romlik. Emellett a talajokat károsító egyéb tényezők – utak sózása, kutyavizelet, építkezési törmelék felhalmozása – további nehézségeket jelentenek a növényzet megmaradása szempontjából. Építkezések, közműfektetés/javítás során a legtöbb esetben átvágják, átszakítják a gyökérzetet, így csökken a fa stabilitása, víz-és tápanyagfelvevő képessége. A szakadás következtében relatív nagy sebfelület keletkezik, ahol kórokozók juthatnak a fatestbe, melyek idővel gyökérnyakig feljutó korhadást is kiválthatnak. Ezek a károsító tényezők jórészt elkerülhetők lennének, amihez azonban a városüzemeltetés szemléletformálására, a fák értékének, szerepének tudatosítására, valamint a hatályos szabályozások átalakítására mindenképpen szükség van.

Az elmúlt 50 évben városainkból a megváltozott körülmények, igények és szabályozások miatt lassan, de biztosan kiszorultak a fák. A folyamat kezdetén, 1980-ban bár már voltak közművek

a városban, de még volt helye a fáknek. 1990-re egyre több autó jelent meg a városok utcáin, szélesedtek a közutak és a járdák is, elterjedt a telefonhasználat és ezzel megjelentek a telefonkábelek, mint közművek. A 2000-es évekre már szinte mindenkinek volt autója, így a közterületeken parkolóhelyeket alakítottak ki elsősorban a zöldfelületek rovására. Elterjedt a közvilágítás, ami csökkentette a koronafelületet. Különböző hírközlő szolgáltatók jelentek meg, melyek kábeleikkel a takarékos megoldást választva bekúsztak a zöldsávba, ezzel elkerülve a burkolat bontásának és helyreállításának terheit. 2010-re további – főleg hírközlési –közművek jelentek meg, elterjedt a térfigyelőkamerák alkalmazása, amelyek láthatósági szögét biztosítani kellett. Így a közvilágítás bevilágítási háromszögének kivágása után még ez is csökkentette a lombkoronafelületet. 2015-re torz fák lepték el a városi utcákat a fent leírtak következtében. A lombkorona visszavágásával csökken a gyökérzet mérete és a gyökérzet visszametszése miatt elhal a lomb egy része. A torz, csökkent méretű és leromlott egészségi állapotú fák fenntartási igénye magas, míg ökológiai értékük alacsony. Így hatnak egymásra oda-vissza a fát érő hatások, melyek következtében 2020-re a városok számos pontjáról kiszorultak a fák.

Általános problémaként van jelen a fák és közművek állandó konfliktusa, amely részben akadályozza az önkormányzatoknak a saját tulajdonukon történő szabad fatelepítést, másrészt a közművezetékekkel kapcsolatos földmunkák során sérülhetnek a fák és más egyéb növények is. A károkozások növelik az önkormányzatok fenntartási költségeit és csökkentik a fa értékét, vagyis az önkormányzat tulajdonát képező zöldvagyont.

A közterületi zöldsávok, fák és fasorok megőrzése érdekében a növényvédelem a fenntartás kulcsfontosságú eleme. Azonban a közterületen alkalmazható növényvédő szerek palettája igen szűk, emellett a növényvédelmi szakemberek munkáját nehezíti az általános vegyszerellenesség is.

A fák megóvása, gyarapítása érdekében igen fontos lenne a jogszabályi környezet átalakítása. A jelenlegi szabályozás következtében a zöldfelületek és fásszárú növények rendre alulmaradnak a városokban a helyért folytatott küzdelemben a közműszolgáltatókkal szemben, akiket mind törvény véd. A zöld infrastruktúrát megfelelő módon védő Zöld kerettörvény hiányában a városi zöldfelületek megóvása szinte lehetetlen (9. ábra).



Forrás: Zöld infrastruktúra füzetek 6.

## 9. ábra: Fák és közművek konfliktusa

A városi ártalmakra válaszként adható megoldások és hatásaik kapcsán hangsúlyozni kell a rendszerszintű gondolkodás fontosságát. Egy-egy elem kiragadása és alkalmazása nem fogja meghozni az elvárt sikereket és a működőképes zöldsávokat, fasorokat. A zöldsávok és fahelyek sikerének kulcsa a hosszú távú tervezésen múlik, melynek alapja a zöldfelületek és fák városi szerepének megfelelő értékelése. Előnyösen változhat a hozzáállás, ha úgy tekintünk ezekre, mint zöld közművekre, vagy mint zöld épületekre. Egyes káros hatások csak mérsékelhetők (pl. városi szél vagy forróság), míg más hatások megfelelő tervezés és odafigyelés mellett elkerülhetők (pl. sózás hatásai, törzs megsértése).

Az út menti területek növényeit éri a legnagyobb terhelés a városi növényalkalmazások közül. Nagy dózisban kapják a szennyezőanyagokat a talajból és a levegőből egyaránt. Ezért szükség van a Közterületi Sorfák Jegyzékére, amelyet a Magyar Díszkertészek Szövetsége ad ki, évenkénti frissítéssel. A jegyzék tartalmazza, hogy milyen fajokat milyen környezetbe érdemes, vagy éppen nem érdemes telepíteni az út menti sávok esetén.

### *5.1.2. LÁGYSZÁRÚ VEGETÁCIÓ, VÁROSI RÉTEK*

A zöldfelület természetesen kialakuló növénytakaróját a környezeti tényezők (alapkőzet, talaj, vízrajzi adottság, klimatikus viszonyok, terepadottságok, emberi tényezők) határozzák meg. A növényzet, amit látunk, hosszas fejlődés eredménye. Az üres, fedetlen területek esetében legtöbbször a zuzmók és mohák jelennek meg először, amelyeknek a környezettel kapcsolatban a legkisebb igényük van. Később ezek szervesanyagait felhasználva az igényesebb lágyszárú növények is megtelepednek. Az általuk termelt, vastagodó termőrétegen már lágyszárú növények, cserjék és fák is meg tudnak telepedni.

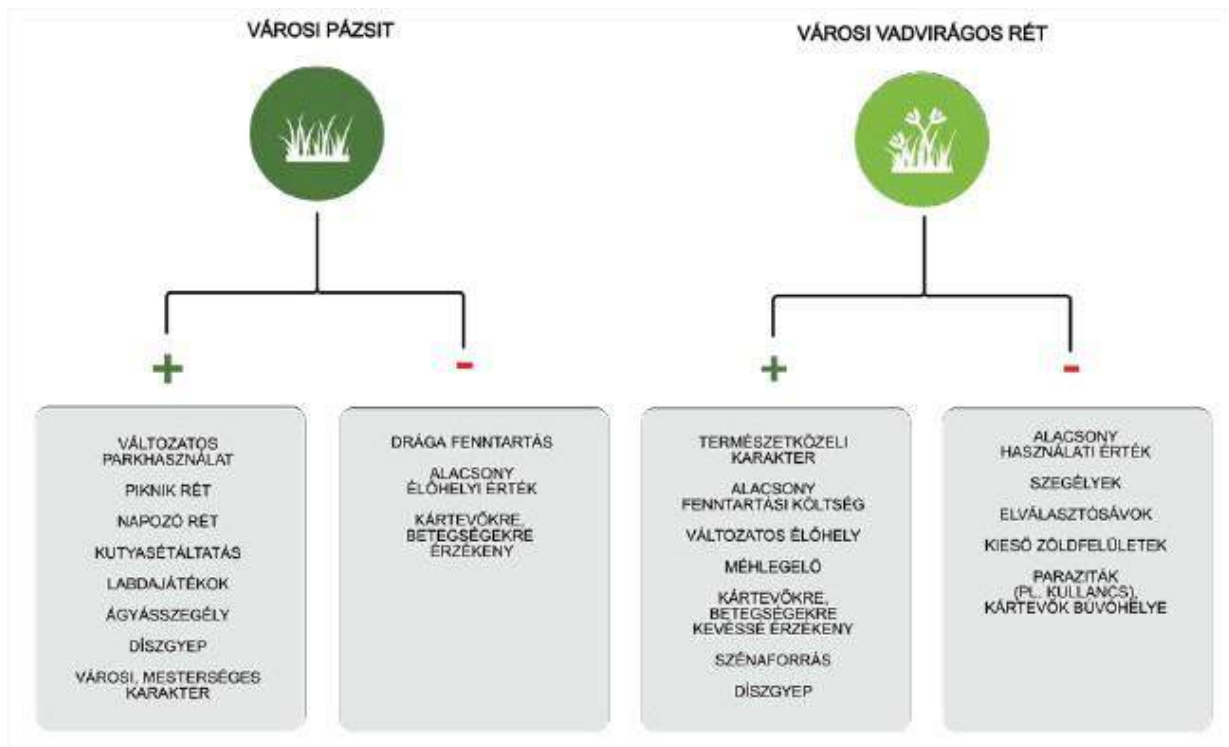
A 19. század közepén hazánk megközelítőleg 30%-a gyepes terület volt. Ez nem azt mutatja, hogy az ország jelentős része kedvezőtlen termőviszonyú, hanem azt jelzi, hogy a gyepek és az emberi használat a kezdetektől fogva összefonódik. A legtöbb hazai gyepterület társadalmi igények mentén élelmiszertermesztési célokat szolgált. Húsukért és tejükért tartott állatok legelőiként, az állatok takarmányozását biztosító kaszálóként hasznosított területek voltak. A szukcesszió folyamatába az ember aktívan beavatkozott, így a gyepek helyén nem alakult ki cserjés, vagy erdő. A felhalmozódó tápanyagokat az állatok vették magukhoz, a kaszálás és a legeltetés pedig csak a gyepek regenerációját tette lehetővé.

A rétek és legelők általában növényfajokban gazdagok, napjainkban számos védett növényfaj élőhelyeként is szolgálnak. A gyepek a klímaváltozást kedvezően befolyásoló tényezőként, a szén-dioxid megkötés képességével, a biológiai sokféleség fenntartásával napjainkban kiemelt szerepet játszanak. Sajnálatos módon az elmúlt közel másfél évszázad alatt felére csökkent Magyarország gyepterületeinek aránya, ennek okai az urbanizációban, a zöldmezős beruházásokban, valamint agrárgazdasági változásokban keresendők.

A gyepterületek mind természetvédelmi, mind gazdasági, mind rekreációs szempontból jelentőséggel bírnak, főleg napjaink klimatikus körülményei között. Területi csökkenésük megállítására az ember alkotta mesterséges, városi környezetben is egyre nagyobb szerepet kapnak a féltermészetes gyepes élőhelyek. A gyepek biológiai és ökológiai sokfélesége a városban is érték. A kertek, parkok, sétányok, városi vízpartok, útszegélyek, árokpártok mind-mind fontos gyepes élőhelyek, amelyek a rekreációs szerepük mellett a természetmegőrzésben és a klímaadaptációban is kivívták helyüket.

Az ember által kialakított és fenntartott mesterséges városi pázsitok és gyepek sokoldalúan használható zöldfelületek. Piknikezés, kutyafuttatás, szabadtéri sportolás színterei. A szintisztán fűfélékből kialakított, homogén pázsitok azonban érzékeny és gondoskodásigényes területek. Hazai körülmények között egy intenzíven használt, 3 fűfaj keverékéből kialakított pázsit csak rendszeres kaszálás, öntözés, tápanyagutánpótlás, növényvédelem és talajgondozás mellett tud fennmaradni.

A pázsit, mint élőhely nem túl változatos. Betegségekre érzékeny, a jó állapotban tartás, a rendszeres gondozás erőforrásigényes. Az állandó gondoskodás, intenzív fenntartási folyamatok mesterséges, urbánus karaktert kölcsönöznek a városi pázsitoknak. Egy természetközeli városi gyepp – pusztán a sok növény- és állatfaj együttes megjelenéséből adódóan – ellenállóbb a külső hatásokkal szemben és sokkal több állatnak szolgál lakhelyül és táplálékforrásként. Kiváló méhlegelő, de akár szénaforrás is lehet. A vadvirágos városi gyepp természetközeli karakterű, közel engedi a természetet a városlakókhoz. A pázsithoz képest jóval alacsonyabb fenntartásigényű, viszont más jellegű szaktudást igényel. Mivel a tarló magasabb, a városi rét használhatósága korlátozott. A magas fű elválasztósávok, szegélyterületek, meredek rézsűk, alulhasznosított zöldfelületeknél alkalmazható (10. ábra). De számításba kell venni, hogy természetes hatása miatt egy kívülállónak sokszor rendezetlennek, kezeletlennek tűnik (11. ábra).



Forrás: Klímaadaptív gyepgazdálkodás a városban

### 10. ábra: A pázsit és a vadvirágos rét előnyei és hátrányai

A város zöldfelületein mindenféle gyepterületnek helye van. A terület adottságaitól és a zöldfelület funkciójától függően érdemes megválasztani, hol, milyen gyepfelületet alakítunk ki. Egy kerten vagy parkon belül akár többféle karakterű, eltérő kezelésű zónát is kialakíthatunk. A természetkímélő gyepkezeléshez, vagy gyepgazdálkodáshoz elengedhetetlen, hogy megfelelő fajösszetételű gyepeket alakítsunk ki. A természetközeli gyeptelepítést megelőzően

szükséges kiválasztani egy közeli, úgynevezett donorterületet, ahonnan a honos, tájegységre és termőhelyre is jellemző növények magjai gyűjthetők. A természetes gyepevegetáció forrásának kiválasztásakor kiemelkedően fontos, hogy a kiválasztott donorterület azonos kistájon, a település közelében helyezkedjen el, hiszen így a fajok azonos termőhelyi és időjárási viszonyokhoz tudnak alkalmazkodni, telepítésük várhatóan sokkal sikeresebb lesz. Ennek a területkiválasztásnak a gyakorlata nemzetközi szinten olyannyira elterjedt, hogy több nyugat-európai országban úgynevezett „ökorégiókat” határoltak le éghajlati, domborzati, talajtípusok tényezői alapján, a régió belüli ideális donorterületek megjelölésével.



Forrás: Klímaadaptív gyepegzaldalkodás a városban

### 11. ábra: Városi vadvirágos rét

A vadvirágos városi gyepek között megkülönböztetünk intenzív fenntartású vadvirágos gyepeket és természetközeli vadvirágos gyepeket.

Az intenzív fenntartású vadvirágos gyepek alapanyaga általában a hagyományos kertészeti természetessé előállított intenzív gyepekeverék. Ezek fajösszetételükben kétszikű és egyszikű virágos növényekből állnak. Gyakran külföldi importból származó magokat tartalmaznak, így, még ha megegyező növényösszetételű (fajösszetételű) is, ökológiai szempontból nem elfogadható. A külföldi magok genetikai állománya eltér a hazai fajokétól, ami hosszú távon a hazai fajok genetikai állományának „felhígulásához” vezethet. Ezeket a gyepeket sokszor ágyás szerűen alakítják ki, hiszen többségük intenzív fenntartást igényel. Ez a megoldás a hagyományos, csupán egyszikű fűféléket tartalmazó, alacsonyan tartott, mesterséges gyepeállományokhoz képest ökológiai szempontból előnyösebb. Bár nem természetközeli gyepe, de a sok kétszikű virág miatt jó méhlegelő.

A valódi, természetközeli (féltermészetes) vadvirágos gyepek mindig a környező kistáj flórájából, maggyűjtéssel, vagy magtermesztéssel felhalmozott gyepekeverékből készülnek. Fajösszetételük igen változatos, a természetben is egy élőhelyen megtalálható fajokat elegyíti.

Alkalmazása a természetes gyeptársulásokban található honos rovar-, madár- és kistestű rágcsálófajoknak teremt élőhelyet és táplálékforrást. Fenntartása extenzív, csupán a legszükségesebb beavatkozásokat igényli: az inváziós növények eltávolítását és a cserjésedés megakadályozását. A termőhelyi viszonyokhoz igazított alkalmazása és természetessége miatt öntözést és tápanyagutánpótlást nem igényel. A díszértéke alacsonyabb, a virágzási ideje pedig rövidebb, több ciklusú. Természetes karakterű; extenzív fenntartási viszonyok közé javasolható.

A természetközeli gyeptársulás fenntartást igényel, amely nemcsak a használati értékét, hanem a változatosságát is megőrzi, növeli. Az agráriumban használt természetkímélő kaszálás gyakorlata a városban is alkalmazható. A módszer egyik pillére, hogy a kaszálások számának csökkentésével teret kapnak az egyszikű fűfélék között megbújó kétszikű, virágos évelők, amelyeknek ezáltal lehetőségük van a magérlelésre és a gyeptársulásban való szaporodásra. A módszer másik fontos része a kaszálás idejének megváltoztatása, amellyel szabályozhatjuk a számunkra kedvező növények elterjedését, a nem kívánt növényeket pedig visszaszoríthatjuk. A módszer harmadik fontos eleme a különböző és térben is változó tarlómagasságok alkalmazása. Akár egy parkon belül is lehetnek eltérő magasságú gyepterületek, amelyek helyzete évszaktól-évszakra, vagy évről-évre változhat a parkon belül. A változó, de döntően az átlagosnál magasabb tarlómagasság nemcsak a magérlelést segíti, hanem az állatoknak is búvóhelyül szolgál. A természetkímélő kaszálással kezelt terület számos előnyt nyújt a városban. A megnövekedett sokféleség miatt a kórokozók, valamint a kártevők száma csökken, így kevesebb vegyszer, irtószer alkalmazása szükséges.

Mivel a magasan hagyott gyeptársulás kedvez a természetközeli élőhely-dinamikai folyamatoknak, a gyeptársulásban található növényfajok száma emelkedni kezd, így egyre növekszik a gyeptársulás búvóhelynek és táplálékforrásként használó rovarok, majd az ezeket fogyasztó madarak száma. A városi zord környezetben a szívósabb, könnyebben alkalmazkodó, sokszor inváziós állatfajok egyedei élnek csak meg, azonban változatos, természetközeli élőhelyek megteremtésével és természetkímélő fenntartással lehetőséget nyújtunk több honos faj megtelepedésének is. Ez a folyamat sok időt vesz igénybe, ezért folyamatos élőhelyvizsgálattal szükséges mind a növények, mind az állatállomány fajgazdagságát figyelemmel kísérni, hogy a területek kezelését az igényeikhez tudjuk igazítani. Természetkímélő gyeptársuláskezelésben az élőhelyek megtartására kiemelt figyelmet kell fordítani, így az esetlegesen gyeptársulásban fészkelő madarak számára fontos, hogy megfelelő helyet, úgynevezett hagyássávot tartsunk meg, amellyel biztonságos búvóhelyet teremtünk a kezelés alatt.

A városi gyeptársulások legelő állatokkal is fenntarthatók. A kezelési módszer során kiemelkedően fontos a biológiai változatosság megőrzése és fejlesztése, ezért a megfelelően megállapított úgynevezett „fűhozam” alapján megfelelő mennyiségű állattal legeltethető egy terület. Fontos az ideális mértékű legeltetés, mivel túllegeltetés esetén a gyeptársulás kikophat, alullelegeltetésnél megjelenhet a cserjésedés a gyeptársulás kárára. Nyugat-Európában a városi legeltetés több helyen bevett szokássá vált, különös tekintettel az angliai történelmi kertekre, ahol a parkokban való legeltetés hagyományként, kultúrtörténelmi értéknek említhető. A legeltetéssel kezelt városi gyeptársulások esetén fontos szempont, hogy maga a legeltetés ne zavarja a városi zöldfelület használatát, eredeti funkcióját, és ne vessen fel környezetegészségügyi problémákat.



### 5.1.2.1. VÁROSI MÉHÉSZET

Városi méhészkedésnek nevezzük, amikor városi közegben „legeltetett” méhkolóniák segítségével állítunk elő mézet. Meglepő módon, nemzetközi tapasztalatok alapján, a méhek egészsége és termelőképessége magasabb a városokban. Ez az új, városi zöldfelületgazdálkodási trendeknek és az agrárium monokultúras művelésének köszönhető. A 21. századi nagyvárosok egyre nagyobb területeket vonnak természetközeli kezelés alá, ügyelve a városi biodiverzitásra. Emiatt a méhek a városban kevesebb rovarirtóval és sokkal több beporozható virággal találkoznak, mint a városok külterületein fekvő nagyüzemi szántók közelében, így változatosabb étrend mellett, erősebb immunrendszert tudnak fejleszteni. Mindemellett több lehetőségük van a biztonságos téli hibernációra, így közel másfélszer több méh éli túl a telet a városban, mint külterületen.

A városi élőhelyek biztosítása és a városi méhészet kiemelten fontos a méhek úgynevezett „elnéptelenedési szindrómája” miatt. Ez a kolónia dolgozó méheinek hirtelen, nagyszámú eltűnését jelenti. Okai nem pontosan ismertek, de legnagyobb mértékben a rovarirtószerek, vagy atka fajok jelenléte okozhatja. Ez a tömeges pusztulás változatosan érinti a földön élő méhpopulációkat. A folyamatot elsőként az Egyesült Államokban, 2006-ban észlelték, ahol a méhcsaládok mintegy 80%-át érintette. Később, 2007-től Európában is rögzítették a jelenséget. A méhek tömeges pusztulása az élelmiszerellátásra is óriási hatással van, így nem csak ökológiai, de gazdasági érdekünk is minél több méhcsalád számára megfelelő élőhelyet biztosítani.

A ma termesztett növényeink több mint 80 százalékának a termése függ attól, be tudják-e porozni beporzó rovarok, illetve, hogy milyen intenzitással. Számos növényfajt ugyanis rovarok (így nem csak méhek, hanem darazsak, lepkék és különböző bogarak) poroznak be: csak néhány példát említve ilyen a repce, a napraforgó, a lucerna, vagy éppen a paradicsom és az áfonya, az alma, a körte, a cseresznye és az eper is. Európában csaknem 2000 rovarfaj látja el a beporzást. A méhlegelőkre azért is van szükség, mert a beporzó rovarok számának változása, gyors csökkenése közvetlenül hat a növények mennyiségére, köztük a legtöbb, általunk fogyasztott gyümölcs és zöldség mennyiségére is. Manapság pedig egyre kevésbé találnak a méhek megfelelő pollen- és nektárforrást a természetben. Tehát az egyre kevesebb méh is egyre inkább éhezik. Emellett a rovarok sok más állatfajnak jelentenek táplálékforrást, így fogyatkozásuk más fajok egyedszámára is hatással van.

Olyan nagyvárosokban, mint Los Angeles, New York, London és Párizs már foglalkoznak a városi méhészkedéssel. Azokban a városokban, ahol ez még nem vált gyakorlattá, gyakran él a lakosságban egyfajta előítéletesség a városban legeltetett méhekkel szemben. A méhészkedés ilyen formája azonban nem jelent veszélyt a városlakókra. Szakértők szerint rajzáskor a legkevésbé hajlamosak csípésre, ekkor sokkal kezelhetőbbek, mint a méztermelés többi fázisában. A legtöbb nagyvárosban a tevékenység népszerűsítését programokkal, kiadványokkal és oktatással méhész egyesületek segítik, pl. New York-i Méhész Egyesület, Méh Barát Nottingham, Genk Városi Méhészeti Program, valamint egy nemzetközi szervezet „Bees Without Borders” (Méhek Határok Nélkül). Mivel a méhészkedés egy viszonylag költséghatékony és kevés munkaerőt igénylő feladat, ezért számos fejlődő országban, a szegénység megfékezésének céljával is népszerűsítik a városi méhészkedést, többek között a Dominikai Köztársaságban és Dél-Kamerunban.

Az Egyesült Királyságban kimutatták, hogy a városi méz jobbnak is bizonyul több esetben, mert itt többféle növényből gyűjthetik össze a nektárt, mint vidéken, ahol csak egy óriási tábla áll rendelkezésükre (12. ábra).



Forrás: <https://utajovobe.eu>

### 12. ábra: Méhlegelőként funkcionáló városi vadvirágos rétek

A városokban ráadásul általában 2-3 fokkal melegebb is van, mint vidéken, így hosszabban virágoznak a növények: ez pedig hosszabb nektárgyűjtési időszakot jelent a méheknek. Kutatások szerint a városban élő méhek produktívabbak is, mint vidéki társaik. Franciaországban például a párizsi méhek több mézet termelnek és alacsonyabb a halálozási rátájuk, mint a vidékieknek, ahol intenzív gazdálkodást folytatnak és rovarirtókat használnak. A vadvirágok többsége ráadásul folyamatosan virágzik, így a méhek és más rovarok is folyamatosan csemegézhetnek belőlük.

Bécsben nemrég jelentették be, hogy méhek millióit telepítik a megállók köré. Az osztrák fővárosban a kihasználatlan, sínek melletti zöldterületeket hasznosítanák úgy, hogy ezáltal növeljék a biológiai sokszínűséget. Így, ahol csak lehet, virágos réteket alakítanak ki a méheknek, terveik szerint pedig a közelben lévő kiskertek tulajdonosai is jól járnak: növényeiket több méh látogatja, így jobb termésre számíthatnak.

Hollandiában 2018-ban indítottak el egy nemzeti beporzó stratégiát. Ennek keretében több mint 40 kormányzati és civil partner vállalta, hogy méhhoteleket és bisztrókat alakítanak ki a rovaroknak. Hollandia a világ második legnagyobb exportőre a mezőgazdasági termékek terén, így nemzetgazdasági szempontból is nagyon fontos, hogy a méhpopuláció ne csökkenjen, mert akkor nem fognak tudni élelmiszert termelni. A program keretében Amszterdamban kialakítottak számos rovarhotelt, a füves területeket vadvirágos rétekkel váltották fel, és felhagytak a vegyi rovarirtókkal. Utrechtben pedig a buszmegállókat alakították át amolyan méhpanziókká: a buszmegállók lapos tetején egyszerűen a rovaroknak is megfelelő, őshonos növényekkel tarkított részeket alakítottak ki (13. ábra). Ezek ráadásul a városi szálló por megkötésében is szerepet játszanak. A megkezdett stratégia sikeres, 2021-re stabillá vált a holland méhek populációja.



Forrás: <https://change.org>

### **13. ábra: Méhlegelőként funkcionáló, őshonos növényekkel beültetett zöldtetős buszmegálló**

A városi vadvirágos rétek kialakításával, a beporzó rovarok városi jelenlétével kapcsolatban sokszor erős a lakosság ellenérzése. Ezek legtöbbször tévhittekből fakadó félelmek, amelyek eloszlatása fontos kommunikációs feladat. Ennek érdekében több városban „lakossági érzékenyítő program”-okat indítottak, amelyek célja pl. a városi méhészet közelebb hozása, elfogadtatása a lakossággal.

Ljubljanában „Méhecske ösvény”-t alakítottak ki a belvárosban, amelyet végigjárva sok hasznos információ tudható meg a méhekről, illetve sok intézmény átadta tetőterét a méhészkedésnek, a parkokban pedig kaptárakat helyeznek ki, hogy minél többször találkozzanak a járókelők a témával (14. ábra).

A leggyakrabban előforduló ellenérzések, felmerülő kérdések – és a rájuk adható válaszok – a városi rétekkel és a városi méhészkedéssel kapcsolatban a következők:

- Fokozódnak az allergiások panaszai: a városi rétek a környezet természetes növénytakarójának növényeiből tevődnek össze, nem pedig invazív, allergén (pl.

parlagfű) fajokból. Az őshonos növényekre pedig – miután évszázadok óta hozzá vagyunk szokva a közelségükhöz – nagyon kevesen érzékenyek. A városokban előforduló legnagyobb pollenmennyiséget a városszéli parlagon hagyott területek, elhanyagolt ipari területek, vagy az allergizáló fák (pl. mogyoró, platán, éger, kőris, nyár, stb.), nem pedig a városi rétek okozzák.



Forrás: <https://greenfo.hu/hir/a-varosi-meheszete-a-jovo/>

#### 14. ábra: Ljubljanai méhkaptárak lapostetőn, illetve parkban

- A vadvirágos réteket sokan elhanyagolt, gazos területnek nézik: tisztában kell lenni azzal, hogy a réteken élő növények virágzása nem folyamatos, és van olyan aspektusuk, mikor „csak” zöldek. Ezen kívül a vadvirágok egy része alacsonyabban megbújva virágzik, és nem is mind hoz szembetűnő méretű, vagy színű virágot. Legtöbbjük aprócska virágai a magasabb, épp nem virágzó társaiktól kevésbé láthatók. A méhlegelő kívánatos növényei nem szeretik a folyamatos kaszálást, ezért nem néznek ki úgy a városi rétek, mint a megszokott, kertészek által gondozott városi virágágyások.
- A méhlegelő kullancstanya: nem jobban, mint a saját kert, a lombhullató erdők, vagy a közparkok. Mivel a kullancsok gyakorlatilag bárhol előfordulnak, a városi rétek ezt a lehetőséget nem növelik tovább.
- Több méhcsípés: A méhek nem támadnak emberre, csípésre csak akkor kerül sor, amikor veszélyben érzik magukat, hiszen a csípés következtében a méh elpusztul. Abban az esetben, ha nem háborgatjuk őket, ők sem bántanak minket, így a méhcsípésre allergiásoknak nincs az átlagosnál több félnivalójuk. Ezen kívül az is kiemelő, hogy a méhlegelő elnevezésben a méh nem csupán a mézelő méhre (*Apis mellifera*) utal, hanem arra a sok más méhfajra, akik darazsakkal, legyekkel, bogarakkal, lepkékkel kiegészülve közel húszszer fajjal az európai kontinensen a beporzás igen fáradságos munkáját végzik, s fő céljuk nem az emberi fogyasztásra alkalmas méz előállítása, hanem a virágos növények fennmaradása, szaporodásának biztosítása. Így a vadvirágos városi rétek nem csupán a méheknek, hanem sok más hasznos rovarfajnak is életteret jelentenek.

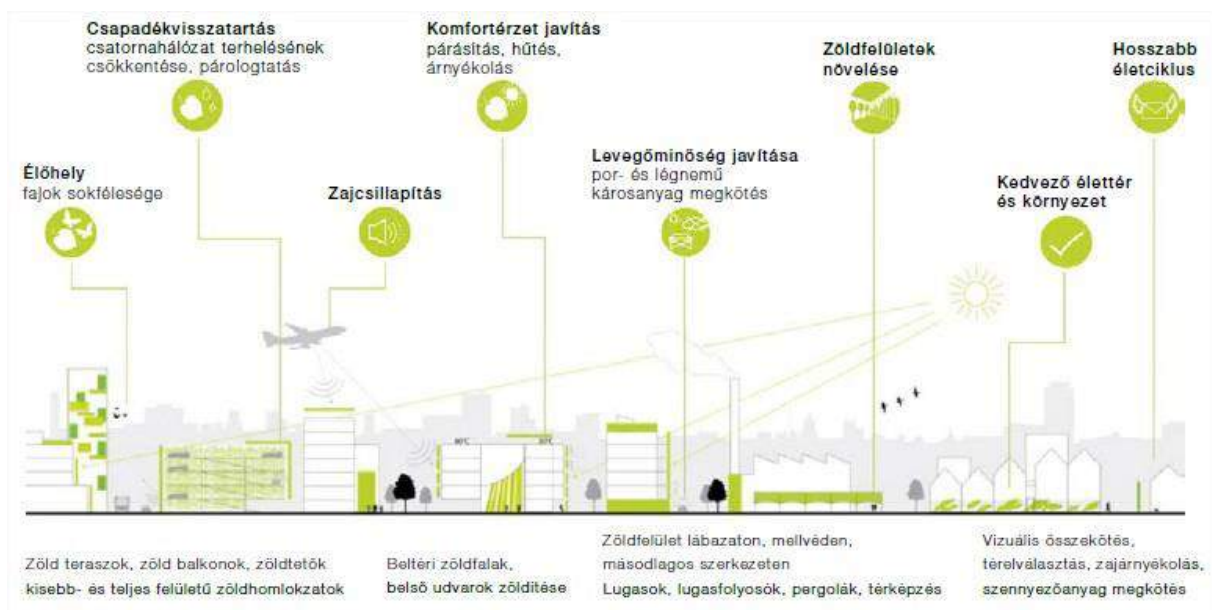
Több külföldi nagyváros példája után ma már Magyarországon is vannak kezdeményezések a városi méhészkedés meghonosítása érdekében. Így pl. Budapest XII. kerülete csatlakozott a nemzetközi BeePathNet hálózathoz, amelynek keretében a kerület erdős, mezős, természetes környezeti adottságaira építve minél nagyobb számú érdeklődőt igyekeznek a méhészkedésbe

bevonni. Hasonló kezdeményezésekkel Veszprémben, Szegeden, vagy Hódmezővásárhelyen is találkozhatunk.

## 5.2. A ZÖLD INFRASTRUKTÚRA ALTERNATÍV MEGOLDÁSAI

A sűrűn beépített városok, ezen belül elsősorban a zsúfolt belvárosok hely hiányában sokszor nem adnak lehetőséget arra, hogy a hagyományosnak tekinthető növénytelepítések (parkok, kertek, útmenti fasorok, járdaszigetek, allék stb.) megoldhatók legyenek. A kialakult városszövet miatt elsősorban csak magánterületeken, a belső udvarokban vagy a tömbbelsők kibontásával lehetne növelni a zöldfelületet. Emiatt alternatív megoldások születnek, mint pl. a gyepesített villamos sínpálya Szegeden, illetve Budapesten az 1-es és 3-as villamos útvonalán, vagy Budapest VII. kerületében megfigyelhetők kúszónövényekből kialakított „fapótló” elemek. Egyre több településen fedezhetők fel virágos oszlopok és változatos térbeli megjelenésű és méretű zöldfal-installációk.

A helyszűke miatt fontos szerep hárul azokra a megoldásokra, amelyek nem igényelnek plusz helyet, ugyanakkor hasonlóan pozitív szerepet tudnak betölteni a városi klímaadaptáció során (15. ábra), mint pl. a parkok, fasorok. Ezek között alapvetően kétféle megoldás létezik: a zöldtetők, illetve a zöldhomlokzatok.



Forrás: Zöld infrastruktúra füzetek 2.

### 15. ábra: Épületeken kialakított zöldfelületek előnyei

#### 5.2.1. ZÖLDHOMLOKZATOK

A zöldhomlokzatok egyes típusainak nagy múltja van hazánkban is, hiszen a borostyánnal, vadszőlővel befutattott épületek és tűzfalak még a sivár épített környezetet is kellemesebbé, üdőbbé teszik. Az alternatív zöldhomlokzat-létesítési és -építési módszerek nálunk még gyerekcipőben járnak, jóllehet ezek a szerkezetek a napjainkban épülő irodaépületek szinte elengedhetetlen elemei.

A zöldhomlokzatok közvetlenül az épületek falára, vagy attól kis távolságra (30-40 cm) kialakított futtatóközre felfutó növényzetet jelentenek. Meg kell különböztetnünk a zöldfalaktól, amelyek függőlegesen, „fal-szerűen” kialakított növényzetet – sövényt, kerítést, zöld térfalat – jelentenek.

Zöldhomlokzatok esetén az épületek homlokzati (külső térelhatároló, függőleges vagy a terepsík felé döntött közel függőleges) felületeire telepítenek növényeket. Megfelelő technológia megválasztásával szinte bármilyen falszerkezet esetén kialakíthatók. A különböző típusokkal, vagy akár azok együttes alkalmazásával rendkívül változatos megjelenésű függőleges zöldfelületek hozhatók létre (16. ábra).



Forrás: Zöld infrastruktúra füzetek 2.

### 16. ábra: Példák zöldhomlokzatokra

A zöldhomlokzatokhoz köthető előnyök az alábbiak:

- ökológiai előnyök

- Mikroklíma befolyásolása: a növények az általuk felvett vízmennyiség mindössze 1–2%-át használják fel élettani folyamataikhoz, a többit elpárologtatják. A párologó víz hőt von el a levegőből, ezért annak hőmérséklete csökken. A Debreceni Egyetemen 2013-ban lefolytatott kutatás kimutatta, hogy a nyári 3 hónap alatt az egynyári növényekkel telepített zöldhomlokzatok párologtatása akár 250–350 liter/m<sup>2</sup> is lehet. A hűtő hatás természetesen annál erőteljesebb, minél nagyobb, kiterjedtebb a levélfelület. Már 100–200 m<sup>2</sup>-nyi zöldfelület is érezhető hűtőhatással rendelkezik, melynek révén akár 3–4 °C léghőmérséklet-különbség is kialakulhat a zöldfelület környezetében.
- Levegőminőségre gyakorolt hatás: finompor (PM10, PM2,5) megkötése, légnemű károsanyagok megkötése, oxigéntermelés. A növények a fotoszintézis során szén-dioxidot használnak fel és oxigént bocsátanak ki. Egy 10–15 cm vastag levélszőnyeget alkotó borostyánfal esetén a falfelület minden egyes négyzetméterén 3–5 m<sup>2</sup> levélfelület található. Ennek oxigéntermelése évente kb.

1,7 kg is lehet (Schröder, 2008), valamint egy konténeres előnevelt borostyán zöldfal esetén évi 2,4 kg szén-dioxid megkötését mérték levélfelület m<sup>2</sup>-enként.

- Biodiverzitás növelése: az épületek felületein kialakított zöldfelületek számos állatfaj számára otthonként szolgálhatnak, átteleléshez, szaporodáshoz optimális környezetet, védelmet, sőt élelmet biztosíthatnak.
- társadalmi-gazdasági hatások
  - A sűrűn beépített városi környezetben megjelenő zöldfelületek megnyugtató, természetközeli élményt idéznek, jelentősen csökkentik a stresszt, javítják az életminőséget.
  - A függőleges zöldfelületek esztétikai hatásai fokozottan érvényesülnek, hiszen például a zöldtetőkhöz képest sokkal inkább szem előtt vannak, jobban láthatók.
  - A zöldhomlokzatok függőleges közösségi kertként való kialakításával (haszonnövények telepítése is lehetséges) bevonhatók a lakók is a fenntartásba, így helyi közösségek alakulhatnak ki.
  - A kedvező műszaki tulajdonságok az épület üzemeltetésével, a homlokzat felújításával kapcsolatos költségeket csökkenthetik, ami az épület teljes életciklusának tekintetében igen kedvező.
  - A kúszónövényekkel kialakított zöldhomlokzatok fenntarthatóság szempontjából is kedvezők (pl. a szén-dioxid elnyelés révén csökkentik az épület szén-dioxid kibocsátását), különböző számítások alapján gazdasági megtérüléssel is számolni lehet.
  - Ingatlanérték-növelés
  - Branderősítés, turisztikai vonzerő: a világ számos pontján a különösen látványos zöldhomlokzatok számos előnyük mellett turisztikai célponttá is váltak/válnak. Jó példa erre a milánói Bosco Verticale (Függőleges Erdő), ami mára a városi zöld infrastruktúra ikonikus épületévé vált (17. ábra).



Forrás: szerző felvétele

**17. ábra: Bosco Verticale, Milánó**

- műszaki előnyök

- Csapadék elleni védelem: A burkolatként kialakított, zárt felületet adó függőleges gyökérszónás és ültetőedény-soros rendszerek védik a hátszerkezetet a csapadéktól, így a hátszerkezet akár száraz is maradhat.
- Energetikai szerep: *Nyári hővédelem*; Egy külső fal felületi hőmérséklete anyagától, színétől függően nyári napokon jelentősen a léghőmérséklet fölé, akár 40–60 °C-ra is emelkedhet a déli órákban. A növények a külső léghőmérsékletnél jellemzően nem melegednek fel jobban, míg a növényzet mögötti falszerkezet felületi hőmérséklete a léghőmérséklet alatt marad. A növényzet árnyékoló, hűtő hatása a beltér hőkomfortjára, adott esetben hűtésére is komoly hatással van. Különösen fontos ez üvegezett felületek esetén. A beltéri alacsonyabb léghőmérséklet adott esetben már a növényalkalmazás révén előállhat, illetve a megfelelő beltéri hőkomfort eléréséhez kevesebb energiabevitelre van szükség. *Téli hővédelem*; A növényzet (és szerkezeti elemei) védőernyőként szolgál a homlokzat előtt. Ez azt jelenti, hogy sugárzásos hőcsere a külső falfelület és a legfeljebb léghőmérsékletre hűlő növényfelület között jön létre. Így a falszerkezet hőmérséklete magasabb, mint a léghőmérséklet, ami jelentősen csökkenti a hőveszteséget. Emiatt korábban már pusztán örökzöld kúszónövények alkalmazása esetén is akár 5–38%-os fűtési megtakarítást is feltételeztek.
- Élettartam növelés: A növények levelei (és a kiegészítő szerkezetek) által létrehozott „zárt” felület védi a hátszerkezetet a nap UV-sugárzásától, azaz annak öregítő hatásától. A csapadék és az UV-sugárzás elleni védelemnek köszönhetően megfigyelhetők olyan kúszónövénnyel borított homlokzatok, melyeket 30-70 év alatt sem kellett a növényzet mögött felújítani. Tapasztalatok alapján a festett falak, vakolatok élettartama akár 2-3-szorosára is nőhet.
- Hangszigetelés: a levelek képezte „rendezetlen felület” elsősorban hangcsillapítási/hangelnyelési képességével csökkentheti a köztereken kialakuló közlekedési zajt/hangnyomásszintet.

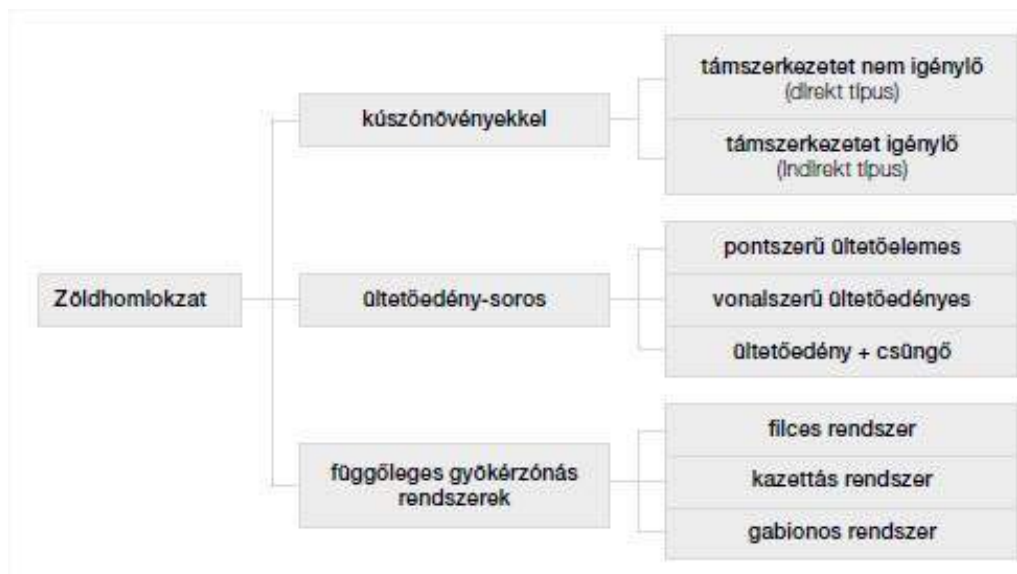
Hasonlóan sok más újdonsághoz, a zöldhomlokzatokkal kapcsolatban is számos tévhit él a lakosság körében, ami alkalmazásuk elterjedése ellen hat. Ezért ezeket a félelmeket kezelni kell, amelynek legjobb módja a széleskörű tájékoztatás. A leggyakoribb tévhit a következők:

- Zöldhomlokzatot bárki tud tervezni és kivitelezni. A megfelelő műszaki és kertészeti szakértelem nélkül létrehozott zöldhomlokzatok könnyen csalódást okozhatnak. Különösen igaz ez a függőleges gyökérszónás, vagy ültetőedény-soros zöldhomlokzatokra.
- A növényzet károsítja a homlokzatot. Egyes kúszónövények valóban károsíthatják a homlokzatot, de kizárólag abban az esetben, ha a homlokzat már a befuttatás előtt hibás volt. A növényzet az általános vélekedéssel ellentétben védi a homlokzatot.
- A növények mögött nedvesebb lesz a falszerkezet. A valóságban ennek éppen az ellenkezője igaz: a zöldhomlokzatok inkább „védőernyőként” működnek és egyetlen típus sem vezet több nedvességet a falszerkezethez, mint bármilyen más burkolat. Persze, ha az épület falszerkezetei már korábban is nedvesek voltak, akkor zöldhomlokzat kialakításával romolhat az állapot.



- Nem kívánt élőlények jutnak be a belső terekbe. Kúszónövény használat esetén támszerkezet kialakításával, a fal és a növényzet közötti nagyobb távolsággal és/vagy a növény rendszeres metszésével elkerülhető, hogy rágcsálók másszanak fel.
- A zöldhomlokzatok drágák. A különböző függőleges zöldfelületek, rendszerek megvalósítási költségei nagyon nagy eltérést mutatnak, akár csak a mai építészetben alkalmazható különböző homlokzati megoldások. A hazai és nemzetközi tapasztalatok szerint az alulárzás és túlárzás a tervezési fázisban majdnem ugyanolyan gyakran előforduló hiba.
- A zöldhomlokzat ápolási igénye, karbantartási díja magas. Az ápolási és karbantartási igények, valamint ennek nagyságrendje és költségei nagyon eltérő mértékűek lehetnek. Általánosságban elmondható, hogy a kúszónövényekkel kialakított zöldfalak üzemeltetése alacsonyabb költségű, mint a többi rendszeré.
- A zöldhomlokzatok szemetelnek. A lombhullató zöldhomlokzatokon sem keletkezik több lehulló növényi rész, mint bármelyik fán, vagy cserjén. Örökzöld növényekkel telepített zöldhomlokzatokon lehulló növényi részek pedig csak kis mennyiségben keletkeznek, ami gyakorlatilag észrevétlen marad.
- Rendezetlen, nem attraktív téli kép. A rendezetlen látvány leggyakrabban a lombhullató kúszónövényekkel kialakított zöldhomlokzatokkal kapcsolatban merül fel. Valóban, a lomb elvesztésével láthatóvá válik a bonyolult ágrendszer, ahogy a fák és bokrok esetén is, ott mégsem érezzük ezt rendezetlennek, vagy elhanyagoltnak. A sokféle technológia közül választva lehetőség van örökzöld növények vagy télen is látványos növények alkalmazására is.
- Betörésveszély. A felkapaszkodás megakadályozása érdekében lényeges a fajválasztás, a fenntartás, a zöldhomlokzat típusának megválasztása, vagy javasolható a zöldhomlokzatot olyan magasról indítani, hogy ez ne következhesen be.

A zöldhomlokzatok kialakítására számos lehetőség kínálkozik, amelyeket a 18. ábra foglal össze.



Forrás: Zöld infrastruktúra füzetek 2.

**18. ábra: Zöldhomlokzatok típusai**

A továbbiakban ezekre a típusokra mutatunk példákat ábrák segítségével (19-26. ábrák).



Forrás: <https://siposgazda.hu/blog/kertunk-titkai/borostyan-a-fogvatarto-szepseg>

**19. ábra: Támszerkezetet nem igénylő, direkt típusú zöldhomlokzat kúszónövénnyel (borostyán)**



Forrás: Zöld infrastruktúra füzetek 2.

**20. ábra: Támszerkezetet igénylő, indirekt típusú zöldhomlokzat kúszónövénnyel (vadszőlő)**



Forrás: Zöld infrastruktúra füzetek 2.

**21. ábra: Pontszerű ültetőelemes zöldhomlokzat**



Forrás: Zöld infrastruktúra füzetek 2.

**22. ábra: Vonalszerű ültetőedényes zöldhomlokzat**



Forrás: Zöld infrastruktúra füzetek 2.

**23. ábra: Ültetőedény + csüngő típusú zöldhomlokzat**



Forrás: Zöld infrastruktúra füzetek 2.

**24. ábra: Függőleges gyökérzónás filces rendszer**



Forrás: Zöld infrastruktúra füzetek 2.

**25. ábra: Különböző kazettás rendszerekkel megvalósult zöldhomlokzatok**



Forrás: [https://ezermester.hu/cikk-6548/Gabion\\_kokosaras\\_epitmenyek](https://ezermester.hu/cikk-6548/Gabion_kokosaras_epitmenyek)

## 26. ábra: Függőleges gyökérszónás, gabionos rendszerű zöldfal elem

A zöldhomlokzatok tartóssága érdekében figyelembe kell venni, hogy csak megfelelő szakértelemmel, jó minőségű alapanyagokkal és növényekkel, a tervezési és fenntartási munkálatokra való odafigyeléssel érdemes a zöldhomlokzatokat megvalósítani. Sok esetben több olyan hiba is felmerülhet, amelyek a kialakítás kudarcát vonják maguk után. A leggyakoribb okok, amelyek a zöldhomlokzatok meghibásodásához, adott esetben tönkremeneteléhez vezethetnek, az alábbiak:

- Alulárzott vagy teljesen hiányzó üzemeltetési költségek
- Nem megfelelő támrendszer alkalmazása
- Statikai problémák
- Nem megfelelő szakképzettséggel rendelkező szakemberek alkalmazása
- Növényválasztási hibák
- Nem megfelelő ültetőközeg alkalmazása
- Nem megfelelő méretű gyökértér
- Gyökérkonkurencia figyelmen kívül hagyása
- Homlokzati hibák és sérülések eltakarása kúszónövényekkel

### 5.2.2. ZÖLDTETŐK

A zöldfelületben szegény nagyvárosi környezetben a tetőfelületek egyik legkedvezőbb hasznosítási módját képezik a zöldtetők. A zöldtető lényegében a tető síkján mesterségesen létrehozott, biológiailag aktív, vegetációs felület.

Napjainkban a lapostetővel készülő lakóházak, irodaházak, üzletházak esetében általános igényné vált a tetőfelület zöldtetőként (tetőkertként) történő hasznosítása. A zöldtető alapterületével nő az épület és a telek kihasználtsága. A terepszinten lévő zöldterületektől függetlenül a tetőn létrehozott zöldterület ténylegesen növeli az épített környezet (település) zöldfelületeinek arányát. (Lényegében úgy tekinthető, hogy a beépített területen egyébként megszűnő zöldfelület nem veszik el, csak magasabbra kerül.)

Épületek tervezése és engedélyeztetése során az előírásoknak megfelelő zöldtetők felületét a zöldterület részének tekintik, vagyis a telek zöldfelületi arányának meghatározásánál számításba veszik. A zöldtető léte tehát lényegesen növeli a hozzá kapcsolódó lakótér és az egész ingatlan értékét. A zöldtetők tényleges értéke azonban szinte felbecsülhetetlen.

A zöldtető növényzete az oxigéntermeléssel, a szén-dioxid, illetve a szálló por megkötésével, valamint a víz párologtatásával az ember (és minden élőlény) számára kedvező, egészségesebb mikrokörnyezetet biztosít a településen belül. Ezek a folyamatok javítják a levegő minőségét, így a városi környezet egyik legnagyobb problémáját orvosolják. A zöldtetők elterjedésével jelentősen mérsékelhető a települések levegőszennyezettsége.

A zöldtetőn létesített vegetáció a csapadék egy részének „felhasználásával” és a víz visszatartásával csökkenti és lassítja a lefolyó csapadékvíz mennyiségét, részben tehermentesítve így a település csatornahálózatát.

Épületszerkezeti szempontból a zöldtető olyan ökológiai védőréteget képez, amely önmagában hő- és hangszigetel. Emellett védi az alatta lévő szerkezeti rétegeket a hőhatástól, fagytól, a napsugárzástól, megfelelő védelmet biztosít a különböző mechanikai hatásokkal és a szél kedvezőtlen hatásaival szemben. Ezen kívül a kedvező megjelenést nyújtó zöldtetők (tetőkertek) az egész épület esztétikai értékét növelik.

Számtalan előnye mellett a zöldtetők hátránya a kialakítással járó magasabb költség (ezt azonban kompenzálja az értéknövekedés), valamint, hogy a zöldtetők növényzete jóval érzékenyebb, mint a terepszinten lévő természetes vegetáció, ezért folyamatos szakértő gondozást igényelnek.

Zöldtető létesíthető bármilyen, megfelelő teherbírással rendelkező lapostető felületen, rétegfelépítéstől függetlenül. Kertészeti (a telepített növényzet) és a tető használati szempontja alapján a zöldtetők két alapvető csoportra oszthatók: **extenzív és intenzív zöldtetők**.

Az extenzív zöldtetők (27. ábra) (ökotetők) alacsonyabb használati igényű tetőfelületek, melyek létesítése elsősorban ökológiai szempontok alapján, a növényeket (vegetációt) előtérbe helyezve történik. Az ilyen tetőfelületek emberi tartózkodásra általában nem alkalmasak, ezért nincs közvetlen (átjárható) kapcsolatuk a belső térrel. Közlekedni csak a karbantartás, gondozás céljából kialakított keskeny utakon (tipegőkön) lehet. Az extenzív zöldtető lényegében egy ökológiai védőréteg a tetőfelületen. A növényfajta választék determinált: pozsgások (szukkulensek) és szárazságtűrő fűfélék alkotják. Elsősorban funkcionális (vízvisszatartó, mechanikai védelmi és hőszigetelési) szempontok miatt használjuk, esztétikai értékük nem

közelíti meg az intenzív tetőkét. A növénytípusok (taxonok) kiválasztásakor az elsődleges szempontok a szárazságtűrés, minimális karbantartási igény, és a nagy regenerációs képesség. Magyarországon a varjúháj félék (sedumok) és egyéb pozsgás növények, szárazságtűrő fűfajták használatosak.



Forrás: <https://www.praktiker.hu/zoldtetok-amik-novelik-az-ingatlan-ertekek>

### **27. ábra: Extenzív zöldtető**

Az extenzív zöldtetők jellemzői:

- a talajréteg vastagsága 10-15-20 cm
- igénytelen (szárazságtűrő) telepített növényzet, amely minimális gondozást igényel
- a vegetáció öntözést és mesterséges tápanyag-utánpótlást (trágyázást) nem igényel
- kis terhelés (150-200 kg/m<sup>2</sup>)
- alacsony bekerülési és ráfordítási költség

Intenzív zöldtetők (28. ábra) (tetőkertek) esetében az egyedi használati igény határozza meg a telepített vegetációt és a térrendezést. Általában a talajszintű kerteknél is jellemző növényzetet (dísnövények, bokrok, kisebb fák) telepítenek, melyek rendszeres gondozást, öntözést igényelnek. Mivel nincs szerves kapcsolatuk a termőtalajjal, az ebből adódó nehézségek (vízelvezetés, víz-visszatartás, vízszigetelés, talajminőség leromlása) miatt szükséges tetőkerti rétegrend és speciális, intenzív tetőkerti ültetőközeg használata. Ezek segítségével a létrehozott kert nem csak használatában lehet megegyező a „természetes” földkapcsolatos kertekkel, hanem mind esztétikailag, mind élvezeti értékében egyenértékű azokkal. Az intenzív tetőkertek automata öntözése szükségszerű, de nem opcionális feladat. Az ültetőközeg nedvességtartalmának biztosítására nem elegendő a drénlemezben visszatartott csapadékvíz mennyisége, folyamatos utánpótlás biztosítása szükséges. Abban az esetben, ha az intenzív tetőkertek kb. 20 cm tetőkerti közeggel borítottak, csak gyeppel, vagy évelőágyások alakíthatók ki

rajta. A fák és a cserjék ültetéséhez általánosan szükséges a 40-200 cm közegvastagság, illetve gyakran helyezik el a fákat ún. mikrodombokban, hogy ezzel is nagyobb teret biztosítsanak a gyökérszóna fejlődéséhez. Intenzív zöldtetőre nem lehetséges minden, adott területen megélő fatípus ültetése, mert a kifejlett fa mérete és a gyökér agresszivitása determinálja a taxonok választékát. A fák ültetését a fejlett zöldtetős kultúrával rendelkező országokban már kizárólag felszín alatti gyökérrögzítő és stabilizáló rendszer segítségével telepítik, a karózás nem hatékony és hosszútávú megoldás.

Az intenzív zöldtetők jellemzői:

- a talajréteg vastagsága 25-100 cm (de előfordul 2 m vastag ültetőközeg is)
- a telepített vegetáció igényes (a környezeti hatásokra gyakran érzékeny) díszítő növényzet, amely állandó kertészeti gondozást igényel
- rendszeres öntözést és tápanyag-utánpótlást igényel
- jelentős terhelés (400-1500 kg/m<sup>2</sup>)
- emberi tartózkodásra alkalmas felület, ezért a leesés elleni védelmet meg kell oldani
- minden esetben közvetlen átjárható kapcsolat a belső térrel
- jelentős bekerülési és fenntartási költség



Forrás:

[https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011\\_0060\\_epitestudomany/content/02-III-05/01.scorml](https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011_0060_epitestudomany/content/02-III-05/01.scorml)

### **28. ábra: Intenzív zöldtető**

Az intenzív zöldtetők esetében szükség van a megfelelő tetőszerkezetre, ami miatt kialakításuk leginkább új építésű épületek esetében optimális. Utólagos kivitelezés esetén általában extenzív zöldtetők alakíthatók ki, miután a meglévő adottságok megszabják a kialakítható talajréteg vastagságát, a terhelhetőséget, stb.



A 29. ábra az intenzív zöldtetők általános rétegrendjét mutatja be, amely rávilágít az extenzív és az intenzív zöldtetők kialakítási lehetőségei közötti különbségekre is.



1	Növényzet	<b>Gyep, évelők, cserjék, fák</b>
2	Ültetőközeg	<b>Flóra Tect intenzív talajkeverék 20cm &lt;</b>
3	Szűrőréteg	<b>Szűrőfátyol FV 125</b>
4	Víztároló-és drénréteg	<b>Drén- és víztároló elem DSE 60 /burkolat alatt is átnyúló/</b>
5	Védőréteg	<b>Szigetelést védő geotextília SV 300</b>

Forrás: <https://zoldtetoepites.hu/zoldtetok-tipusai/>

**29. ábra: Intenzív zöldtetők általános rétegrendje**

## 6. VÁROSI CSAPADÉKVÍZ MENEDZSMENT

A napjainkban tapasztalható, klímaváltozáshoz kötődő hatások között városi szinten az egyik legnagyobb probléma a csapadékvízhez kapcsolódik. Természetesen ezt a kérdést sem lehet önállóan vizsgálni, hiszen a (csapadék)víz hiánya, vagy éppen túlzott mennyisége már önmagában is kettős nehézséget jelent. Ezen kívül a zöld infrastruktúra fenntartása, amely az egyik leghatékonyabb eszköz a városi adaptációban, igen szorosan összefügg a csapadékkal, így a kettőt egymástól elválasztani nem lehet.

Az urbanizáció több, káros hidrológiai hatással jár, amelyek között a csapadékvíz kezelése összetett problémát jelent. A káros hatások csökkentése érdekében a bevált jó gyakorlatokat (Best Management Practice), illetve a kis beavatkozással járó fejlesztéseket (Low Impact Development) egyaránt szem előtt kell tartani. Számatalan lehetséges megoldás létezik, amelyek közül az esetek többségében különböző megoldások együttes alkalmazása szükséges a hatékony problémakezelés érdekében. A hagyományosnak tekinthető megoldás a csapadékvízgyűjtő csatornák kiépítése. A hálózat kiépítése rendkívül költséges, ami a vízkezeléssel foglalkozó társaságokra, az önkormányzatra és a lakosságra egyaránt jelentős anyagi terhet ró. Ezen kívül nagy kérdést jelent a csatornák méretezése. Az elmúlt időszak villámárvizeket okozó csapadékeseményei rávilágítanak arra, hogy olyan szélsőséges mennyiségű csapadékhullásokra lehet a jövőben egyre gyakrabban számítani, aminek az elvezetésére a meglévő csatornahálózat kapacitása nem alkalmas.

A probléma összetettsége komplex kezelést igényel, amelynek érdekében szükség van a városi csapadékvízmenedzsment kialakítására. Ennek keretében olyan megoldások alkalmazhatók, amelyek rendszerben gondolkodva közelítik a problémát, és nem csupán arra koncentrálnak,

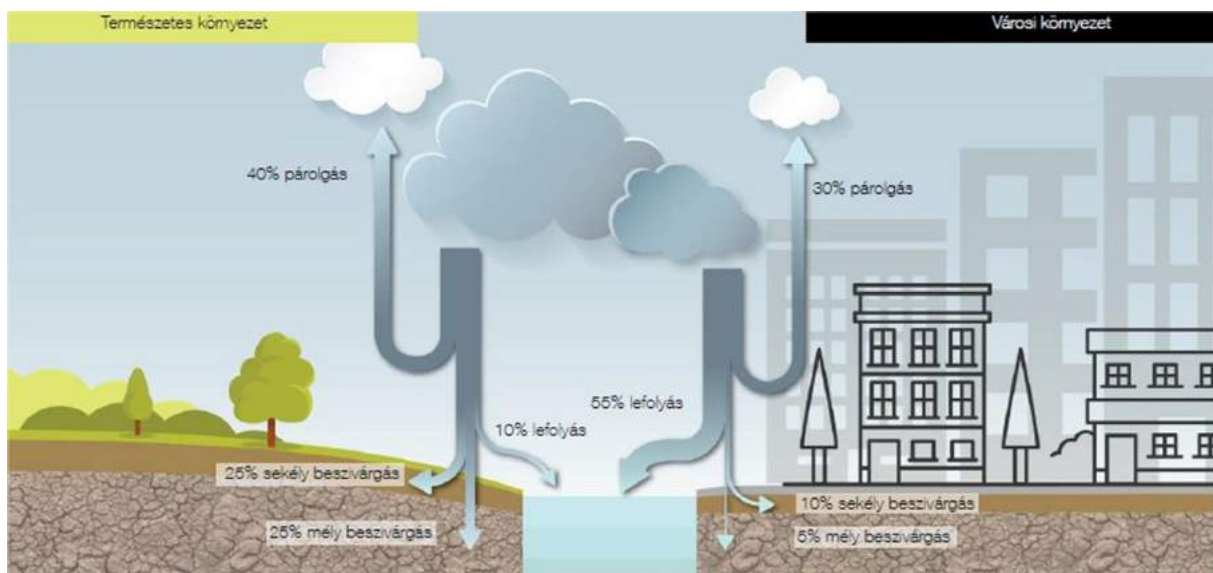
hogyan lehet a többletvíztől minél gyorsabban megszabadulni, illetve honnan lehet aszályos időszakokban öntözővízhez jutni.

A problémakör nemzetközi szinten már régóta ismert. A témával elsősorban azokban az országokban foglalkoztak korábban, ahol az éghajlat természetes jellemzője a rendkívül nagymennyiségű csapadékhullás, így pl. USA egyes területei, Nyugat-Európa óceáni éghajlatú térségei. Emiatt a lehetséges megoldások kidolgozása is ezekhez az országokhoz kötődik.

Városokban a probléma gyökere a burkolt felületek túlzott kiterjedése. A burkolatok megakadályozzák a csapadék talajba szivárgását, emiatt a teljes vízmennyiség elvezetésére van igény. Ez a megoldás azonban – amellett, hogy kivitelezhetetlen – a későbbiekben újabb nehézségeket okoz, hiszen csapadékszegény időszakokban a lehullott víz hiányozni fog, elsősorban a növényzet számára. Ezért a cél a csapadék talajba szivárgásának elősegítése. Ennek érdekében szükség van a burkolt felületek mennyiségének csökkentésére, vízáteresztő burkolatok alkalmazására, illetve olyan területek kialakítására, amelyek képesek a vizet ideiglenesen raktározni is.

### 6.1. A VÁROSI CSAPADÉKVÍZ-GAZDÁLKODÁS JELLEMZŐI

A városok klímaadaptációjának legtöbb témája a vízháztartás problémáival függ össze. A víz a beépítetlen területeken természetes körforgása során a felszínre hull, ahonnan nagy részben a talajba szivárog vagy elpárolog, valamint kisebb részben lefolyik egy mélyebben fekvő területre, vagy patakba. A talajba szivárgás során a talajszemcsék és a gyökerek között élő mikrobák megszűrik és megtisztítják a csapadékot. A párologás, lefolyás és beszivárgás természetes aránya jellemző egy adott területre, de ezt az egyensúlyt a városi környezet jelentősen felülírhatja (30. ábra).



Forrás: Zöld infrastruktúra füzetek 3.

### 30. ábra: A természetes és a városi vízkörforgás

A klasszikus városi csapadékvíz-kezelés célja, hogy a lehullott csapadékot a legrövidebb idő alatt összegyűjtse és egy közeli vízfolyásba juttassa. A városi felületek nagy része ezért burkolt

és áthatolhatatlan a csapadékvíz számára. A magas burkoltság van a legnagyobb hatással a vízkörforgásra: megakadályozza a talaj vízfelvételt és a talajvíz újratöltődését, amivel akár többszörösére is nőhet a lefolyás mennyisége. A gyorsan felszáradó felületeken radikálisan lecsökken a párolgás, ami a város melegedéséhez, a városi hősziget jelenség kialakulásához vezet. Ezt mindannyian megtapasztalhatjuk, ha összehasonlítunk egy forró nyári napon tett sétát egy parkban, illetve egy többsávos autópálya menti aszfaltjárdaán, ahol még a burkolat sötét színe is több fokkal emeli a hőmérsékletet.

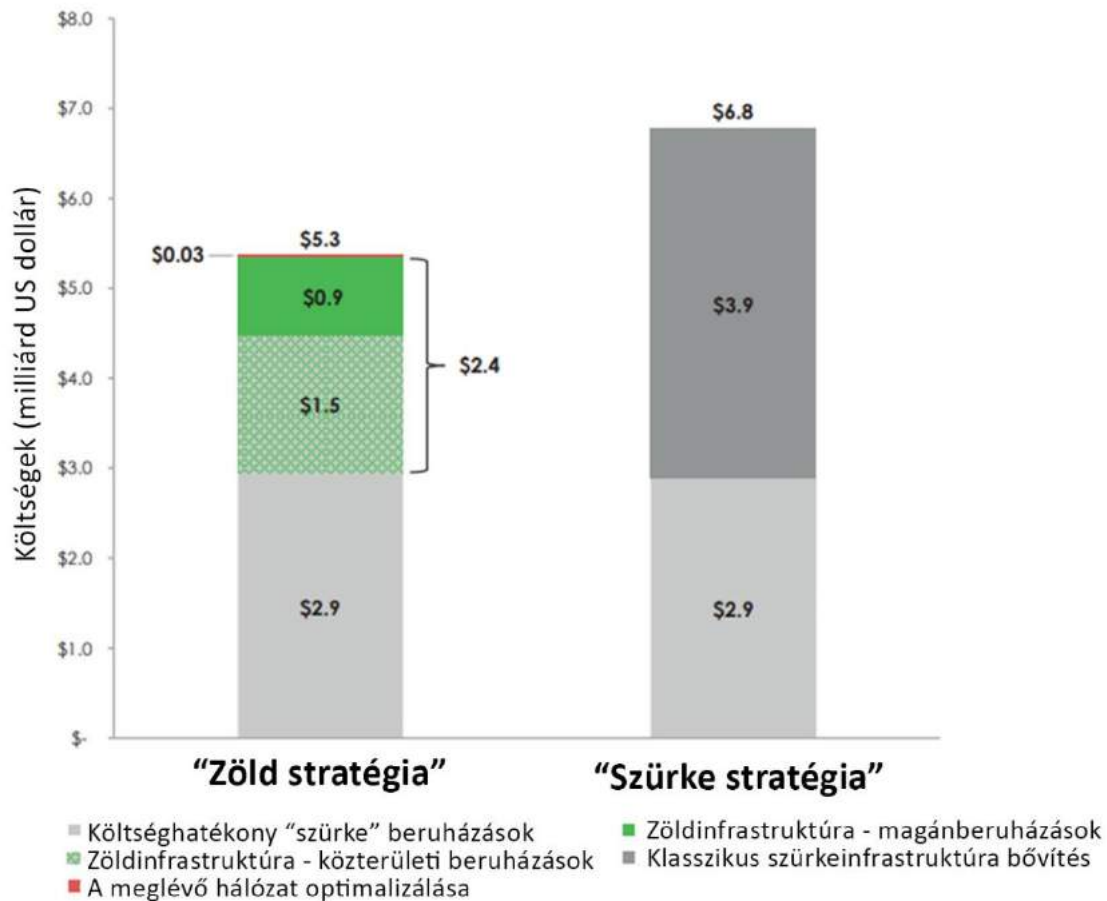
A csapadékvíz elszállítása egyesített, vagy elválasztott rendszerű csatornarendszerben történik. Az egyesített rendszer többnyire a 20. század közepéig épült városrészekben van használatban. Itt a csapadékvíz egy vezetékben halad a szennyvízzel, így tisztítás nélkül nem vezethető a folyókba. Nagy záporok esetén azonban a többszörösére duzzadó vízmennyiség meghaladja a szennyvíztisztító kapacitását és a többlet a túlfolyókon keresztül tisztítatlanul zúdul az élővizekbe. Az elválasztott rendszerrel a csapadékvíz már saját vezetékrendszerben halad, így nem keveredik a szennyvízzel, és tisztítás nélkül kerül a folyókba. Sajnos azonban a városi lefolyás közel sem tiszta: a csapadék az utakról és a levegőből nagy mennyiségű szennyeződést vehet fel, és újabban a különböző építőanyagokból kimosódó vegyszerek is egyre nagyobb figyelmet kapnak.

A növekvő burkolt felületek miatt a lefolyó vízmennyiség is folyton növekszik, ami egyre gyakrabban okoz villámárvizeket a patakok mentén, vagy akár városon belüli elöntéseket a csatornarendszer túlterhelődésének következtében. Az egyesített rendszer kiöntésekor fertőzésveszélyes szennyvízzel kevert esővíz is a felszínre kerülhet. A klímaváltozás következtében az esők intenzitása folyamatosan növekszik, ezért ezek a káresemények is gyakoribbá és jelentősebbé válnak. A világon egyre több város kutat alternatívák után az évről évre növekvő védekezési és helyreállítási költségek csökkentésére. A jelenlegi csatornarendszer kapacitásának növeléséhez a teljes rendszer átépítésére lenne szükség, ami a leggazdagabb országok számára is irreálisan drága vállalkozás.

A megoldás felismeréséhez a víz értékét felismerve a csapadékvíz-elvezetés helyett csapadékvíz-gazdálkodást kell használni alapelveként. Mint sok más esetben, itt is a természet szolgálhat példaként. Ha a természetes folyamatokat imitálva a lefolyás, beszivárgás és párolgás eredeti egyensúlyának helyreállítására törekszünk a csapadékvíz leérkezési helyéhez a lehető legközelebb, a víz elszállítása, és ezzel a teljes csatornarendszer feleslegessé válhat.

A lehulló csapadék egészének helyben tartásához jelentős méretű burkolatlan felületre van szükség, amely a meglévő beépítésekénél sajnos gyakran nem áll rendelkezésre. Az elérhető eredmény azonban így is jelentős lehet: a csapadék egy részének helyben tartásával a csatornarendszer tehermentesíthető és az elöntések jelentős része elkerülhetővé válhat. Elsőre nehéz elképzelni, hogy egy sűrű városi szövetben ez hogyan valósítható meg, azonban New York példája mutatja, hogy ez lehetséges.

New York 2010-ben részletes költségbecslést készítettett vízgazdálkodási problémáinak megoldásaira egy „szürke”, tradicionális infrastruktúra-fejlesztési és egy „kék-zöld”, a víz helyben tartására koncentráló alternatívát összehasonlítva (31. ábra). A zöld alternatíva a meglévő hálózat optimalizálásával hosszú távon olcsóbbnak bizonyult, mint a meglévő vízvezető hálózat bővítése, ezért a város e mellett tette le voksát és már tíz éve fejleszti következetesen zöldfelületei víztározóképeségét.



Forrás: New York DEP 2010.

### 31. ábra: New York város költségbeclése a hálózatbővítés két alternatívájára

Az elmúlt évtized digitális fejlődése mára lehetővé teszi, hogy a természetes, „low-tech” zöld-kék eszközöket „high-tech” megoldásokkal fűzzük rendszerbe. Ma már komplex digitális lefolyásszimulációk segítségével modellezhető a zöldfelületek vízvisszatartó képessége. A vízszintek és a vízminőség valós időben monitorozható, az egyes tározók túlfolyóit akár digitálisan is szabályozhatjuk. Így lesz a zöld-kék elemek láncolatából valódi infrastruktúra, amelynek kapacitása városi szinten is számítható és egy rendszerként kezelhető a meglévő vízelvezető rendszerrel.

A városi vízhálózatok természetes elemei a kisebb-nagyobb vízfolyások; patakok, folyók. Elsősorban a kisvízfolyások esetében találkozhatunk azzal a problémakörrel, amely azok elszennyezéséhez, szennyvízelvezető csatornáként használatához, illetve leburkolásához kapcsolódik. A világ számos nagyvárosában hajtottak végre revitalizációs projekteket az elmúlt években, amelyek azt a célt szolgálják, hogy ezek a vízfolyások megtisztulva, ismét felszínre kerülve („daylighting”) szerves részeit alkossák a városi vízkörforgásnak, ökoszisztémának, egyúttal rekreációs övezetként szolgáljanak (32. ábra). A kisvízfolyások „visszatermésztetése” Magyarországon is szükséges, amelyre már vannak példák, de ennek a gondolatnak a széleskörű elterjesztése még várat magára. Jelenleg a Budapesten (is) átfolyó Rákos patak helyreállítása az a projekt, amely nagyobb figyelmet kapott (33. ábra).



Forrás: <https://simple.wikipedia.org>

**32. ábra: A revitalizált Cheong Gye Cheon folyó Szöulban**

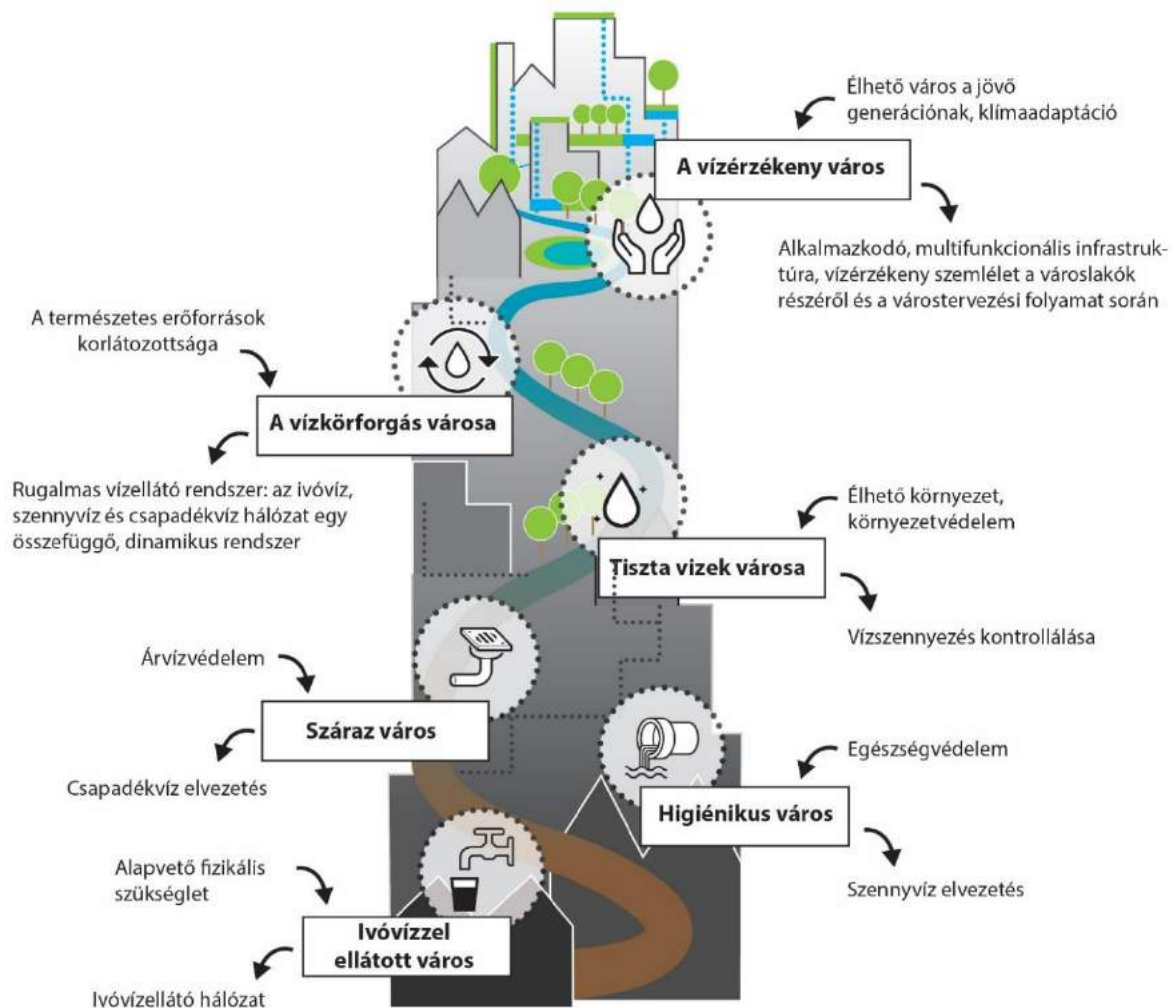


Forrás: [zuglo.hu/Subits-Tóth Gergő](http://zuglo.hu/Subits-Tóth Gergő)

**33. ábra: A Rákospatak átalakítás előtti és utáni szakasza Zuglóban**

Vízérzékeny város, szivacsváros, kék-zöld város, decentralizált csapadékvíz-kezelés, fenntartható városi csapadékvíz-gazdálkodás. Számos ilyen és ehhez hasonló nemzetközi szakkifejezéssel találkozhatunk, ha a települési csapadékvíz-gazdálkodás új irányairól olvasunk, ám alapelveik valójában roppant hasonlóak. Az egyik első tudományos vízió, amely nem csupán elveket, hanem egy komplex jövőképet határoz meg a városi vízgazdálkodás számára, a „Water sensitive cities”, azaz „Vízérzékeny városok” elmélet. Ez az Ausztráliában fogant gondolat később számos élenjáró város számára szolgált alapul a szemléletük átformálásában.

A „Vízérzékeny városok” elmélet hat fázist határoz meg a városok vízhez való viszonyának fejlődésében (34. ábra). A világ városai, fejlettségüknek megfelelően, ezek közül az első öt valamelyikébe sorolhatók be.



Forrás: Brown et al. 2008.

### 34. ábra: A „Vízérzékeny városok” elmélet városfejlődési fázisai

Európa városai már többnyire túljutottak az első három fázison: teljes ivóvízhálózattal, kiterjedt szennyvízgyűjtő rendszerrel és kidolgozott csapadékvíz-elvezető rendszerrel rendelkeznek. A negyedik, „Tiszta vizek városa” fázis a nyugat-európai országokban a nyolcvanas években, az ipari szennyezés kritikussá válásával kezdődött. A lakosok elvárásainak nyomására olyan technológiai fejlesztések indultak meg, melyek hatására ma sok európai vízfolyás, mint a Rajna vagy a Duna, radikális tisztulási folyamaton mentek keresztül. Az Európai Víz Keretirányelv céljától, hogy minden európai felszíni és felszín alatti víz minősége elérje legalább a „jó” minősítést, azonban még messze vagyunk.

A következő fázis a „Vízkörforgás városa” egy olyan szemléletet ír le, amit napjainkban már rengeteg szakember sürget és sok város dolgozik is a megvalósításán. A víz leghatékonyabb városi használatához a vízellátásnak, a szennyvíz-kezelésnek, a csapadékvíz-gazdálkodásnak és az árvízvédelemnek egyetlen dinamikus, összefonódó rendszert kell alkotnia. Az integrált

városi vízgazdálkodás segítségével komoly szinergiák érhetőek el: például az összegyűjtött csapadékvíz részben fedezhetné a lakóépületeken belüli vízhasználatot, vagy a kevésbé szennyezett szennyvíz tisztítása és hasznosítása lehetővé válhatna a kék-zöld infrastruktúra elemeiben. Egyes városok, mint Sydney, vagy Szingapúr már évek óta dolgoznak egy ilyen típusú rugalmas vízkezelési rendszer széleskörű kiépítésén.

Az utolsó, „Vízérzékeny város” fázist a világon még egy város sem érte el. Ebben az utolsó fázisban mind a lakosok, mind a tervezők tudatában lesznek a víz fontosságának és értékének, ezért figyelembe veszik azt mindennapi életük és a várostervezési folyamatok egésze során.

## 6.2. A CSAPADÉKVÍZ MENEDZSMENT FUNKCIÓI

A zöld-kék infrastruktúra elemei a természetes vízkörforgást modellezik. Négy fő funkciójuk a csapadékvíz **szikkasztása, tározása, elpárolgatatása és tisztítása**.

A lehulló csapadék azonnali visszatartásában a szikkasztásnak és a tározásnak van jelentős szerepe. A terület klíma-, domborzati és talajviszonyaitól függ, hogy a kettő közül melyik használata az előnyösebb.

### Szikkasztás

A legegyszerűbb eszköz a csapadékvíz szikkasztására egy sík vízáteresztő felület. Erre a legtökéletesebb pl. egy gyepfelület, amely egy kisebb eső csapadékát teljes egészében el tudja nyelni. A városban bizonyos területek burkolása elkerülhetetlen, de itt is használhatunk részben áteresztő burkolatokat. Amennyiben ez nem lehetséges valamilyen okból, úgy a különböző típusú vízáteresztő burkolatok nyújthatnak megoldást. A nem túl nagy népszerűségnek örvendő térkő ilyen szempontból sokkal jobb megoldás, mint az aszfalt: vízáteresztő zúzottkő alapozással képes áteresztetni a csapadékvíz 30%-át (35. ábra). Számos olyan új burkolattípus jelent meg az elmúlt években, melyek ennél is magasabb áteresztőképességgel bírnak, ha elsőre teljesen áthatolhatatlannak is tűnnek.

A Budapesten megjelent, és sok lakó által kifogásolt „körbebetonozott” fák valójában egy olyan stabilizált kavicsburkolatot kaptak, amely több mint 50%-os vízáteresztésre is képes és egyben védi a fa gyökérzónáját a talajtömörödéstől. A játszótereken használt gumiburkolatok megfelelő alapozással szintén hasonló áteresztőképességgel rendelkeznek.



Forrás: Csizmadia D. 2020.

**35. ábra: Példák vízáteresztő burkolatokra**

Ha nem áll rendelkezésre elég zöldfelület a csapadékvíz helyben tartására, a területet enyhén lesüllyesztjük. Így a víz ideiglenesen tározható a felületen, amíg néhány óra alatt elszikkad a talajba. Erre a legismertebb példa az egyszerű gyepes szikkasztóárok (36. ábra), aminek azonban rengeteg megjelenési formája lehet.



Forrás: Csizmadia D. 2020.

### **36. ábra: Széles, kaszkádos kialakítású szikkasztóárok Berlinben**

Egy esőkert ugyanezen az elven működik, ám gyep helyett látványos, előntéstűrő évelőkiültetés kerül a süllyesztett területre (37. ábra). A növények szerepe nem csupán a dekoráció. A gyökerek sűrűn átszövik a talaj felső rétegét, és az ebben a szövetben élő milliányi mikroorganizmus megszűri és tisztítja a csapadékot, mielőtt az a talajvízbe kerülne.



Forrás: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Es%C5%91kert>

### **37. ábra: Városi esőkert**



A szikkasztás még akkor is opció lehet, ha egyáltalán nem áll rendelkezésre vízáteresztő felület. Földalatti szikkasztótereket is létrehozhatunk nagy kapacitású szikkasztóládák, vagy egyszerűen kavicsal feltöltött területek segítségével. Ilyen zónák megfelelő statikai tervezéssel elhelyezhetők pl. egy parkoló, vagy tér alatt, és láthatatlanul elszikkaszthatják teljes épületek tető lefolyását. Ennél a megoldásnál azonban csak tiszta, vagy már tisztított csapadékvizet használhatunk, mert a szikkasztóelemek nem képesek a víz tisztítására.

### Csapadékvíz tározása

A szikkasztás hatékony, de bizonyos időt igénylő folyamat. Egy nagy zápor esetén ezért a csapadéknak jóval nagyobb része lerohan a felületről, mielőtt elszikkadhatna. Ilyen esetben jó szolgálatot tesznek a víztározó megoldások. Ezek funkciója lehet a hosszútávú, vagy a rövidtávú víztározás.

A hosszútávú tározás történhet felszíni (felszíni esőgyűjtő tartályok, víztározó tavak), vagy felszín alatti (víztározó tartályok, ciszternák) eszközök használatával. Egy víztározó tó nagy mennyiségű csapadékot képes tározni, és emellett egy városi park fő attrakciójává is válhat (38. ábra). Magyarország klímáján a forró nyarak során igen magas a nyílt vízfelületek párolgási vesztesége, ami egyrészt előnyös, mert intenzíven hűti a környezetet, másrészt viszont ebben az időszakban vízpótlásra is szükség lehet. A hosszú távú tározás lehetővé teszi a csapadékvíz hasznosítását is.



Forrás: <https://hiros.hu/>

### **38. ábra: Városi víztározó tó (Benkó Zoltán Szabadidőközpont, Kecskemét)**

A rövidtávú tározók csupán egy-két órás időtartamra tartják vissza a csapadékot, amivel a cél a lefolyás időtartamának elnyújtása és a csatornarendszer túlterhelődésének megakadályozása. Erre szolgáló mély, gyepes medreket gyakran láthatunk autópályák mellett is. Egy érdekes új városi eszköz az úgynevezett „water square”, azaz víztározó tér (39. ábra) kialakítása, amely sűrű városi beépítés esetén is lehetőséget nyújt nagy mennyiségű víz ideiglenes visszatartására. Gyakori megoldás a sportpályák lesüllyesztése is, melyek így esőzés esetén víztározó medencévé alakulhatnak.



Forrás: [www.publicspace.org](http://www.publicspace.org)

### **39. ábra: Időszakos víztározásra tervezett tér (water square) Rotterdamban**

#### Csapadékvíz elpárologtatása

A párologtatás növelésének legegyszerűbb eszközei a zöldfelületek, és főleg a nagy lombfelületű fák telepítése. Egy kifejlett tölgyfa napi 400 liter vizet képes felvenni és elpárologtatni, amivel intenzíven hűti a környezetét.

De a zöldtetők és a zöldhomlokzatok is elsősorban az épületek hűtésében játszanak szerepet, akár feleslegessé téve a légkondicionáló telepítését. Emellett egyéb érdekes kísérleti megoldások is léteznek: a párologtató árok az esőkerthez hasonló megoldás, amelyben vízparti környezetet kedvelő növények kapnak helyet. Ha a növények gyökérszónáját folyamatosan nedvesen tartjuk, a növényeken és a talajon keresztül nagyarányú párologtatót érhetünk el. A szökőkutak, díszmedencék szintén nem csak a kellemes látvány miatt illenek a belvárosba: a nyílt vízfelületek bírnak a legnagyobb párologtatókapacitással (40. ábra).

#### Csapadékvíz tisztítása

A természetes víztisztítás speciális vegetációjú és talajszerkezetű szűrőárkokban, vagy nagyobb méretű mesterséges mocsárszónákban valósítható meg. Nyugat- és Észak-Európában már elterjedt megoldásnak számít az új beépítések esetén ilyen területek létrehozása, többnyire a burkolt területekről lefolyó csapadékvíz tisztítására (41. ábra).



Forrás: Csizmadia D. 2020.

**40. ábra: Vízgyűjtő medence, amely a környező sűrű beépítés tetővizét gyűjti, tisztítja és párologtatja**

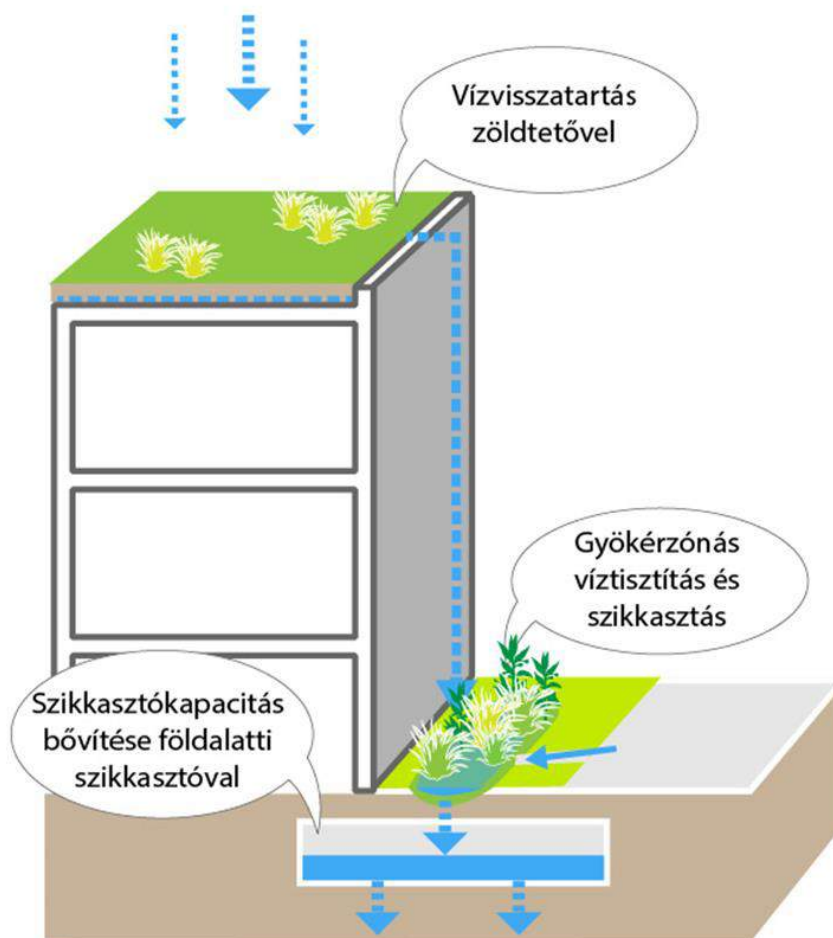


Forrás: Csizmadia D. 2020.

**41. ábra: Egy új lakónegyed györkérzónás víztisztítója Malmöben**

A felsorolt eszközök általában egyszerre több funkciót is betöltenek, például egy tó egyszerre tározza és párologtatja a csapadékot. A kék-zöld infrastruktúra elemek komoly előnye a csatornarendszerrel szemben a decentralizáltságból adódó könnyű fejleszthetőség. Ha szükséges, bármikor adhatók új elemek a rendszerhez, és ezzel nem terhelhetjük túl a hálózatot.

A megoldások hatékonyságát növelhetjük, ha láncba fűzzük őket. Több azonos funkciójú elem, például szikkasztóárkok összefűzése a csapadék elosztását, és így a maximális kapacitás kihasználását segíti. Különböző funkciójú elemeket összefűzve teljes tisztítási-tározási-szikkasztási láncokat hozhatunk létre, amivel maximalizálhatjuk a kék-zöld infrastruktúra előnyeit (42. ábra).



Forrás: Csizmadia D. 2020.

#### 42. ábra: Láncba fűzött kék-zöld infrastruktúraelemek

A sikeres kék-zöld infrastruktúra tervezés tehát nem csupán egymástól függetlenül működő elemek összességét jelenti, hanem egy vízgyűjtő szintű stratégiát igényel.

## 7. A ZÖLD-KÉK INFRASTRUKTÚRA MEGVALÓSÍTÁSÁNAK JÓ GYAKORLATAI

### 7.1. NEMZETKÖZI JÓ GYAKORLATOK

A klímaváltozás hatásai világszerte kihívást jelentenek. A negatív következményekhez történő alkalmazkodás terén vannak országok, amelyek előrébb járnak a többinél. Ezeket a nemzetközi jó gyakorlatokat érdemes példának tekinteni, és a hazai lehetőségekhez mérten átvenni, megvalósítani azokat, amelyek a magyarországi körülmények közepette is működőképesek.

Ezek a megoldások elsősorban a zöld-kék infrastruktúra témakörébe tartoznak. Ennek elemei a természetes vízkörforgást modellezik, tehát azokból a megoldásokból építkeznek, amelyek a természethez való visszatérést, a természetben működő folyamatok alkalmazását jelentik.

New York-ban a zöldtetők felé fordul a legnagyobb figyelem. Rendeletet hoztak arról, hogy az új lakó- és gazdasági épületek száz százalékára elvárás a zöld, vagy napelemes tető telepítése, míg a többi városban a tető csupán 25–50 százalékának befedését írják elő. Tehát minden új épület-, valamint lakástulajdonos, aki a meglévő tetőszerkezetét felújítja, köteles lesz zöld infrastruktúrába beruházni.

Természetesen az ilyen típusú beruházások New York-ban sem olcsók, ezért a város ösztönzési programokkal segítene fedezni a költséget, ezen felül a zöldtető telepítéséhez négyzetlábanként 15 amerikai dollárral növelnék meg az ingatlanadó kedvezmény mértékét. Ez a támogatási rendszer azt is jelzi, hogy a városi önkormányzat elkötelezett a klímavédelmi törekvések mellett, amely hozzáállás elengedhetetlen a sikeresség érdekében. „Meggyőződésünk, hogy a zöld infrastruktúra kulcsszerepet játszik a jövő egészségesebb, és fenntarthatóbb városainak életében.” – nyilatkozta az önkormányzat.

Az előremutató kezdeményezés egyik zászlóshajója a Barclays Center – ami a legnagyobb, sportlétesítményt fedő zöldtető –, amelynek tetőzete évente közel 2 millió gallonnal csökkenti az esővíz elvezetést (43. ábra).



Forrás: <https://www.shutterstock.com/search/barclays+center>

**43. ábra: Barclays Center zöldtetője, New York**

Emellett New York-ban célkitűzés, hogy 10 percen belül elérhető legyen zöldterület minden városlakónak. New York a városi méhészet terén is élen jár, valamint a városi zöldterületeket oly módon is növelik, hogy a használaton kívüli (barnamezős) területeket – mint pl. a High Line magasvasút nyomvonala Manhattan-ben – zöldítik, rekreációs területekké alakítják (44. ábra).



Forrás: <https://metroprimaryresources.info>

#### **44. ábra: High Line magasvasút, mint zöldfolyosó, Manhattan**

Osloban a környezetbarát közlekedésre helyezik a hangsúlyt a klímaváltozás elleni küzdelem során – hasonlóan több ország nagyvárosához. Különbség más városokhoz – pl. Londonhoz, Bécshez – képest, hogy nincs megtiltva a belvárosba behajtás. Ugyanakkor mégsem jellemző a belvárosban az autóval közlekedés, ugyanis ezt gyakorlatilag értelmetlenné tették. A belvárosban nem lehet leparkolni (760 parkolóhelyet számoltak fel fokozatosan), a tömegközlekedést ezzel párhuzamosan fejlesztették. Ezzel együtt elsősorban nem a tömegközlekedésre akarták áttérni az embereket, hanem a gyaloglásra és a kerékpározásra, és csak a harmadik helyen szerepel a tömegközlekedés.

A közlekedés átalakítására több nagyváros is külön figyelmet fordít. Londonban már 2003-ban bevezették a belvárosi úthasználati díjat, amelynek összege 5 font (kb. 2 ezer Ft), és ez jelentős visszatartó erőt jelent a belvárosba hajtáshoz. Az intézkedés sikertörténeté vált, aminek eredményeképpen a Tower Bridge és a Hyde Park közötti mintegy 20 km<sup>2</sup>-es terület levegője lényegesen tisztult, egyharmadával csökkent a porképződés, a városi kassza pedig évente 100 millió euróval gazdagodik, amit teljes egészében a tömegközlekedés fejlesztésére fordítanak.

Pontevedra (Spanyolország, lakosságszám: 83 ezer fő) polgármestere, kinevezése után sétálóutcává alakította a 300 ezer m<sup>2</sup>-nyi középkori városközpontot. Később kiterjesztették az autómentes övezetet, így a belvárosban egyáltalán nem lehet áthaladni autókkal, csak a város szélén, illetve a föld alatt kialakított parkolóban lehet otthagyni a járműveket. Ennek következtében 2009 óta egyetlen ember sem halt meg közlekedési balesetben a belvárosban, a széndioxid kibocsátás 70%-kal csökkent. A korábbi autóutak közel háromnegyedét már gyalog vagy biciklivel teszik meg az emberek, és miközben a régió többi városában fogy a népesség, Pontevedrában 12 ezerrel nőtt a lakosok száma.

Barcelonában 2020 január elsején bevezették Európa legnagyobb kiterjedésű tilalmi zónáját a szennyező autók számára, ami szinte az egész város területét lefedi a maga 95 km<sup>2</sup>-ével. Az intézkedéssel három éven belül 125 ezerrel szeretnék csökkenteni az autók számát Barcelonában, és azt remélik, hogy a zónában négy éven belül 20%-kal csökken a légszennyezés.

Amszterdam szintén a belvárosi közlekedés átalakítását helyezi a középpontba. Az elmúlt időszakban 10 ezer parkolóhelyet szüntettek meg a város központjában; az így megüresedett helyeket pedig úgy hasznosítják, hogy kiskertek, padok, mini játszóterek foglalják el azokat. Az autóktól megtisztított részekben a bicikliknek is sokkal több hely maradt. Az autóktól mentesített részek olyanokká váltak, mint a parkok, amelyekkel foglalkozni, törődni kezdtek az emberek.

A „Vízérzékeny város” állapotot ugyan még egyetlen nagyváros sem érte, de Koppenhága meglehetősen közel áll hozzá. A dán fővárosban egy 2011-ben történt hatalmas esőzés adta meg a végső lökést a csapadékvíz-gazdálkodás átgondolására. 15 cm csapadék hullott két óra alatt – ekkora eső az adatok alapján ezer évente csupán egyszer történik –, de aggasztó jel volt az is, hogy csupán három évre rá egy olyan mértékű felhőszakadás sújtotta a várost, mely elméletileg csak száz évente fordul elő. Az elöntött belvárosban üzletek százai kerültek víz alá, és fennállt a veszély, hogy még egy hasonló esetről a biztosítók többé nem fizetnek a károkért, ami hosszú távon a belvárosi kereskedelem végét jelentette volna.

A városvezetés felismerte, hogy a múltbéli csapadékadatok már nem adnak releváns képet a tervezéshez, és olyan koncepcióra van szükség, ami felkészíti a várost a klímaváltozás hatásaira. A megoldás kidolgozásában az önkormányzat, a városi víz- és csatornázási művek, az útkezelő, továbbá meghívott szakértők és a vízgyűjtő terület felsőbb szakaszain fekvő szomszédos önkormányzatok vettek részt. Így született meg a 2011-ben kiadott Klímaadaptációs Akcióterv részeként a Cloudburst Management Plan, azaz a „Felhőszakadás kezelési terv”, mely száz évre tekint előre Koppenhága klímájának várható változásaira. A terv legfőbb célja, hogy a jövőben a nagy esőkből keletkező elöntések sehol ne ériék el az épületek küszöbszintjét, azaz a víz ne jusson be az épületekbe.

A magas burkoltság miatt a koncepciónak radikálisan új szemlélettel kellett helyet teremteni a víznek a városi szabadtereken. Egy felhőszakadás esetén egyes utcák sekély, de nagy felületű vízgyűjtőkké alakulnak. Az útburkolatok tervezett vízborítása ideiglenes, és maximum 12 centiméter magas, így a járművek szükség esetén át tudnak hajtani a vízen, a járdák pedig mindig szárazon maradnak (45. ábra).

A város összesen 350 kisebb projektre bontotta le a stratégia megvalósítását, melyek a terv szerint, évente átlagosan 15 átadott projekttel, 2033-ra készülének el. A stratégia

megvalósítására részletes költségkalkuláció készült. Ez a beruházás költségeit és hosszú távú hasznát a „nem cselekvés” („business as usual”) költségeihez mérte. A stratégia indulásakor a kivitelezési költségek természetesen nehezen számíthatók, hiszen még nincs elégséges mintaprojekt. Ezért az elkészülő projektek állandó monitorozásával a stratégiát évente felülvizsgálják és tovább finomítják.



Forrás: Csizmadia D. 2020.

#### 45. ábra: Belvárosi úttestek vízgyűjtővé alakítása felhőszakadás esetén (Koppenhága)

Bár a csapadékvízgazdálkodás áll a középpontban, Koppenhága több más területen is komoly erőfeszítéseket tesz az adaptáció érdekében. Így pl. célul tűzték ki a karbonsemlegesség elérését 2025-re, amire 26 milliárd eurót szánnak. Ennek a programnak a részét képezi a hulladékkezelésben a szigorú szelektálás. A kötelező visszavétel/visszaváltás után a megmaradó kommunális hulladéktól jellemzően égetéssel szabadulnak meg. Hulladéklerakókba csak a lebomló szemét kerül, amiből metánt fejlesztenek – a városi buszok közül azok, amelyeket nem áram, vagy sűrített földgáz hajt, a hulladékból nyert metánnal futnak. Az áramot a szél termeli, a szemétből metán-üzemanyag lesz, a földgázt nem égetik el, hanem eladják, pl. a koppenhágai közlekedési vállalatnak. A gázüzlet bevételeiből finanszírozzák a klímavédelmet.

Egy egész városrészt újítanak meg többfunkciós passzív-épületekkel. Az átalakulás középpontjában a megújuló energia felhasználása áll: 98% fölötti a távhőre kapcsolt lakások aránya, a távhőt a hőerőművek hulladékhőjéből állítják elő.

A városban a forgalom háromnegyedét a gyalogos, a kerékpáros, illetve a tömegközlekedés adja. A belvárosi köztereket nem autók foglalják el, hanem gyalogosok, kutyások, biciklisek, fák és cserjék minden mennyiségben. A helyiek 62%-a biciklivel megy dolgozni, vagy az iskolába; a napi autóhasználók aránya csupán 9%. Ez a fajta hozzáállás áthatja a közgondolkodást, amit az is jelez, hogy a dán fővárosban olyan pártnak, amelyik nem a kerékpáros infrastruktúra fejlesztésével kampányol (netán az autósoknak akar kedvezni), semmi esélye a választásokon.

Koppenhága előremutató példájából több tanulság is levonható:

- Az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodást a város egészére dolgozták ki, és nem csak egy-egy kerület problémájának tekintették pl. a zöldtetők ösztönzését vagy az esővíz kezelését.



- Az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásra mint lehetőségre tekintettek, és a zöld, fenntartható növekedés egy lehetséges forgatókönyvéként definiálták.
- Az adaptációs megoldás kivitelezéséhez mindenképpen szükség van egy eltökélt, ambiciózus önkormányzatra.
- Szükség van a lakosság bevonására: hasznosan kiaknázható a tudás az adaptációs válaszadás érdekében.
- Többféle kockázati szintre terveztek: megelőzés, a hatások csökkentése, a károk következményeinek mérséklése.

Berlin a „Szivacs város” koncepciót tette magáévá (46. ábra).



Forrás: <https://chikansplanet.blog.hu>

#### 46. ábra: A szivacs városok működési elve

Ennek lényege, hogy a vizet használják fel arra, hogy megoldást nyújtsanak az extrém időjárási körülmények okozta helyzetekre. A működési elv a körforgáson alapul: a mesterséges tavak és a szökőkutak például víztározókként funkcionálnak, segítségével a városok ugyanis felfogják és elraktározzák a vizet, amelynek jelentős részét képesek újra hasznosítani, a felesleget pedig visszaengedik a talajba és az élővizekbe. A csatornázás és vízelvezetés mellett az élő zöldfelületek kialakítása is a koncepció része, amelynek szintén feladata a víz megkötése. A gyakorlatban a hagyományos fasorok, erdők és parkok mellett esőkertekkel, valamint zöldtetőkkel is növelik a zöldfelületek számát. Az esőkertek medenceszerű kialakításának köszönhetően felfogják az esővizet, a zöldfelületeken keresztül pedig természetes módon jut át a víz a mélyebb rétegekbe, a gyökérzethez. Azokon a területeken, ahol nem megoldható a zöldfelületek kialakítása, rendszerint olyan útburkolatokat használnak, amelyeknek jóval nagyobb a vízáteresztő képessége a hagyományos aszfalthoz képest.

A szivacsváros koncepciója a tudatos városfejlesztés eredményeként jött létre, egyik alappillére a megfelelő vízelvezető infrastruktúra kialakítása, másik pillére a növények és azok vízmegkötő képességének hasznosítása, harmadik pillérét pedig az olyan innovatív alapanyagok használata jelenti, amelyek jó alternatívái lehetnek a hagyományos beton- és acélszerkezeteknek.

Bécsben a belvárosból 2020 őszén a járművek nagy hányadát kiszorították. Elsősorban az átmenő forgalmat csökkentették, aminek köszönhetően harminc százalékkal kevesebb autó halad át a belvároson, ami nagyban hozzájárul a károsanyag-kibocsátás visszaszorításához és a zajszennyezés csökkentéséhez. Ugyanakkor a helyieknek több parkolóhely áll rendelkezésükre a környéken, de összességében csökken a parkoló autók száma és nő a szabadon felhasználható tér.

Bécs a belvárosi közlekedés csökkentése terén elért eredmények mellett mára klímavédelmi mintavárossá vált. 2020-ra 4 állandó és 18 ideiglenes „klimatizált” utcát alakítottak ki (47. ábra). Ennek elemei, hogy az utcákon, utakon, tereken sok a növény, az árnyék; ivókutakat és párapukát helyeztek üzembe; világosabb az aszfalt; nincs autóforgalom, tilos a parkolás, ugyanakkor ülőfelületek állnak rendelkezésre. Ily módon kb. öt fokkal sikerült csökkenteni a környezet hőmérsékletét. Ezeket az új hűsítőutcákat Bécs hőségterképe alapján alakítják ki, oda tervezik őket, ahol a legnagyobb melegre lehet számítani.



Forrás: <https://www.travelo.hu>

#### **47. ábra: „Klimatizált” utca Bécsben**

Az adaptáció részeként Bécsben felszámolják a város egyik legnagyobb hőszigetét. Ez egy 12 ezer m<sup>2</sup>-es betonplacc, amit parkolóként használnak 1972 óta. Ennek a területnek 2/3-án feltörik a betont, helyette zöld oázist hoznak létre, valamint egy fedett, oldalain nyitott piacterületet is kialakítanak, zöldtetővel és napelemekkel, ahol a helyi termelőknek biztosítanak árusító felületet.

2020 októberére átadták a Dunán az „úszó kerteket” (48. ábra), melyek mintájául a párizsi Szajján lévő hasonló építmények szolgáltak. Ez a folyó betonszigetinek kizöldítését jelenti,

amik elősegítik a hűvös levegő gyorsabb és intenzívebb áramlását. A lágyszárú zöld növényzet karbantartása „fűnyíró” báránnyal történik.



Forrás: <https://www.wien.info>

#### **48. ábra: „Úszó kertek” Bécsben**

A város rendeletbe foglalta, hogy minden hét és fél méternél magasabb, új építésű ház esetében a homlokzat legalább egyötödét zöldfelülettel kell befedni, valamint minden utcába fasorokat kell ültetni és a belső udvarokat is zöldíteni kell.

A klímaadaptáció részét képezi a fényszennyezés elleni küzdelem is. 2020-ra a közvilágítás teljes hálózatát LED égőkre cserélték, amelyek lefelé világító függesztett lámpák. Ezzel párhuzamosan a közvélemény figyelmét is igyekeznek felhívni a problémára; iskolákban és egyetemeken tartanak előadásokat a témáról és információs brosúrát készítettek.

Összegzésében Bécs egy 50 intézkedést tartalmazó csomagot fogadott el, amellyel céljuk a szén-dioxid-semlegesség elérése. Ennek központi eleme az áram- és a hőszolgáltatás, valamint a közlekedés és a hulladékkezelés összekapcsolása. Megújuló energiaforrásokat használnak, „okos” (smart) megoldásokkal kombinálva (pl. a szennyvíztisztító telep leadott hőenergiáját is felhasználják); a „zero waste” elve alapján közelítenek a hulladékkérdéshez, azaz a keletkezett hulladék mennyiségének lehető legnagyobb mértékű csökkentésére törekkenek. Bővítik a tömegközlekedési hálózatot, a városhatáron túlnyúló villamoshálózat kialakításával, megduplázzák az E-töltő állomások számát (összesen 2000 töltőpont), új parkokat és zöldterületeket alakítanak ki, faültetési akciókat szerveznek, illetve virágos réteket alakítanak ki; a villamossínek mellett és a metrómegállók közelében kaptárakat helyeznek el.

Párizs célul tűzte ki, hogy a fenntartható élelmiszer-előállítás mintavárosává váljon. 2020-ra száz hektáron hoztak létre zöld felületeket épületek tetején, így pl. egy korábbi vasúti állomásépületben kialakított kávézóban 1000 m<sup>2</sup>-es gazdaságot tartanak fenn, ahol 150-féle

növényt természetnek. Ezeket a kávézóban használják fel, a maradékokat pedig az itt élő csirkék és kacsák fogyasztják el.

Ljubljana a természetalapú megoldásokra (Nature Based Solutions) helyezi a hangsúlyt. Legfontosabbnak az épített és a természetes környezet közötti összhang megteremtését tartják, amihez nagyon jó alapokkal rendelkeznek, ugyanis a város területének 46%-a erdővel fedett, az egy főre jutó zöldfelület nagysága 70 m<sup>2</sup>. A város környéki erdőket bevonják a városi gyalogos és biciklis útvonal-hálózatba, illetve „ökológiai zónát” alakítottak ki a városközpontban: 100000 m<sup>2</sup>-t zártak le az autóforgalom elől, és tettek gyalogos, valamint kerékpáros zónává. A hulladék 68%-át újrahasznosítják, a szerves hulladékot komposztálják. Ezekkel az intézkedésekkel a CO<sub>2</sub>-kibocsátást 58%-kal csökkentették. Emellett Ljubljana a városi méhészet terén is élen jár, a város számos pontján lehet méhkaptárakkal találkozni, ami a lakosság téma iránti érzékenyítését is szolgálja.

Van Praet 4–5 km-re található légvonalban a brüsszeli városközponttól, azonban jelenleg úgy ismert, mint egy hatalmas tölcser, ami összegyűjti és elnyeli a városi autóforgalmat. A terület jelenleg nem túl vonzó, ugyanakkor a 27 hektár óriási városfejlesztési lehetőségeket tartogat, összekötve a zöldfelületeket és a vizet, nevezetesen a Neder-Over-Heembeek nevű negyed parkjait és a várost keresztülszelő csatornát. Az új épületeket a meglévő zöldfelületekhez illeszkedve tervezték meg, az új útvonalakat pedig az autók helyett a gyalogosok és a kerékpárosok szempontjai szerint (49. ábra).



Forrás: <https://planetbudapest.hu>

#### **49. ábra: Van Praet, a jövő városa**

Az új fejlesztési egy terv egy kompakt város megvalósítását jelenti. Ennek értelmében a területen városi közpark, színház és sportszarnok is helyet kap, ezzel igyekeznek elkerülni az újonnan épített lakónegyedek egyik gyerekbetegségét, amikor a szolgáltatásokért vagy a kultúráért távoli kerületekbe kell utazni, ezzel forgalmat generálva. A területen bölcsőde is lesz, az új középiskolában pedig akár 700 diák is tanulhat majd egyszerre.

Mindez összhangban van a város azon tervével, hogy a lakosok minden alapvető szolgáltatást 10 perces sétatávon belül megtaláljanak. A tervezők arra is figyeltek, hogy különböző típusú otthonokat helyezzenek el a területen, amelyeket sétányokkal és kerékpárutakkal kötnek majd össze, ezzel biztosítva a különböző háttérű lakók – családok, diákok, pályakezdő fiatalok stb. – keveredését és az intenzív köztérhasználatot.

A fejlesztési terv erőssége, hogy figyelembe veszi a terület adottságait. Így például a közeli, ingoványos, mocsaras részeket nem akarják megváltoztatni, a cél az urbanizált területek kialakítása helyett a természetes növényvilág és a biológiai sokféleség megőrzése és városszövetbe integrálása.

A várost keresztülszelő csatornával párhuzamosan futó utat a terv nem hátrányként, hanem előnyként kezeli, mivel a jövőben egyfajta gyűjtőmedenceként szolgálhat a mind gyakoribb villámárvizek idején, szétterítve az esővizet a környező zöldterületeken. Ez a megoldás segít enyhíteni a vízelvezetési gondokat és lehetőséget teremt a víz jobb felhasználására.

A tervezett nyilvános park egyben árvízpark is lesz, vagyis úgy tervezik, hogy heves esőzés esetén alkalmas legyen az elárasztásra. Az adottságokhoz tartozik, hogy a csatorna és Neder-Over-Heembek falu között mindig is mocsaras ártéri területek feküdtek. A tervezők úgy döntöttek, hogy a szabályozás helyett a körzet központi elemévé teszik a vizet, ami az éghajlatváltozás következményeivel szemben is ellenállóbbá teszi az új városrészt.

A városok túlmelegedése elleni védelem legjobb módszerei a minél kevesebb burkolt felület, a reflektív burkolatok alkalmazása, valamint az árnyékolás – elsősorban növényzettel, másodsorban mesterséges eszközökkel, pl. napvitorlákkal. A növényzettel történő árnyékolásra leginkább a mediterrán településeken láthatunk jó példákat, ahol a futó növények alkalmazása, egész utcák növényekkel történő „lefedése” régóta mindennapi gyakorlatnak számít (50. ábra).



Forrás: <https://magyarmezogazdasag.hu>

**50. ábra: Utcai árnyékolás szőlővel (Cadiz), illetve bougainvillea-val (Tinos)**

Emellett a különböző anyagból készült árnyékolók, pergolák, napvitorlák is egyre nagyobb teret nyernek, amelyekkel az elmúlt években Magyarországon is több helyen találkozhatunk (51. ábra).



Forrás: <https://www.pecsma.hu>

**51. ábra: Árnyékolás napvitorlával Pécsen**

## 7.2. HAZAI JÓ GYAKORLATOK

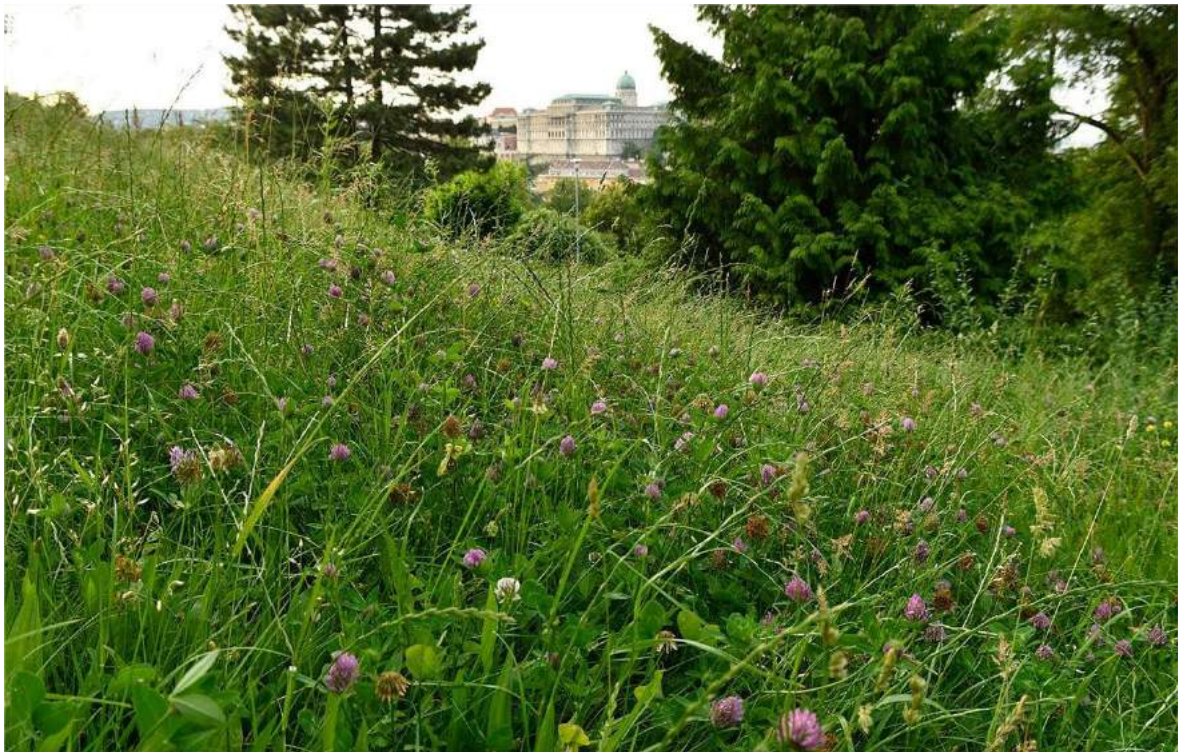
Magyarországon a klímaváltozás káros hatásaival szembeni küzdelem az energiatakarékosság oldaláról kezdődött. Ennek keretében elsőként a lakóházak (főleg panelházak) utólagos külső szigetelésének megvalósítása került előtérbe. A 2001. óta folyó panelprogram több kormányzati cikluson átívelő lakóépület-rehabilitációs program. Ennek során olyan fejlesztéseket támogatnak, amelyek hatékonyabbá teszik a panelházak energiagazdálkodását. A felújításnak köszönhetően az érintett lakások energiafelhasználása 8-50%-kal csökkent.

Energetika terén a figyelem középpontjában állnak a megújuló energia előállítási lehetőségei. Ugyanakkor ezen a területen is körültekintően kell eljárni, hiszen vannak olyan megoldások, amelyek összegzésében mégsem szolgálják az energia-, illetve klímaturtudatosságot. Így pl. napjainkban a napelembarnákat elsősorban zöldmezős beruházás keretében valósítják meg, ami leginkább a termőterületektől, gyepektől, legelőktől veszi el a területet, csökkentve ezzel a zöldfelületeket. Ezért a jövőben – az Európai Unió támogatási elképzeléseivel összhangban – olyan napelembarnákat kell kialakítani, amik barna-, illetve szürkemezős beruházásként valósulnak meg.

A zöld infrastruktúra fejlesztésének témájába több hazai városunk is bekapcsolódott az elmúlt években. Így pl. a vadvirágos városi rétek kialakítása Veszprémben, Szegeden,

Hódmezővásárhelyen, Budapesten is napirenden van. A Vadvirágos Budapest program keretében újratervezik a városi zöldfelületeket, amelynek célja a biológiai sokféleség növelése, az állatfajok visszacsábítása a városi környezetbe.

A rovarok számának növelése a beporzáson túl azért is fontos, mert sok más fajnak, madaraknak jelentenek táplálékforrást. A program keretében a gyepfelületek intenzív, teljes kaszálása helyett a parkokban vadvirágos foltokat jelölnek ki, ahol évente 1-3 kaszálással a vadvirágoknak van ideje kifejlődni, virágozni, magot érlelni, terjedni. A magasabbra engedett gyepek több harmatot, vizet kötnek meg, ezáltal pozitívan hatnak a talajvízháztartásra. Az ilyen felületek kevésbé száradnak ki aszályos időszakban, fajai az őshonos vegetáció részét képezik, amelyben nincs tere az allergén gyomoknak (52. ábra).



Forrás: <https://www.facebook.com/fokertbp>

### **52. ábra: Rovarbarát gyepfolt a Gellérthegyen**

A magyarországi környezet- és klímavédelmi törekvések szélesebb körű megvalósulásának több esetben jogszabályi akadályai vannak. Láttuk a városi fákról, fasorokról szóló fejezetben, hogy mennyivel nagyobb védelemmel élveznek a fákkal szemben a közművek, vagy a parkolási infrastruktúra. Hasonló hozzáállás tapasztalható más környezeti, klímavédelmi hatásokkal bíró tevékenységek területén is, így például a zöldfelületi, a kibocsátás csökkentési, a levegővédelmi, az energia előállítás (pl. megújuló energia), vagy éppen a környezetbarát távfűtés esetében. Több – távfűtéssel rendelkező – település próbálta helyi rendeletben szabályozni (klímavédelmi, levegőtisztasági szempontok miatt) a távfűtéshez történő kapcsolódást, annak kötelezővé tételét, a kibocsátási különbözet után fizetendő díjat, vagy éppen a távhő szolgáltatásról történő leválás feltételeit. Ezeket a környezet- illetve klímavédelmi rendeltetéssel is bíró helyi rendeleteket az Alkotmánybíróság (2009 és 2011 között) törvényellenesnek minősítette, és megsemmisítette. Megállapítható, hogy a klíma-

illetve levegővédelemhez, a szolgáltatás biztonságához kapcsolódó problémákat a központi előírások egyelőre nem rendezik az önkormányzatok számára kielégítő módon. Törvényi felhatalmazás hiányában, az önkormányzatoknak jelenleg csekély mozgásterük van a klímavédelem területén, illetve a globális klímaváltozás elleni küzdelemben.

Ebből következően addig, amíg a törvényi keretek nem teszik lehetővé az alkalmazkodást és a klímavédelmet előtérbe helyező helyi szabályozást, vajmi kevés esély van a hatékony megoldások széles körű elterjesztésére. Ezért a legelső, és a legfontosabb feladatok egyike annak tudatosítása, hogy az alkalmazkodás és a klímavédelem nem egy sokadrangú probléma, hanem a jövőt alapjaiban meghatározó kérdéskör, ami hozzásegíti a jelen és jövőbeli generációkat az egészséges környezethez való jogához.

Azt követően, hogy a döntéshozók, törvényalkotók hozzáállása ebbe az irányba mozdul el, remélhető, hogy a törvényi keretek és szabályozók is olyan irányba változnak, amelyek teret engednek egy környezetileg fenntartható fejlődésnek, és az egyéb érdekeket ennek rendelik alá.

## **8. KECSKEMÉT KLÍMASTRATÉGIÁJÁNAK ZÖLD-KÉK INFRASTRUKTÚRÁRA VONATKOZÓ RÉSZEI**

Az előző fejezetekben ismertetett megoldási lehetőségek, jó gyakorlatok akkor érik el a célt – a klímaváltozáshoz történő hatékony alkalmazkodást –, amikor azok beépülnek a tervezési gyakorlatba, illetve megvalósított, a gyakorlatban működő valósággá válnak. Ennek első lépése a települési klímastratégiák elkészítése, amellyel már több hazai település rendelkezik. A következőkben példa gyanánt Kecskemét Megyei Jogú Város vonatkozó dokumentumának illeszkedő részeit mutatjuk be.

Kecskemét 2021-re elkészítette a város Klímastratégiáját, amelyben a mitigációhoz, az adaptációhoz és a szemléltformáláshoz kapcsolódó intézkedések szerepelnek. A zöld-kék infrastruktúra alkalmazása az adaptáció témaköréhez tartozik, amelyben ennek megfelelően több olyan intézkedés is helyet kapott, amik a zöldfelületek kialakítására, fenntartására, illetve a csapadékvíz kezelésére vonatkoznak.

A zöldfelületek növelése érdekében a következő intézkedéseket tartalmazza a Klímastratégia:

- Közcélú zöldterületek fejlesztése, növelése: A zöldfelületintenzitás növelése Kecskemét számára létfontosságú, hiszen a lakossági fűtésből és a közúti forgalomból származó kibocsátás növekedés következtében gyakoribbá válhat a különböző légszennyező anyagok határérték túllépése. A légszennyezés növekedése mellett az átlagos szélesebbesség erősödésének és a növekvő párolgásnak köszönhetően, növekszik a természetes eredetű szálló por mennyisége is. A zöldfelületeknek ugyanakkor nemcsak a szennyezőanyagok megkötésében, hanem a város átszellőztetésében, a párolgatatás növelésében, az oxigén előállításában és a CO<sub>2</sub> elnyelésében is kiemelt szerepe van.
- Klímaváltozáshoz alkalmazkodó zöldfelület fenntartás: A városi környezetben lévő zöldfelületek és különösen a fasorok rendkívül veszélyeztetettek, fokozottan terheltek, elsősorban a közlekedési eredetű légszennyezés, valamint a mechanikai sérülések miatt, ezért állapotuk folyamatosan romlik. A növények megőrzésével, ápolásával folyamatos növekedésük, erősödésük biztosítható, amellyel a zöldfelület-intenzitás növekszik és



nagyobb hatékonysággal tudják nyújtani a városi térben kulcsfontosságú ökoszisztéma szolgáltatásait (levegőtisztítás, csapadékmegőrzés, mikroklíma szabályozás).

- Magánkertek, épületek bekapcsolása a zöldfelület-hálózatba: Kecskemét nagy arányú családi házas területtel rendelkezik. Emiatt a magánterületen lévő zöldfelületek jelentős szerepet töltenek be a városklíma szabályozásában, ezért jó példák támogatásával kell ösztönözni a zöldfelületek megővését és a városi kertészet terjedését.

Az integrált vízgazdálkodás fejlesztése a zöldfelületek növeléséhez mérhető jelentőségű kérdéskör. A jelenlegi városi vízkészletgazdálkodás pazarló, az ivóvízkészlet bő negyede elvész, elsősorban a hálózatok rossz állapota, vagy nem megfelelő célú (pl. parkok öntözése, wc öblítés, utak locsolása) használat miatt. Ezért a megfelelő vízgazdálkodás érdekében a következő intézkedéseket tartalmazza a Klímastratégia:

- Települési vízgazdálkodási stratégia készítése és megvalósítása: Az integrált vízgazdálkodás fejlesztése keretében szükséges a városfejlesztési gyakorlat újragondolása (pl. klímabarát építészet és közterületfejlesztés, városökológiai szemlélet előtérbe helyezése, a városon belüli biodiverzitás növelése).
- Extrém csapadékesemények kezelése: Fontos a jövőben a kiszámíthatatlan csapadékhullás következményeinek kezelése, a szélsőségekre történő felkészülés, illetve a lehullott csapadékkal történő gazdálkodás. Az extrém csapadékhullás, a város leburkolt területeinek következtében, gyakran „villámárvizeket” okoz, s hátráltatja a csapadékvíz talajba történő leszivárgását. Éppen ezért meg kell oldani a csapadékvíz minél nagyobb részének szikkasztását (alacsonyabb fekvésű szikkasztó területek, illetve esőkertek létesítése), az összegyűjtött csapadékvízből a város parkjainak, zöldfelületeinek öntözését (telepített felszín alatti víztározókból), a nyáron túlhevült aszfalt hűtését, vagy a városi szürkevíz felhasználási lehetőségek bővítését, mindezekon keresztül pedig a város mikroklímájának javítását. Ennek érdekében felül kell vizsgálni a Helyi Építési Szabályzatot a burkolt felületek csökkentése érdekében, valamint fejleszteni kell a csapadékvíz szikkasztásának, elvezetésének, tárolásának és hasznosításának rendszerét, a kék- és zöld-infrastruktúra elemeinek létesítésével és a Városi Csapadékvíz Menedzsment Rendszer kialakításával.
- Felkészülés a szárazságokra és az aszályra: Kecskemét térségében nagy az aszályra való hajlam, amit még az ide érkező légtömegek alacsony relatív légnedvessége is fokoz. A trendszerű hőmérsékletnövekedés mellett az egyes időjárási szélsőségek is gyakoribbá váltak. Kevesebb napon volt csapadék (bár növekszik az egységnyi idő alatt lehulló csapadék mennyisége), ugyanakkor növekedett az aszályos időszakok száma és hosszabbodtak a nyári hőhullámos periódusok is. Ez a mezőgazdaságon túlmenően a városlakók életét is befolyásolja, hiszen megnőhet a levegőben a szálló por koncentrációja, ami Kecskemét környékének homokos talajai miatt, már napjainkban is gondot okoz.

A zöld-kék infrastruktúra megvalósításához illeszkedik a klímavédelmi célú területhasználat megvalósítása. A növekvő várostestnek, a jelentős infrastrukturális, gazdasági, intézményi és lakókörnyezeti fejlesztéseknek köszönhetően, 2000 óta a beépített területek kiterjedése közel 340 ha-ral bővült, ami nagyobb részt a külterületi szántók, kisebb részben az önkormányzati zöldfelületek rovására történt.

A klímavédelmi célú területhasználat megvalósítása érdekében a következő intézkedések szükségesek:

- CO<sub>2</sub> megkötő területhasználat: A természetes, vagy természetközeli élőhelyekből Kecskemét területén csak néhány foltot találunk, ezek kiterjedése minimális, összefüggő hálózatot nem alkotnak. Sziget-jellegükből fakadóan regenerációs képességük alacsony. Megőrzésük abban az esetben biztosítható, ha lokális védelmükön túl a hálózattá szervezésük is megtörténik.
- Klímabarát köztérfejlesztés: Az elmúlt évtizedek műszaki szemléletű városfejlesztési gyakorlata, a város köztereinek indokolatlan mértékű burkolása, a környezeti szemlélet háttérbe szorítása napjainkra számos problémát eredményezett. A jövőben az építésügynek, a várostervezésnek, -fejlesztésnek és -üzemeltetésnek alkalmaznia kell a klímabarát megoldásokat. A szükséges beavatkozások: reflektív és vízáteresztő burkolatok, valamint zöld térfalak városi használata, öko-doboz program (jó gyakorlatok adatbázisa) és napvitorlák, párapapuk telepítési helyszíneinek felmérése, árnyékolási technikák alkalmazása.
- Kompakt város kialakítása: Kecskemét elmúlt évtizedekben megfigyelhető fejlődését a beépített területek és a népesség expanziója, a város belterületének növekedése jellemezte. A jövőben törekedni kell egy kompakt, klímabarát városszerkezet kialakítására. A megfelelő városrendezési szabályozások és a területhasználati tervezés eredményeként csökkenhetnek a közlekedési távolságok, a szolgáltatások és a munkahelyek közelebb kerülhetnek egymáshoz, a funkciók optimális telepítése, illetve a kompakt- és klímabarát városi szövet kialakítása csökkentheti az energia- és erőforrás igényeket.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Asleson, B.C. – Nestingen, R.S. – Gulliver, J.S. – Hozalski, R.M. – Nieber, J.L. (2009): Performance assessment of rain gardens. *Journal of the American Water Resources Association*. Vol. 45., No. 4., pp. 1019-1031.
- Autixier, L. – Mailhot, A. – Bolduc, S. – Madoux-Humery, A.S. – Galarneau, M. – Prévost, M. – Dorner, S. (2014): Evaluating rain gardens as a method to reduce the impact of sewer overflows in sources of drinking water. *Science of The Total Environment*. Volume 499, pp. 238-247.
- Brabec, E. – Schulte, S. – Richards, P.L. (2002): Impervious Surfaces and Water Quality: A Review of Current Literature and Its Implications for Watershed Planning. *Journal of Planning Literature* 16(4). pp. 499-514.
- Brown, R.R. – Nina, K. – Wong, T. (2008): Transitioning to Water Sensitive Cities: Historical, Current and Future Transition States. 11th International Conference on Urban Drainage
- Clemmensen, A. H. – Haugvaldstad, A. – Jensen, A. (2015): Implementation of the Copenhagen “Cloudburst” Strategy (Copenhagen, Denmark). BASE – Bottom up Climate Adaptation Strategies towards a Sustainable Europe
- Csizmadia D.: Esztétikus, ökológikus, gazdaságos: kék-zöld infrastruktúra. Új szemlélet a városi csapadékvíz-gazdálkodásban I.-IV. <https://masfelfok.hu/2020/12/15/esztetikus-okologikus-gazdasagos-kek-zold-infrastruktura-uj-szemlelet-a-varosi-csapadekviz-gazdalkodasban-i/>
- Doick, K.J. – Peace, A. – Hutchings, T.R. (2014): The role of one large greenspace in mitigating London's nocturnal urban heat island. *Science of the Total Environment* 493. pp. 662–671.
- Hoyk E. (2018): Adaptation to climate change with green infrastructure in urban environment. *Journal of Central European Green Innovation* 6:1. pp. 13-24.
- Hoyk E. – Kanalas I. (2020): Kecskemét klímaváltozási kihívásai és alkalmazkodási lehetőségei. *Forrás; szépirodalmi szociográfiai, művészeti folyóirat* 52:(7-8) pp. 148-166.
- Hoyk E. (2021): A csapadékvíz kezelés jelentősége a városi klímaadaptációban Kecskemét példáján. *Gradus*, 8:1, pp. 1-5.
- Kecskemét Megyei Jogú Város Klímastratégiája, 2021. p. 143.
- Klímaadaptív gyepgazdálkodás a városban. *Veszprém*, 2021. p. 33.
- Koroknai J. – Pataky R. – Kaprinyák T. – Fári M.G. (2015): Napfényes helyen, HIB modulokban elhelyezett dísznövények nyári vízháztartásának értékelése *Kertgazdaság*, 47:(2) pp. 25-34.
- New York DEP. (2010). New York Green Infrastructure Plan
- Osztrólczyk M.: Lapostetők zöldtetők. A zöldtetők előnyei és fajtái. [https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011\\_0060\\_epitestudomany/content/02-III-05/01.scorml](https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011_0060_epitestudomany/content/02-III-05/01.scorml)

Tsilini, V. – Papantoniou, S. – Kolokotsa, D.D. – Maria, E.A. (2015): Urban gardens as a solution to energy poverty and urban heat island. Sustainable Cities and Society. Volume 14, pp. 323-333.

Varga D.: Zöldinfrastruktúra – szürke infrastruktúra: különbségek és kapcsolódások. <https://agroforum.hu/szakeikkek/taj-ter-kep/zoldinfrastruktura-szurke-infrastruktura-kulonbsegek-es-kapcsolodasok/>

Vigyázz, kész, futtatás! Csalán Környezet- és Természetvédő Egyesület, Veszprém, 2010. p. 24.

Zhang, S. – Guo, Y. Masce (2013): Explicit Equation for Estimating Storm-Water Capture Efficiency of Rain Gardens. Journal of Hydrologic Engineering. 18. pp. 1739-1748.

Zöld infrastruktúra füzetek 1. Vízáteresztő burkolatok. Budapest, 2016. p. 11.

Zöld infrastruktúra füzetek 2. Zöldhomlokzatok. Budapest, 2016. p. 156.

Zöld infrastruktúra füzetek 3. Vízérzékeny tervezés a városi szabadtereken. Budapest, 2018. p. 90.

Zöld infrastruktúra füzetek 4. Városi fák és közművek kapcsolata. Budapest, 2018. p. 120.

Zöld infrastruktúra füzetek 5. Belvárosi belső udvarok megújítása. Budapest, 2019. p. 121.

Zöld infrastruktúra füzetek 6. Fahelyek és zöldsávok védelme a városi utak mentén. Budapest, 2021. p. 106.

<https://www.change.org/>

[https://chikansplanet.blog.hu/2020/01/17/szivacs\\_varosokban\\_elunk\\_majd\\_a\\_jovoben](https://chikansplanet.blog.hu/2020/01/17/szivacs_varosokban_elunk_majd_a_jovoben)

<https://docplayer.hu/3609075-G319e-varosklimatologia.html>

<https://docplayer.hu/16355809-A-zoldtetok-es-a-varosklima.html>

[https://ezermester.hu/cikk-6548/Gabion\\_kokosaras\\_epitmenyek](https://ezermester.hu/cikk-6548/Gabion_kokosaras_epitmenyek)

<https://www.facebook.com/fokertbp/photos/pcb.3980328782088046/3980296085424649/>

<https://greenfo.hu/hir/a-varosi-meheszete-a-jovo/>

<https://greenroof.hu/>

<https://kreativlakas.com/magasepiteszet/zoldtetok-jellemzoi-tipusai/>

<https://magyarmezogazdasag.hu/2020/11/25/klimaveszhelyzet-kertjei>

<https://metroprimaryresources.info/high-line-the-inside-story-of-new-york-citys-park-in-the-sky/1948/>

<https://m.facebook.com/megyeriszabolcskertesiz>

<https://www.met.hu/>

<https://nepszava.hu/>

<https://www.octogon.hu/epiteszet/megszepul-a-rakos-patak-zugloi-szakasza/>

<https://www.pecsma.hu/pecs-aktual/oazisek-a-pecsi-belvarosban/>  
<https://planetbudapest.hu/hirek/van-praet-fenntarthato-varosnegyed-tizperces-setatavra>  
<https://www.praktiker.hu/zoldtetok-amik-novelik-az-ingatlan-erteket>  
[www.publicspace.org](http://www.publicspace.org)  
<https://www.shutterstock.com/search/barclays+center>  
<https://simple.wikipedia.org/wiki/Cheonggyecheon>  
<https://siposgazda.hu/blog/kertunk-titkai/borostyan-a-fogvatarto-szepseg>  
<https://www.travelo.hu/csaladbarat/20200526-ausztria-becs-klimatizalt-utcak-hoseg.html>  
<https://utajovobe.eu/>  
<https://www.wien.info/de/sightseeing/gruenes-wien/schwimmende-gaerten-357864>  
<https://hu.wikipedia.org/wiki/Es%C5%91kert>  
<https://zoldteto.hu/aktualitasok/hamarosan-minden-uj-new-york-i-epuleten-elvaras-lehet-a-zoldteto/>  
<https://zoldtetoepites.hu/zoldtetok-tipusai/>